
La interpretació propensional en els contextes físics “deterministes”

Autor: José Manuel Pérez García

Director de Tesi: Joan Rovira Sallés
Professor de la Universitat Autònoma de Barcelona

**Facultat de Filosofia
Universitat Autònoma de Barcelona**

* * * * *
* * * * *
* * *

Índex

Introducció

Part Primera

- Capítol I CONCEPTES ELEMENTALS DE PROBABILITAT
- I.1. Algunes nocions preliminars de probabilitat (21)
 - I.2. Probabilitats epistèmiques. La interpretació subjectiva (31)
- Capítol II PROBABILITATS ONTOLÒGIQUES. LA INTERPRETACIÓ FREQUÈNCIAL
- II.1. Freqüències finites i límit (35)
 - II.1.1. El problema del límit (38)
 - II.1.2. L'assignació probabilista al cas singular. El problema de la classe de referència (41)
 - II.2. Explicacions estadístiques (43)
 - II.2.1. L'ambigüitat de l'explicació estadística i el requisit de la màxima especificitat (50)
 - II.2.2. Criteri de rellevància estadística (55)
 - II.3. La interpretació freqüencial de les lleis estadístiques i identificació de les oracions legals. Interpretació de la freqüència límit hipotètica, *FLH*. Adequació de les interpretacions freqüencials de la probabilitat (59)
- Capítol III LA INTERPRETACIÓ PROPENSIONAL
- III.1. Propensió com a propietat disposicional (69)
 - III.1.1. Dependència situacional de les propensions (81)
 - III.2. Característiques generals de la interpretació propensional.
Propensió de llarg termini i propensió de cas singular
 - 1. Probabilitats objectives dins la concepció general de la ciència (86)
 - 2. Esquema d'ontologia disposicional (88)
 - 3. L'ambigüitat radical de la interpretació propensional (93)
 - III.2.1. Enteniment del concepte propensional (94)
 - 1. Teoria propensional de llarg termini (97)
 - 2. Teoria propensional de cas singular (99)
 - III.3. Interpretació propensional de les lleis estadístiques (unificació de la forma legal) (102)
 - III.4. Adequació de la interpretació propensional de la probabilitat (107)
- Capítol IV DISTÀNCIES BÀSIQUES ENTRE LES PROPENSIONES COM A TENDÈNCIES CAUSALS I EL CÀLCUL DE PROBABILITATS
- IV.1. Dificultats de les propensions com a tendències causals per a assumir les probabilitats condicionals (115)
 - IV.1.1. Dificultats per a l'assumpció dels espais de probabilitat (117)
 - IV.2. Els enfocaments davant aquests problemes (120)
 - IV.3. Caracterització causal de la propensió (126)
 - IV.3.1. Les probabilitats condicionals (137)
 - IV.4. Pintura general de la visió del món propensional (139)

Capítol V	SISTEMES ÒNTICAMENT DETERMINISTES I EPISTÈMICAMENT INDETERMINISTES
V.1.	Caracterització dels sistemes (no tancats)
V.1.1.	Descripcions que no són màximament específiques. Un lloc comú (145)
V.1.2.	“Determinisme” i “subjectivisme”. Buit (i accés) epistèmic (151)
V.1.3.	Qüestió bàsica sobre la caracterització. Tipus de descripció (segons Nagel). Explicació internivells (153)
V.2.	Confrontació de la caracterització fetzeriana amb el propi projecte propensional
	1. Sistemes tancats i dimensió explicativa (159)
	2. La qüestió de la potència explicativa de la M.E. (160)
	3. El problema de la referència disposicional de les hipòtesis estadístiques (162)
	4. Presència d'enunciats disposicionals a la M.E. Significació explicativa (164)
Capítol VI	PLANTEJAMENT DETERMINISTA D'EXPLICACIÓ. OBJECCIONS A LA PROPOSTA PROPENSIONAL
VI.1.	Relativitzacions de les propensions (169)
	1. Atribució de les propensions. Tipus d'experiment/classe de de prova i esdeveniments (171)
VI.1.2.	Tipus d'experiment i freqüència relativa. Distribució de les condicions inicials
	1. 1. Relativització a una descripció del tipus d'experiment. Problema amb l'assignació al cas singular (173)
	2. Regla realista d'ordenació per a la fixació de la freqüència (175)
VI.2.	Absència de fonament per a l'elecció de la distribució de les condicions inicials variables inespecificades (176)
VI.3.	Remissió de les probabilitats a condicions físiques sense propensions
	1. “Objectivitat” amb probabilitats (180)
	2. Innecessitat de les propensions (183)
VI.4.	Accentuació de la vulnerabilitat a la caracterització subjectivista (185)
Capítol VII	RESPOSTA A LES CRÍTiques
VII.1.	Crítica de Popper a l'intent determinista d'explicació dels sistemes “indeterminats epistèmicament”(191)
	1. Subjectivitat irreductible en la interpretació determinista (197)
VII.2.	L'abastament ontològic de la crítica de Popper (198)
VII.3.	Fonamentació no-empirista dels enunciats probabilitaris (202)
Capítol VIII	EL PROBLEMA DE LA CONNEXIÓ ENTRE PROPENSIONES I FREQUÈNCIES: RAONS DEL CONCEPTE PROPENSIONAL
VIII.1.	La connexió entre les propensions i les freqüències (209)
VIII.1.1.	La qüestió de la irreductibilitat categòrica de les disposicions. La reductibilitat de les propensions (212)
VIII.1.2.	La situació física i l'atribució propensional (215)
VIII.1.3.	Propensió en el cas singular. L'ambigüitat de la proposta popperiana (223)
VIII.2.	Raons del concepte propensional
VIII.2.1.	L'atribució de probabilitat al cas singular (227)
VIII.2.2.	Raó filosòfica del concepte propensional (237)
	Resum i conclusió de la part primera (249)

Part Segona

Capítol IX IRREVERSIBILITAT I DIRECCIÓ TEMPORAL

- IX.1. Reversibilitat en les lleis de la física (263)
 - 1. La interpretació cinètica de la segona llei (266)
 - 2. La paradoxa de la irreversibilitat. L'objecció de la reversibilitat (268)
- IX.2. Desenvolupaments estadístics de la interpretació cinètica (270)
- IX.3. L'objecció de la recurrència i l'intent de la seva solució (273)
- IX.4. Els problemes de l'explicació mecànic-estadística (277)
- IX.4.1. Comentari sobre els papers dels enfocaments 'ensemble' i ergòdic (desenvolupaments i problemes) (280)
- IX.4.2. Els desenvolupaments mecànic-estadístics des d'altres programes (285)
- IX.5. Justificació dels postulats de probabilitat dins l'explicació (293)
- IX.5.1. Probabilitat i irreversibilitat (305)

Capítol X INTERPRETACIÓ DE LA PROBABILITAT EN LA MECÀNICA ESTADÍSTICA CLÀSSICA

- X.1. Possibilitat i temps (313)
 - 1. Altres extensions de la invariància temporal: universos simètrics (314)
 - 2. El rebuig de Popper a l'ergodisme (317)
 - 3. Restricció de la possibilitat teòrica per la mesura. Problemes realistes (319)
 - 4. Les estipulacions del temps i de la propensió sobre l'espai de possibilitats (321)
 - 5. Exemplificació de realisme propensional en un espai ergòdic (325)
- X.2. Teoria subjectivista del temps
 - 1. Problemàtica freqüencial d'una interpretació objectiva de la probabilitat (333)
- X.2.1. La hipòtesi cosmològica de Boltzmann (335)
- X.2.2. Explicació de la asimetria temporal pel creixement entròpic (339)
- X.2.3. Comentari de Popper a la hipòtesi cosmològica de Boltzmann (345)
- X.3. Trets generals de la caracterització subjectivista de la mecànica estadística clàssica i la seva crítica per Popper (350)
- X.4. Caracterització objectiva de Popper (354)

Resum i conclusió de la part segona (363)

Epítom i prospecció (373)

Part Tercera

Capítol XI ATZAR OBJECTIU

- XI.1. Laplace. Macroregularitats col·lectives i indeterminació del succés individual (381)
- XI.2. Realitat de la probabilitat.
 - XI.2.1. Legitimitat de l'obertura o del tancament del sistema (387)
 - XI.2.2. La connexió explicativa entre el cas individual i el col·lectiu-freqüència (390)
- XI.3. Absolut i realitat
 - XI.3.1. Predicció i futur (404)
 - XI.3.2.. Compromís ontològic de la interpretació propensional Ignorància a la realitat i imatge extrafísica del determinisme (412)
 - XI.3.3. Irrellevància de la situació determinista dinàmica per la seva aleatorització (417)

- Capítol XII REALITAT DE LA INFORMACIÓ
- XII.1. Objectivitat del subjecte
1. Convivència de probabilitats subjectives-objectives: coneixement fal·libre en un món indeterminista (423)
 2. Incertesa del coneixement i incertesa al món (425)
- XII.2. Realitat de la ignorància
- XII.2.1. La qüestió de la reducció termodinàmica sota les probabilitats reals (428)
1. Criteri de compatibilitat lògica interteòrica (436)
- XII.2.2. Impossibilitat de la Intel·ligència Laplaciana del món
1. Indistingibilitat lleis-condicions en els postulats sobre l'Univers (439)
 2. Irreductibilitat de l'atzar: el Principi Cosmològic Fort i l'ordre al món (441)
- XII.2.3. Descripció completa *versus* descripció microscòpica
1. Informació i probabilitat significativa com a propietats físiques (446)
 2. Objectivitat de l'indeterminisme al món (448)
 3. La dimensió epistemològica de l'indeterminisme ontològic (456)

Resum i conclusió de la part tercera (461)

Apèndixs

Apèndix 1: Menció de la teoria dels universals de David Malet Armstrong
exposada en 'Universals and Scientific Realism'. (477)

Apèndix 2: Remarca sobre termodinàmica (481)

Equació d'estat. Sistemes termodinàmics. Equació fonamental. Modes de presentació de la teoria termodinàmica. Formalització de Callen. Reformalització sobre variables independents.

Apèndix 3: El «canvi conceptual» rere recents desenvolupaments en dinàmica (485)

Apèndix 4: Informació i perspectiva subjectivista (491)

1. Informació sobre els individus o coneixement de la situació determinista: el dimoni maxwellià. Teoria 'clàssica' i redefinida de la informació 2. Interpretació subjectivista de la informació 2.1. Interpretació subjectivista de les probabilitats de la mecànica estadística segons la teoria de la informació 2.2. Conseqüències subjectivistes de la traducció de la teoria de la informació a la física. El problema amb la "observació" informacional. 3. Assignificació física de la 'significació' informacional de Atlan.

Apèndix 5: Nota sobre reducció (505)

1. La reducció d'acord amb la composició d'una ciència segons Nagel. Tipus de reduccions. 2. Nocions relacionades de la teoria cinètica i de la termodinàmica. Derivació de la llei de Boyle-Charles. 3. Aspectes reductius segons Moulines.

Índex de matèries i d'autors (579)

Bibliografia

(595)

Introducció

K. Popper deixà en els seus escrits la proposta d'una visió de les probabilitats presents en les teories científiques on aquestes probabilitats remeten a trets físics de la situació real i no pas a la distància entre el nostre coneixement i la realitat estudiada. L'autor esmentat, proposant d'aquesta interpretació propensional de la probabilitat, discutí el seu enfocament davant el problema de la teoria quàntica i la seva interpretació subjectivista, també oferí traços propensionals d'una nova imatge metafísica del món construïda a prop de les darreres teories físiques i de la realitat biològica. En concret, el que es té de Popper, llavors, al voltant de les seves propensions, són defenses de la realitat indeterminista general del món real enfront de l'especificitat del determinisme per a casos limitats o acotacions parcials de la realitat. També, la defensa d'un atzar (aleatorietat o indeterminisme) objectiu per a la física quàntica, les tirades de monedes o qualsevol 'joc d'atzar' mitjançant la interpretació per 'propensions' de la probabilitat. A més a més, en tenim unes afirmacions en contra de la consideració subjectiva de la fletxa entròpica, és a dir, de la segona llei termodinàmica, que descriu l'evolució dels sistemes vers l'equilibri; aquella interpretació subjectivista de les probabilitats inserides en una teoria física particular s'associa amb una interpretació del mateix tarannà de la nostra fletxa del temps. Aquests darrers temes deriven de l'original disseny iniciat per Boltzmann de la mecànica estadística clàssica com a interpretació mecànica dels fenòmens macroscòpics estudiats per la termodinàmica. Llavors, la proposta popperiana de la interpretació propensional, com una teoria realista de la probabilitat, hauria de fer-se servir per a la consideració propensional de l'aparell probabilístic de la mecànica estadística; i, com a interpretació física de la probabilitat, la teoria propensional caracteritzaria una interpretació realista dels fenòmens termodinàmics des de la mecànica clàssica travessada d'aquell probabilisme. Malgrat la concentració popperiana en la quàntica, aquelles herències dels seus escrits demanen i han de permetre fer això.

Però, no és solament que la construcció de aquest tema de la interpretació propensional no estava feta. Encara pitjor, les objeccions presentades als detalls i implicacions de l'aplicació de la proposta dificulten la implementació correcta de la idea propensional a les trivials il·lustracions de les probabilitats mitjançant els tòpics 'jocs d'atzar', com també posen en entredit la claredat del mateix nucli de la seva exposició. Dissortadament, la complicació esdevé radical quan observem com un dels autors que ha dedicat més esforços al desenvolupament d'un basament propensionalista en la filosofia de la ciència, James H. Fetzer, sense aturar-se en cap moment a considerar que està plantejant una afirmació força problemàtica per a la teoria propensional, exposa que tant els jocs

d'atzar com els gasos de la mecànica estadística clàssica són sistemes deterministes on les probabilitats són el resultat de la nostra ignorància. Pot ésser, en podríem pensar, que Fetzer arriba a aquesta conclusió amb la consciència de defugir les crítiques presentades. Segons això, aquesta tesi de Fetzer seria plenament coherent amb la noció propensional, ja que per tal de salvar els obstacles de les objeccions plantejades, les propensions han d'ésser presents en relació a l'efecte-resultat en cada esdeveniment individual. Aquesta seria una bona raó per a la conclusió de Fetzer d'excloure-les dels sistemes no immunes a les perturbacions, com és el cas, per exemple, de l'agitació dins el gobelet del dau tirat o dels xocs de la trajectòria molecular en el gas. Una descripció tancada de totes les dades rellevants per al resultat permetria una consideració d'aquests sistemes com a deterministes; per tant, la probabilitat assignada a cada cas singular és el producte d'una desinformació de l'observador. Encara que podria ésser no decidible a priori si el fons de la teoria propensional exigeix, per al seu manteniment, de la seva aplicació a aquells dominis abandonats per Fetzer, no gensmenys, aquest "salvament" (que és una restricció de la probabilitat física als sistemes quàntics) no hauria d'afirmar-se sense abans, si més no, examinar com queda la proposta propensional amb aquelles pèrdues. També si tenim en compte la consideració, de cap manera menyspreable, que el mateix Popper considerarà d'una manera contundent la compenetrabilitat del seu enfocament de la probabilitat amb l'esmentada teoria física amb la següent observació: "La interpretació propensional és, crec, la de la mecànica estadística clàssica." (Realism and the Aim of Science, pàg. 398). Tot i que no desenvolupà extensament el tema sencer d'aquesta afirmació.

Observar la significació que tenen aquelles absències per a la interpretació propensional és enfrontar-la amb les crítiques a fi de veure quina és la condició i quins són els suports d'aquestes objeccions; això implica presentar la hipòtesi propensional en la seva pròpia naturalesa i raó d'ésser, que és, senzillament, davant un territori de les disputes entre concepcions filosòfiques rivals.

Potser sigui convenient aclarir que el problema probabilístic que abordem en aquest treball no és, per tant, una consideració de les probabilitats que de vegades es fa com l'enfocament comú o habitual de la qüestió. Segons aquesta descripció típica del probabilisme fonamental a la ciència física, es diu molt sovint, com a tesi a favor d'un indeterminisme radical, que el comportament indeterminista dels sistemes es fa palès en el comportament individual, en l'estructura atòmica, i que el determinisme, la tradicional 'connexió causal' ha resultat una idealització vàlida en les grans aglomeracions d'aquests individus atòmics, en la macroscòpia o fenòmens que resulten de la conducta del conjunt d'un nombre molt gran d'elements individuals. La tesi del probabilisme fonamental afirmaria que la causalitat determinista aplicada amb èxit en aquestes munions macroscòpiques ha estat possible perquè en aquests fenòmens la probabilitat coincideix d'una manera pràctica amb la predicció causal; però a mesura que l'estudi de la realitat s'endinsa en els microprocessos, no és pot mantenir aquest compromís pràctic amb descripcions de tipus determinista, i la conducta 'indeterminista' o 'aleatòria' acaba resultant fonamental en el món. Alhora que es fan comentaris d'aquesta mena, també es diu que dos tipus principals de lleis es fan servir a la ciència.

D'una banda les deterministes, i d'altra les estadístiques. Un exemple de les primeres seria, per exemple, afirmar la impossibilitat (la molt gran improbabilitat, per a la concepció indeterminista fonamental: res és cert o segur, però n'hi pot haver una extrema probabilitat) que la Terra deixi d'orbitar al voltant del Sol. Un exemple estadístic és el principi termodinàmic interpretat estadísticament que permet afirmar la suma improbabilitat de la propagació de la calor des d'un cos fred a un cos calent. És convenient advertir que es pot donar una certa confusió entre les coses que es diuen. Precisament, aquesta darrera afirmació paradigmàticament estadística tracta juntament amb sistemes macroscòpics ahora interpretats com a conjunts de moltíssimes partícules microscòpiques individuals. Com a sistemes macroscòpics (el 'cos', sigui un gas per exemple) el principi termodinàmic hauria d'ésser considerat com a propi de l'àmbit on poden tenir èxit les descripcions deterministes; però la consideració d'aquest macrosistema com a tal aglomeració de constituents microscòpics duu el principi a una formulació estadística, i l'assumpte és que en aquest enfocament "internivell" la "indeterminació" o probabilitat no és afirmada per als comportament individuals i, en conseqüència, les probabilitats involucrades no semblen fonamentals, sinó un artefacte que supleix la incapacitat del nostre coneixement en la precisió de les situacions deterministes individuals .

En el nostre problema, els sistemes individualment considerats (partícules moleculars clàssiques al gas, cada tirada de la moneda com a representant dels jocs d'atzar) no són vistos com a irreductiblement indeterminats, sinó com a susceptibles de tenir una descripció determinista. Exposarem quina podria ésser la manera de defensar per a aquestes situacions les assignacions probabilistes com a designadores d'una propietat real. Ho farem examinant les objeccions a aquest objectiu i considerant quina mena de força tindria la justificació d'aquestes crítiques. Se n'haurà de tenir en compte tant la situació general (la tirada de la moneda) com la consideració d'aquesta mateixa situació col·locada en el context científic de la mecànica estadística clàssica, on intervenen conseqüències de coherència amb les teories usades i de construccions adients de la imatge física del món. Sostenim que les probabilitats involucrades són objectives perquè la consideració determinista de la situació real és objectivament irrellevant. Si la defensa d'aquest enfocament té arguments decisius no és pròpiament la qüestió, sinó si hi ha motiu fonamentat per al rebuig que fa Fetzer de les probabilitats reals en les situacions en qüestió, si aquest fonament es pot trobar dins una perspectiva propensional conseqüent o si és aliè a allò que un examen de la hipòtesi propensionalista mostra que aquesta arriba a ésser o dir, considerats els problemes que diversos autors han assenyalat en la definició de la proposta propensional.

El recorregut per les dificultats presentades per les propensions interpretadores físiques de les probabilitats ens duu a remarcar el seu explícit tarannà de dibuix metafísic: el mateix caràcter que posseeix la proposta rival i estàndard de la consideració subjectiva, encara que, en aquest cas, velada per la força de l'hàbit de la concepció heretada d'una presentació determinista de la realitat. El resultat, per als jocs d'atzar i la mecànica estadística clàssica, serà potser trivial, i l'interès d'aquesta trivialitat és que ella mateixa assenyalava la manca de fonament de moltes declaracions (de filòsofs,

però també sobretot de practicants de la ciència) interrogatives, quan no són decididament afirmatives, sobre les probabilitats involucrades en les teories científiques com a resultat de la "ignorància de l'observador". Si aquesta ignorància hi és, serà com una ignorància general del coneixement, tant per a les teories probabilistes com també per a les no probabilistes. Si es parla d'una realitat cognoscible, apostaríem en últim terme, que la ignorància de l'observador hauria d'ésser una 'ignorància' inserida en la realitat sencera.

Pot semblar que l'exposició de la discussió filosòfica que envolta declaracions del tipus esmentat és un afegiment innecessari, superflu o ornamental, que potser no afegirà res fonamental a l'interrogant o qüestió afirmada. Ara com ara, és una opinió compartida que pot més la ciència estimular la filosofia que no pas la filosofia oferir alguna utilitat per a la ciència. No obstant això, en el nostre assumpte, creiem que tot apunta que l'única justificació palesa d'aquelles declaracions pot ésser només la irreflexiva força dels hàbits culturals. La qual cosa no vol dir que no tinguin sentit, sinó que adquireixen el seu sentit en el context d'una discussió filosòfica, i.e., poden començar a ésser objecte d'una discussió racional situades on pugui esbrinar-se les característiques de les polèmiques filosòfiques que es troben afectades i desenvolupades en aquestes declaracions tan sovintejades pels científics en les seves obres divulgatives sobre especulacions al voltant d'allò que diuen o volen significar tant determinats aspectes com teories científiques específiques senceres o el conjunt d'elles. I, a despit de les anàlisis de la crítica filosòfica que desemboquen en acusacions de fer una proposta espúria, fou mèrit de Popper descobrir o inventar aquesta força racional que suposa seguir les conseqüències i els problemes de la imatge propensional, la qual és, fonamentalment, una hipòtesi metafísica dins un context filosòfic al costat de problemes de les teories de la ciència natural.

Aquest treball no és pròpiament una discussió entre els realismes i els empirismes, fenomenalismes o instrumentalismes, tampoc no és una disputa entre la defensa dels universals i les tesis nominalistes, ni tan sols una compareixença entre el determinisme i l'indeterminisme. Però aquestes i altres perspectives filosòfiques generals, que alimenten les arrels de molts aspectes de la filosofia de la ciència (com els problemes que generen els termes teòrics i disposicionals, per no dir nocions "metafísiques" com causa o necessitat, les quals dispersen la seva problemàtica per molts temes compartimentats de la filosofia de la ciència i que s'arrelen en el misteri de la relació entre coneixement i realitat com a irresoluble qüestió centrada per Hume i Kant), travessen les qüestions que nosaltres tractem, perquè Popper instaurà la seva proposta propensional en les cruïlles d'aquests debats; i les propensions, inspirades en els aspectes probabilístics de determinades teories empíriques, no poden desempallegar-se de tot això sense perdre la seva virtut i el seu sentit. Encara que considerar la teoria propensional, com ho fem nosaltres, no és treure una decisió sobre aquells debats entre perspectives fonamentals, l'amplitud dels quals mereix invocar les òptiques d'una àmplia extensió d'angles diversos, sí que és un bon lloc on fer confluïr el seu ressò. Per això, l'objecte d'aquest treball no ha estat tractar aquestes qüestions generals, sinó, a l'inrevés, dur l'ombra d'aquestes dimensions escolars als detalls de la discussió d'un tema particular.

Per tant, l'afirmació de Fetzer, l'exclusió de les propensions d'aquells àmbits o contextos considerats "deterministes", no és en absolut innòcua; distorsiona la raó d'ésser essencial de la noció propensional, buida el seu propi concepte, nega la seva definició, i malbarata, en conseqüència, la interpretació propensional de la probabilitat com a projecte amb sentit. Si no hi ha probabilitats físiques ni a les tirades de monedes ni en la mecànica estadística clàssica, això vol dir que les corresponents situacions de referència no han d'ésser considerades sota les característiques conceptuals que constitueixen un concepte físic de la probabilitat. Perquè, com es pot veure en una discussió que afronti les objeccions crítiques a la interpretació propensional, la probabilitat com a propietat física és envoltada (com la necessitat física) de les conceptualitzacions que pertanyen a una disputa amb corrents filosòfics que es posen en joc per argumentar l'exclusió de les propensions d'aquells àmbits; és a dir, si la raó per a excloure les propensions dels contextos en qüestió no són res més que l'opció per enfocaments antagònics a aquelles concepcions necessitades en la caracterització congruent i intel·ligible de la 'propensió', llavors l'exclusió de Fetzer no representa una derivació particular, sinó una oposició essencial.

Fetzer mostrà que la concepció determinista és implicada en les teories sobre la noció d'explicació elaborades sota perspectives freqüencials de la probabilitat (Reichenbach, Hempel, Salmon). Aquestes concepcions freqüencials presenten dificultats per a la seva adequació com a interpretacions de la probabilitat. Dificultats que es desenvolupen en la qüestió del significat de l'assignació de probabilitat a un esdeveniment individual sota l'intent d'un enfocament realista d'aquella assignació, quan la probabilitat fonamental correspon a col·leccions d'aquells esdeveniments individuals. Però els problemes presentats per una concepció propensional no són menors. Un d'ells correspon a la dificultat de vestir de probabilitats a tendències causals (com són les propensions). Això condueix a rebutjar l'exigència tradicional, "euclidiana", del estàndard d'adequació d'una interpretació de la probabilitat, resultat que ve sota els auspicis del caràcter propi que incorpora el concepte propensional, el qual no pot contemplar-se ni defensar-se sense fer una elecció explícita d'una certa visió metafísica o imatge del món. Encara una major insatisfacció resulta de l'incompliment d'una exigència mínima, la necessària claredat del concepte, on una ambigüïtat en la mateixa original presentació popperiana de la noció prolonga la seva ombra sobre la caracterització realista com a rol del concepte i assoleix la seva divisió en una interpretació de cas singular i en una altra de llarg termini, cadascuna amb les seves pròpies dificultats pel que fa a la seva respectiva comprensió. Aquesta ambigüïtat en el concepte elemental de propensió sembla transportar la similar dificultat intrínseca a qualsevol interpretació freqüencial. (Cosa que donaria la raó a W. C. Salmon quan declara: "Aquesta interpretació és tan similar a la interpretació freqüencial en els aspectes fonamentals que tot el que diré sobre el problema del cas singular per a la interpretació freqüencial pot ésser aplicat directament a la interpretació propensional amb una senzilla traducció: quan parli del "problema de seleccionar l'apropiada classe de referència" en connexió amb la interpretació freqüencial, llegirem "el problema d'especificar la naturalesa del

chance setup" en referència a la interpretació propensional. Em sembla que consideracions paral·leles s'apliquen exactament a aquestes dues interpretacions de la probabilitat.", Statistical Explanation, 1971, pàgs. 39-40). Aquell problema ressona en la base de les crítiques; totes plantegen problemes definicionals a la ubicació real a la qual la propensió pretén referir-se. Nogensmenys, com hem dit abans, la confrontació amb aquelles crítiques mostra que les objeccions s'alimenten de l'acceptació inqüestionada del posicionament en alguna opció filosòfica sobre la naturalesa de les entitats del món físic. La perspectiva propensional, per la seva banda, precisa del 'realisme', d'una noció com la de 'disposició', val a dir, d'una inevitable opció realista a favor dels universals, de la visió no humeana de la causalitat i de les lleis. Però, malgrat que advertim que la discussió en joc palesa posicions sobre opcions metafísiques fonamentals, persistirà la necessitat de clarificar el concepte propensional, i d'una manera que, si més no, permeti la seva diferenciació i avantatge sobre el freqüencial.

Convenim, al fil de l'examen de les objeccions, que la proposta propensional exigeix, per al seu manteniment en els contextes deterministes de les tirades de monedes i de la mecànica estadística clàssica, accentuar l'avís que el 'cas singular' (el context pròpiament determinista) és abastat, i obté el seu sentit, en un col·lectiu de casos individuals que és recollit per l'especificació d'un tipus experimental on en certa manera es desconsidera la singularitat (determinista) del cas individual. Això s'il·lustra amb la imatge d'un món on els processos vers el futur exigeixen en la seva pròpia condició la seva caracterització mitjançant probabilitats que no són trivials (o sia, que no són probabilitats o bé 0 o bé 1; aquestes corresponen a allò que ja no és procés o esdevenir, sinó realització o acabament) i que són reals: indiquen que no és estructura de la realitat que la realitat indiqui ("sàpiga") en el passat o present el resultat futur. Malgrat la discussió que ha provocat el problema de la connexió (realista) entre el valor atribuït a la propensió en el cas individual i el valor freqüencial en el conjunt de casos individuals, aquesta "solució" que ara donem era apuntada en algun fragment dels textos de Popper. Això mostraria quina era l'essència, el fonament i l'objectiu que Popper entenia que tenia la seva proposta propensional (i precisament amb la seva ambigüïtat inclosa): afirmar la validesa d'una relació iN-Determinista en l'estructura òntica de la realitat. Aquesta solució a l'esmentat problema de la connexió no significa res més que invocar la típica definició d'experiment aleatori, però atorgant-li un compromís amb la realitat com es pot fer amb qualssevol altres teories científiques en lloc de la seva discriminació amb el status de mer giny de la nostra ment. Pensem que l'avantatge d'aquesta conclusió és que, encara que algú la podria considerar només un trampós joc de paraules, una solució artificial, trivial o insatisfactòria, si més no, permet advertir que el seu rebuig només podrà raonar-se amb argumentacions per a les quals no apareix cap justificació que pugui immunitzar-les d'aquestes mateixes desqualificacions fetes a la nostra solució. I si es rebutja globalment tota la qüestió com un tipus de problema innecessari, evitable o pseudo-problema, tot sembla apuntar que no serà possible fer aquesta mena d'afirmació d'una manera neutral, és a dir, sense que en el seu raonament no estigui suposat cap tret filosòfic que

no impliqui una acceptació d'un rerefons deterministe, per exemple, o l'afirmació d'una perspectiva subjectivista (ambdues coses van generalment associades, llevat que s'accepti una aleatorització objectiva al món com a referent real a la nostra ignorància; cosa que anul·la la definició natural d'aquella perspectiva).

L'ambigüitat en la proposta popperiana de la noció propensional -"defecte" explotat en les crítiques-, com hem dit, duu, per a la resolució en un concepte comprensible, a un desdoblament del concepte propensional en un de llarg termini i en un altre de cas singular. En aquest tema és on es planteja el nostre contenciós amb la solució donada per Fetzer, que és de cas singular, cosa que, com hem indicat, significa deixar fora de la interpretació propensional les tirades de daus, per exemple, i la mecànica estadística clàssica. Defensem que és inevitable mantenir, per a la proposta propensional, el plantejament original de Popper, val a dir, l'ambigüitat que imprimí en el concepte, el qual ha d'ésser comprès d'aquesta manera, sigui quin sigui el significat que aquesta conclusió pugui tenir -potser, per alguns, que aquesta comprensió del concepte és inadmissible, que això ofereix un bon motiu per al rebuig de les propensions. Però no n'hi ha cap altra solució dins un projecte propensional; mantenir aquell desdoblament pel que fa als sistemes en qüestió condueix a desbaratar tota la proposta, en les seves arrels i en les seves ones expansives.

Llavors esdevé radical i insalvable l'ambigüitat que reflecteix la presentació popperiana del concepte propensional, perquè recull una propietat física del cas singular en quant aquest cas és membre d'un conjunt, però ara hi ha un compromís òntic explícit omès en la interpretació freqüencial (encara que aquesta conté un implícit compromís òntic amb el determinisme). Aquell compromís suposa l'ampli abast metafísic de la concepció d'una realitat 'oberta', que en el detall de la discussió es tradueix en el rebuig de l'exigència fetzeriana d'un sistema 'tancat' ònticament determinista on les assignacions probabilistes són reflex de la nostra ignorància de la descripció del tancament del sistema. És a dir, la definició de les tirades de monedes com a sistemes deterministes no hauria d'evadir-se de la discussió de si l'asèptic tancament del sistema és lícit, en el sentit que sota la seva aparent abstinència òntica amaga un compromís sobre la naturalesa de la realitat que condueix a buidar el contingut fonamental de la proposta propensional: una imatge del món, on els tancaments dels sistemes no caracteritzen apropiadament l'esdevenir obert real.

Amb la necessitat de trobar una bàsica coherència entre les implicacions de la seva mecànica estadística clàssica i certes conseqüències fonamentals de la mecànica clàssica tradicional, Boltzmann feu l'afirmació que el nostre món -on s'han constituït fets organitzatius fins a la producció d'éssers vivents- és solament una fluctuació d'un estat universal majoritàriament en equilibri, amb una entropia màxima. Un exemple d'un tipus d'explicació on les raons per a la seva acceptació o rebuig entronquen amb la problemàtica en els límits de la demarcació entre ciència i discurs no científic. Convocar una teoria probabilista per a un enunciat sobre una distribució freqüencial dels valors d'alguna propietat significa admetre la possibilitat del trencament de l'estabilitat freqüencial.

Sempre resulta possible que es produeixi una seqüència anormal o patològica. Això condueix a un status deficient per a les teories probabilistes, com a jòquer argumentatiu per a enunciacions que justifiquin qualsevol estat de coses sota l'aparença d'una explicació. Pot produir una certa atmosfera de malcontentament quan la base d'enunciats científics és constituïda per alguna teoria probabilista. Però no és necessari veure aquesta qüestió com un tret defectuós peculiar de la intervenció probabilista a la ciència i que advoca per la seva invalidesa i substitució per teories deterministes, més aviat es tracta de veure-ho dins la coneguda problemàtica pel que fa als aspectes dels fonaments de la ciència, ni tan sols per a les lleis no-estadístiques o universals tenim un fonament que garanteixi que romandran en el futur les regularitats que fins ara afirmem.

Davant l'expulsió humeana de nocions com 'causa' o 'necessitat' del llenguatge filosòfic correcte sobre la realitat que la ciència explora, la "cosificació" de nocions com les de probabilitat, informació o ignorància, sembla una ingerència antropomorfitzadora. En primer lloc, la dificultat en l'assumpció de la referència en la realitat d'aquelles nocions podria reflectir la dificultat en l'acceptació d'un fet permanent en el desenvolupament històric de la ciència: el trasllat de nocions habituals usades i originades en àmbits aliens o diferents a la realitat física o científica en qüestió; però que en aquest cas aquell trasllat (que és una aposta per una nova vuelta de tuerca realista) condueix un canvi d'alguns esquemes culturals molt arrelats, canvi que suposa una remoció terminològica de fort abastament i que encara, potser, no arribem a imaginar conformat en la seva dimensió completa. En aquest punt és convenient l'al·lusió de visions amb ambicions totalitzadores proveïdes per recents reconsideracions conceptuals en el brancom del pensament. Així, per exemple, als voltants d'una teoria de la informació es pot pretendre la dissolució d'antics termes i de certs problemes tradicionals. Però les qüestions romanen; ara, en canvi, sota un entorn potser més confós, perquè es considera que s'ha fet un avanç en creure poder superar qüestions que, al contrari, es formulen amagades.

Però, sobretot, pel que fa a l'antropomorfització del món (la qual ha estat la tendència o el residu d'un tipus de pensament (pre-científic) viciat que el desenvolupament del discurs científic ens ha ensenyat a combatre'l i a emancipar-nos-en) hem de dir que si la imatge laplaciana determinista del món servia per a una certa expulsió de Déu de la imatge del món proveïda per la ciència física, ara la situació està essent propícia per a l'expulsió de la imatge física del món proveïda per la ciència (tot i que el mètode de la ciència operarà amb la recerca de "determinismes") d'aquella visió determinista i relegar-la a les prerrogatives de la visió divina. (Encara que s'acceptés que la mà de Déu té un reflex en el món, en el seu ordre o estructura legal, sempre serà un 'reflex', un ressò. Aquest ordre no pot reflectir el plenum determinista, que restaria com a prerrogativa d'una visió sobrenatural de la realitat; la visió interna del món físic no pot contenir una caracterització determinista com a modus operandi fonamental de la realitat, almenys no en solitari, sense la seva associació amb bàsiques estructuracions legals in-deterministes).

Des d'aquesta imatge propensional del món (i en particular, en harmonia amb aquesta imatge, des de la proposta d'una aleatorització real, això signifca, des de la irrellevància dels processos constituents de tipus determinista en la seva incorporació a conjunts d'aquests processos; irrellevància que proposem com a garantia vàlida per a parlar de probabilitats reals en el cas singular però amb significació col·lectiva) resultaria, més enllà de l'exposició immediata de la nostra tesi, la conseqüència del rebuig (com a meta de la ciència o d'un pensament que mira la ciència com un tot que identifica la plenitud de la realitat) d'un cert enteniment d'un ideal unificador que travessa una imatge d'allò real. No correspon a la nova imatge oferta per la visió propensional una explicació de tots els processos o nivells de realitat des d'una connexió plena entre ells en una manera determinista de concebre l'estructura del món. Com afirmà Popper, les dades de l'evolució determinista d'una tirada particular de la moneda i la predicció del seu resultat just abans de caure és un coneixement inútil pel que fa als resultats freqüencials en un conjunt molt gran d'aquestes tirades. Encara que a determinat estat mental particular nostre li estigui corresponent, en altre nivell, un determinat procés químic, o fins i tot quàntic, la imatge de connexions d'aquest tipus és falsa, en el sentit que no podria ésser gaire explicativa. Parlar de la nostra incapacitat només podrà ésser definitivament lícit en relació a un recipient ideal diví, però no ho serà en relació a l'estructura o ordre de la realitat, on molts processos internivells no es troben regits de manera que continguin totes les quantitats d'informació, no incorporen en la seva estructuració totes les dades de tots els microprocessos que el macroprocés conté. La coneixença de la realitat, en el sentit de l'univers real que ha arribat a la producció d'éssers vius que el poden conèixer, és cec a la seva estructuració determinista plena, aquest darrer ordre és aliè a la seva estructura. Encara que les ciències progressaran establint connexions entre nivells de realitat, les probabilitats s'hi trobaran en mig; entendre que això darrer és resultat de la nostra ignorància d'una realitat que per si mateixa és completa i plena, només pot constituir una afirmació feta des d'una extorsió ideològica, des d'un prejudici. (Aquesta introducció de la "ignorància" a la realitat -que ve tematitzada amb la consideració realista de la probabilitat- és també una lectura que pot veure's afavorida pel seu subjacent entroncament amb la sensibilitat actual, on la pèrdua de la concepció d'una natura inescapable pot permetre retractar la idea de la imperfecció del coneixement davant aquella natura inabastable, ara la natura també és, per naturalesa, limitada.)

El coneixement científic mai assoliria aquesta mena de realitat en si, això és assumible, encara que només sigui sobre un paper oficial, però queda per acceptar que aquesta conclusió resulta del fet que aquesta realitat en si, si es troba en cap lloc, haurà d'ésser amb un peu ben gros fora de la realitat, i si aleshores cal recordar un concepte més ampli de 'realitat', aquesta realitat no serà la realitat on s'han produït éssers vius intel·ligents capaços de coneixement científic. Contra un costum dissolvent en una certa mesura habitual en la darrera filosofia, la qüestió no és bastarda o innecessària: és inevitable. En qualsevol cas es tractarà d'una borderia inevitable, perquè ara el tema sorgeix d'una reflexió provocada als voltants de teories científiques concretes, com és el cas de la

relació de la mecànica estadística clàssica amb la mecànica clàssica. Popper defensava, a més, que la seva proposta propensional s'inscrivía en una 'metafísica racional' com a estimulant fructífer per al desenvolupament del pensament. Però tot això correspon a la projecció de la conjectura propensional, encara que ha calgut referir-la perquè no es pot elaborar i defensar el concepte propensional sense esmentar les imatges que provoca, i perquè el fonament últim de les objeccions és només el recolzament d'una amagada metafísica determinista emmagatzemada en la nostra herència cultural.

Les qüestions abastades presenten els següents recorreguts

En el *capítol II* es recorden les dificultats pròpies de la interpretació freqüencial de la probabilitat, que sembla remetre la probabilitat a algun tipus de característica amb presència ontològica, o, si més no, objectiva.. Així, el problema de la convergència entre la freqüència i la probabilitat del cas singular duu directament a l'extensió a la freqüència límit en seqüències de llarg termini, on roman l'anterior qüestió, i s'hi afegeix la unitat de les freqüències amb el problema de l'assignació de la prova individual a la classe de referència adequada i la manca de criteris intrínsecs freqüencials per a aquesta qüestió. Un ressò d'aquesta unió conflictiva es manté en un model estàndard de l'explicació científica, com el de Hempel, i les seves versions, i es fa palès, també, en la incapacitat de donar compte de les lleis estadístiques com a lleis genuïnes; tot plegat, en aquest informe queda subjacent una compromís ontològic amb el determinisme, amb la negació de les autèntiques probabilitats realistes.

En el *capítol III* es dona notícia de la naturalesa disposicional que exigeix la veritable concepció realista de la probabilitat, i, en conseqüència, la caracterització de les propietats físiques segons aquella visió. L'exigència pròpia de la proposta propensional de remissió de la probabilitat a una dependència de la situació física que la conté com a possibilitat. S'evidencien les dificultats exposades per diversos autors -com Kyburg, Milne i Eells- que té la interpretació propensional per a la satisfacció de les demandes estàndard sobre les interpretacions. En particular, tot i certs avantatges sobre la visió freqüencial, arrossega de similars dificultats que aquelles freqüències tenien com a pròpies; i el que és pitjor encara, el propi concepte apareix com a indefinible, en la relació entre valor probabilístic que resulta de la pròpia situació física en cada prova i els valors freqüencials obtinguts o virtuals per al conjunt de moltes proves. Aquesta darrera dificultat prolonga una deficitària presentació del concepte en el seu mateix origen popperian i que sembla inevitablement no poder desembocar en cap solució. Aquesta ambigüitat expositiva ha estat presentada en un desdoblament del concepte propensional: de llarg termini i de cas singular; o, també ho podem dir, de propensions aplicades sobre sistemes deterministes d'una banda, i de l'altra a sistemes indeterministes genuïns. Una interpretació propensional, a diferència d'una freqüencial, ofereix un determinant ontològic que permeti distingir les lleis estadístiques de les meres generalitzacions accidentals, i, en particular, afegeix Fetzer, la propensió cas singular interpreta de mode realista l'informe tradicional de l'explicació.

En el *capítol IV*, certes dificultats gairebé comunes a les interpretacions de la probabilitat han d'ésser assenyalades també per a la perspectiva propensional pel que fa a la seva adequació al càlcul estàndard de la probabilitat. Però sobretot, les propensions, com a tendències causals singulars, o si més no, en quant atribuïdes vàlidament com a protagonistes responsables per a cada prova singular possible en el seu status realista, presenten una dificultat peculiar davant les probabilitats condicionals, com mostrà Humphreys. Han estat diverses actituds davant aquest tema i el problema de la possibilitat teòrica de successos amb probabilitat molt propera a 0 (v.gr., seqüències patològiques o divergents del valor probabilístic) i, no obstant això, possibles. Però tot apunta a intentar mantenir una certa distància entre la propensió, com a noció física, i la probabilitat, com a concepte matemàtic -encara que aquest mode d'expressar-se no sigui precís. Diverses posicions s'han pres davant aquesta qüestió i les seves conseqüències (Humphreys, Milne, Suppes, Salmon, van Fraassen, Giere, i la teoria indeterminista de la causació de Sapiro que s'assumeix com un exemple a favor). En un seguiment de les línies generals de Popper, es reforça el caràcter metafísic de la propensionalitat com a caracterització de la realitat del món: les probabilitats, que poden mesurar no només propensions, no és allò que interpreta la propensió, més aviat caldria dir que les mesures de probabilitat interpreten o s'aproximen a la categoria metafísica o física de la propensió.

En el *capítol V* es presenta la bàsica caracterització estàndard sobre les probabilitats de la mecànica estadística clàssica i dels jocs d'atzar. És a dir, com a situacions que corresponen a una descripció determinista. Concepció a la qual s'adhereix el propensionalisme cas singular de Fetzer, acceptant, aleshores, una concepció subjectiva de les probabilitats en aquests sistemes: si el sistema quan es troba màximament especificat, tancat, és determinista no hi ha propensions, les probabilitats seran la mesura d'un buit epistèmic, d'un accés epistèmic

incomplet (Schneider), encara que objectives seran probabilitats trivials (1 o 0) perquè la família de successos possibles només és una ficció epistèmica.

En el *capítol VI* es presenten una sèrie d'argumentacions (Sklar, Milne, Schneider, Kyburg, van Fraassen) contra les propensions, que mostren la seva dificultat per a ésser atribuïdes a una entitat o estructura física, real. Principalment, si el sistema és determinista; és a dir, si hi ha condicions ocultes que constitueixen la condició suficient per a un resultat determinat en una prova particular, no hi ha lloc físic per a les propensions. Llavors hi ha un 'tipus' d'experiment (on estarien descrites les condicions variables o no controlades) rere el tipus on es proposa la presència propensional (les condicions invariables de prova a prova), cosa que fa innecessari el pegot metafísic de la propensió.

El *capítol VII* dóna compte dels coneguts arguments popperians del *Post Scriptum* sobre la insuficiència del plantejament determinista per a oferir un enunciat legal sobre un conjunt de successos, que és un enunciat sobre freqüències, que només pot tenir el sentit de correspondre a una teoria o conjectura probabilista sobre la situació real abastada, teoria que significa un compromís ontològic i que permet realitzar prediccions -característica peculiar de les teories deterministes per a prestigiar la seva extensió ontològica- per a les quals és innecessari la descripció completa de la situació que reclama la perspectiva determinista. La crítica determinista -plantejada per l'existència de condicions inicials ocultes per la seva variabilitat- queda reduïda a l'admissió d'un postulat sobre el disseny d'una "harmonia preestablerta" al món. També, que la dificultat empirista que inevitablement presenta una teoria probabilista ja fou reconeguda per Popper quan pensava freqüencialment en *La lògica*, havent de recórrer a un criteri metodològic de demarcació perquè els enunciats probabilistes a la física no pateixin d'una especial circularitat o manipulació arbitrària que per la seva peculiaritat els deixés fora del discurs científic. En aquest sentit, les teories probabilistes pateixen d'una malaltia irreductible, però a la qual, en el fons, potser, no serien aliens tots els enunciats científics quan són sotmesos a una concepció de la ciència on la seva naturalesa consisteix en l'admissió de la constant revisió de tots els seus enunciats. Aquesta inseguretat que posseeixen els enunciats probabilistes seria l'adequada a un món canviant, obert, recipient de possibilitats.

En el *capítol VIII* es fa una aproximació al crucial problema interpretatiu realista de vincular propensions de la situació i freqüències en la repetició d'aquella situació. Es tracta de posar de manifest la naturalesa de les qüestions implicades en les crítiques, com la reductibilitat de les nocions propensionals a propietats o estructures no disposicionals. El debat queda reduït a preses de posició filosòfica sobre el tipus d'entitats i termes admesos en la descripció del món. Això mostra que les crítiques es recolzen en descripcions esdevenimentals; mentre que la naturalesa disposicional de la concepció propensional exigeix el dret a descriure aspectes més estructurals, de possibilitats contingudes, que no precisen de la manifestació o propietats categòriques, ni tampoc dels detalls, dels successos. S'assumeix l'ambigüitat popperiana com a inevitable, el succés concret és singular alhora que com a possible membre d'un col·lectiu rep l'atribució probabilista, la identificació propensional assumeix la paradoxa que el cas singular en aquesta condició singular conté les característiques de la inserció en un conjunt; si es nega això, no hi ha enunciat legal a establir, i aquest enunciat és probabilista per rellevància de la situació, no de la ignorància de l'observador. Si el succés individual descrit en les seves condicions inicials particulars no forma part del col·lectiu o tipus experimental, això ha de tenir un sentit físic: hi ha una irrellevància física del detall d'aquells paràmetres. L'exigència de donar compte del col·lectiu des de tots els detalls individuals no és que sigui epistèmicament impossible és que és innecessari (com afirmà Popper), i aquest és el sentit físic de la teoria probabilista i la justificació de l'atribució realista de probabilitat al cas individual: la seva (possible) inserció en un macroprocés que és cec a aquelles característiques variables. Malgrat la seva semblança amb la perspectiva freqüencial (Salmon), la teoria propensional exigeix assenyalar propietats en el món, això significa un inevitable compromís explícit amb l'indeterminisme ontològic. Mentre que en els raonaments rivals es presenten argumentacions com a neutrals, però que no poden defensar-se si no és en la raó última d'un amagat compromís amb una cosmovisió determinista.

El *capítol IX* és una presentació bàsica del nucli dels problemes de fonaments que presenta la Mec, que és una teoria basada en la MC però que ha incorporat probabilitats i una conducta dels sistemes dirigida temporalment amb l'objectiu d'explicar els fenòmens termodinàmics des dels constituents de la matèria. Es mostra les línies principals dels desenvolupaments que conclouen en la sortida donada pels Ehrenfest i el fonament de les solucions al problema que resta en aquesta imatge, és a dir, l'ús dels conjunts representatius, les justificacions ergòdiques i la seva prolongació en els sistemes amb inestabilitat dinàmica. En especial també s'esmentaran les característiques de la crítica als resultats justificacionals, com la que fa Sklar o Batterman als propòsits de l'escola de Brussel·les, com també es ressenyarà certs aspectes del treball de Krylov que tenen rellevància per a nosaltres com a crítica del paradigma determinista-freqüencialista-empirista. Si ni les probabilitats ni el comportament asimètric han pogut ésser justificats des de la MC, produïts dinàmicament, això podria significar que són un afegiment aliè al paradigma fonamental de la física i que en conseqüència -com a resultat de la forta impregnació determinista d'aquell paradigma- haurien d'ésser considerades un producte de la incapacitat humana de donar compte de la totalitat d'una situació que permetria el seu dibuix determinista. Però aquesta situació no és una conclusió; i, si no és només un prejudici, tan sols representa el projecte que deriva

d'una imatge determinista del món. Només sobre aquests fonaments, l'afirmació de Fetzer no és satisfactòria, però, a més a més, és invàlida.

El *capítol X* mostra que quan es desenvolupa la tasca que fa la noció de propensió enfront les concepcions no realistes i deterministes de la possibilitat, es presenta l'enllaç ineludible entre la interpretació propensional i una consideració realista del temps, val a dir, on el futur és obert, i no tancat a la manera determinista. Precisament s'ha intentat fer servir el fenomen expressat en la segona llei per a reduir i subjectivitzar la noció de temps. Es presenten diversos aspectes d'aquesta problemàtica: si hi ha processos físics irreversibles amb independència de la seva connexió amb l'augment entròpic, si la reversió d'un procés significa la reversió del temps. L'exposició de Popper mostra les conseqüències últimes que té la mecànica quan es veu sota el desenvolupament de l'enfocament ortodox de la ME: la reducció boltzmanniana de la intuïció macrofenomènica, o interpretació estadística de la fletxa del temps via la seva reducció pel creixement entròpic, representa un plantejament subjectivista (del temps i també de l'entropia) que és criticat per Popper abastant la mateixa mecànica que havia generat aquella resolució boltzmanniana (objeccions de la reversibilitat i de la recurrència). També donem compte de la posició de Popper sobre la ME i la segona llei, com de la seva crítica a la caracterització subjectivista. Aquí es manifesta que l'afirmació de Fetzer no és pertinent des d'un punt de vista propensional. Acaba amb qualsevol proposta propensional, sigui de cas singular o de llarg termini, perquè nega el terra on es poden fer postulacions propensionals, la realitat del temps, i també no té en compte el paper que té la noció propensional davant el problema que apareix amb l'aparició de les probabilitats en combinació amb l'actitud determinista de certes lleis, un paper que dóna la idea d'allò que és un món propensional.

En el *capítol XI* cal introduir el caràcter de la macroregularitat davant el determinisme del succés individual, també típicament entès indeterminat, i fer l'advertència de la naturalesa casuística i ordenancista de l'indeterminisme (com d'altra banda correspon a les modernes teories indeterministes de la causació) a diferència de la qualificació pejorativa des del determinisme. Es qüestiona la legitimitat del tancament del sistema, admès acríticament en la caracterització fetzeriana, i recolzat en un supòsit d'exclusió de les interferències que no té justificació empírica (segons reconeix Hempel), i que, per exemple, permet la fortalesa predictiva d'explicacions nomològico-deductives. Això darrer indica una tracte asimètric. En el cas de la reflexió sobre la M.E. es criticava la manca de tret real del món per a la distribució de probabilitats. És a dir, s'exigeix la justificació de les assignacions probabilistes fetes als casos individuals. Per consegüent, es critica l'abstracció probabilista de les condicions ocultes en el tipus experimental que integra el succés individual en la seva pertinença col·lectiva, i que precisament fa aquesta integració enunciant, en les característiques invariables o homogeneitzadores, l'inespecificació d'aquelles condicions com un neutralitzador tret físic rellevant estructuralment. La dificultat de l'assumpció d'un cas individual (determinista) que en llarg recorregut és productor de freqüències característiques mitjançant l'assignació de probabilitats reals (propensions) a aquell cas, era el problema central de l'ambigüitat en el concepte propensional; però això es pot entendre també com l'ambigüitat de la pròpia noció de cas singular, amb la consegüent dificultat per al requisit fetzerià de tancament del sistema. Podem servir-nos d'exemples aliens als nostres objectius però que ens il·lustren d'un determinisme que només té realitat en la cristal·lització o realització, però que, en rebutjar la ignorància d'una situació oberta, no té sentit predictiu; en aquest sentit només és un coneixement diví. Però si això darrer és la referència per a poder seguir parlant de determinisme (i de probabilitats subjectives, en relació a la M. E. i als jocs d'atzar), ja no tindria sentit seguir continuant parlant d'aquesta manera. Cal, llavors, aproximar-se a l'atzar amb una imatge més física en un món on hi ha probabilitats precisament perquè Déu no juga amb els daus, i el món, per definició, no és Déu.

Amb el *capítol XII* la informació pren caràcter realista en la ignorància objectiva al món. S'apunta que possiblement no s'aconseguirà mai un ideal unificador reductiu de la realitat, perquè la realitat com a ordre o ordenació estructurada s'estableix ometent quantitats d'informació, essent cega a un sistema complet de condicions detallades indiscriminades. Llavors, l'enteniment subjectiu de les probabilitats pren validesa en el realisme d'una característica del tot sencer universal, que és la operació de la ignorància com una propietat al món (on s'expressen probabilitats) com mostren les diferents rellevàncies causals de les propietats en els diferents processos. No hi ha lloc o intel·ligència al món on els processos siguin significatius narrats amb tot l'equipament de propietats i característiques de la realitat sencera que incorporen. Amb aquell tipus d'ideal moltes coses no podran ésser explicades, no per manca de la nostra informació, sinó pel *modus operandi* d'una realitat evolutiva, canviant, propensional, on el futur no arrossega la memòria plena del passat, sinó que la capacitat de creació de noves estructures s'assoleix neutralitzant molta informació (que d'incorporar-s'hi presentaria el predisseny d'un curs determinista dels esdeveniments), inútil en les estructuracions emergents. L'exigència (plantejada per Sklar) que els postulats probabilistes conjecturats en la mecànica estadística siguin consistents amb la legalitat mecànica subjacent és un requisit d'una mena de compatibilitat lògica (no necessària, Hempel) que no s'acomoda amb aquesta perspectiva.

Part primera

Capítol Primer.- Conceptes elementals de probabilitat

I.1.- Algunes nocions preliminars de probabilitat

Ω és l'espai de resultats, d'esdeveniments elementals, o *espai mostral* (o també el *succés segur* o *conjunt fonamental de probabilitats* segons altres denominacions) d'un possible experiment aleatori. F és una família de successos, una col·lecció de successos sota les propietats de la teoria de conjunts (o àlgebra (o cos) de successos, o també *camp sigma* o *camp Borel*) sobre Ω ; és a dir, una classe de subconjunts de Ω , una subclasse del conjunt potència, $P(\Omega)$, que inclou a Ω o succés cert o segur, tal que satisfà les següents condicions:

1. $\emptyset \in F$
2. Per a tot $A \in F$, és $\bar{A} \in F$ (és tancada respecte a l'operació complementari*)
3. $A_1, A_2, \dots, A_n \in F$, es compleix $\bigcup_{i=1}^n A_i \in F$ (és tancada respecte de l'operació unió, és a dir, conté les possibles unions). I també conté les possibles interseccions** ($\bigcap_{i=1}^n A_i \in F$).
4. Per a qualsevol successió numerable o comptable de successos $A_1, A_2, \dots, A_n, \dots \in F$, es compleix que és tancat respecte d'unions infinites comptables: $\bigcup_{i=1}^{\infty} A_i \in F$

(*)El succés *complementari* (\bar{A} , o *no A*, $\neg A$) d'un succés donat A és el succés que succeeix quan A no succeeix; el succés contrari de A és el complementari de A respecte del conjunt Ω . (Els successos \bar{A} i A són incompatibles).

(**)A diferència de la disjunció o incompatibilitat entre successos, la realització simultània de successos és la *intersecció* de successos. Així, la realització simultània de dos successos A i B constitueix el succés $A \cap B$ o intersecció de A i B (dos successos A i B disjunts o incompatibles es representa per $A \cap B = \emptyset$, A i B no tenen membres en comú, o és impossible que ambdós siguin veritaders)

P és la mesura de probabilitat sobre un espai probabilitzable (Ω, F) , on Ω és un conjunt i F un àlgebra de successos sobre Ω . Es defineix com l'aplicació de l'àlgebra sobre els nombres reals $P: F \rightarrow R$, és a dir, és una aplicació que assigna a cada element A de la σ àlgebra F , o domini d'arguments, un nombre real que s'anomena la seva *probabilitat*, $P(A)$. Aquesta estructura $\langle \Omega, F, P \rangle$ és un *espai de probabilitats* que satisfà les condicions de l'axiomàtica de Kolmogorov (o qualsevol altra alternativa) -on el càlcul probabilístic s'ha considerat un domini particular de la teoria de la mesura:

- A.I. Per a tot $A \in F$, $P(A) \geq 0$
- A.II. $P(\Omega) = 1$ (que amb A.I., resulta $0 \leq P(A) \leq 1$). Ω és el succés segur de F .***
- A.III. Per a tota successió numerable**** de successos mútuament disjunts***** $A_1, A_2, \dots, A_n, \dots$ de F es compleix l'anomenada additivitat completa o additivitat σ :

$$P\left(\bigcup_{i=1}^{\infty} A_i\right) = \sum_{i=1}^{\infty} P(A_i).$$

(***)Essent el conjunt fonamental de probabilitats (el conjunt de possibles resultats o sistema complet de successos), Ω , el succés segur (del qual es convé com la seva mida el valor unitat), el succés *contrari* a Ω , o succés *impossible* es representa per \emptyset .

(****)Que es pot establir una aplicació bijectiva entre els termes de la successió i el conjunt N dels nombres naturals

(*****) Ω és compost per una col·lecció de successos A_1, A_2, \dots, A_n , que són *disjunts* dos a dos. (O sia, que quan es realitza qualsevol no pot realitzar-se qualsevol altre, també es diu *incompatibles*, excloents; és a dir, si per $A_i, A_j \in F$ i $i \neq j$, llavors $A_i \cap A_j = \emptyset$). L'axioma III diu que la probabilitat de tots els successos membres de la col·lecció és la suma de les probabilitats de cadascun d'aquests successos. L'*additivitat finita* és simplement: $P(A \cup B) = P(A) + P(B)$, per a A i B mútuament incompatibles de F . També l'axioma III se substitueix de vegades per l'axioma de continuïtat: si $(A_n)_{n \geq 0}$ és una successió de successos de F tal que $A_{n+1} \subset A_n$ per a tot $n \geq 0$ i si $\bigcap_{n \geq 0} A_n = \emptyset$, llavors $\lim_{n \rightarrow \infty} P(A_n) = 0$

Els successos A_1, A_2, \dots, A_n són el conjunt de resultats possibles quan es fa una realització de l'experiment aleatori. Essent el conjunt Ω el succés segur (del qual es convé com la seva mida el valor unitat atribuït), el succés contrari a Ω , o *succés impossible*, que no conté cap succés elemental, es representa per \emptyset (i $P(\emptyset) = 0$).

En l'exemple de la tirada d'una moneda, el sistema complet de successos és compost pels successos: A_1 ('sortir cara') i A_2 ('sortir creu'), ambdós successos possibles són igualment probables, $P(A_1) = 1/2$ i $P(A_2) = 1/2$, on $P(A_1) + P(A_2) = 1$. Per tant, a partir de l'espai probabilitzable (Ω, F) i de la mesura de probabilitat P es defineix la terna $\langle \Omega, F, P \rangle$ que rep el nom d'*espai de probabilitat* (o *probabilitzat*) E com a model d'un experiment. Raonaments lògics permetran derivar tots els teoremes o lleis des d'aquells axiomes. Per exemple, el teorema de la probabilitat total: $P(A \cup B) = P(A) + P(B) -$

$P(A \cap B)$. O bé una regla, conjuntiva, de multiplicació: la probabilitat d'ocurrència conjunta de dos esdeveniments independents s'obté per la multiplicació de les probabilitats de cadascun d'ells. També, una regla, disjuntiva, d'addició per a la probabilitat combinada que un o altre succés siguin vertaders, essent mútuament excloents que és la suma de les probabilitats de cadascun d'ells, etc...

' $P(A/B)$ ' o ' $P(A,B)$ ' es llegeix 'probabilitat del succés A condicionada (o donat el) al (o pel) succés B ', o també probabilitat condicional de A relativa a B , $P_B(A)$. La probabilitat condicional: $P(A/B) = P(A \cap B) / P(B)$ (a condició que $P(B) \neq 0$). La probabilitat condicional és una probabilitat, i.e., compleix els axiomes del càlcul. Aquesta noció permetrà el càlcul del valor de $P(A/B)$ quan es coneix el de $P(B/A)$, o inversió de la probabilitat. La llei de la probabilitat inversa: si $P(B) \neq 0$, llavors $P(A/B) = [P(A) P(B/A)] / P(B)$. Una llei com $P(A \cap B) = P(A) P(B/A)$ relaciona la probabilitat condicional i l'absoluta.

Al contrari de la condicionalitat, el succés A és independent del succés B si $P(A/B) = P(B)$. El succés B és independent del succés A si $P(A/B) = P(B)$. (Òbviament essent en cada cas la probabilitat distinta de 0). Tenint en compte la definició de probabilitat condicionada es té que $P(A/B) = P(A \cap B) / P(B) = P(A)$. El succés segur i el succés impossible són independents de qualsevol altre succés. És una relació recíproca que té com a condició: $P(A \cap B) = P(A) P(B)$. La independència de successos ens indica que certs successos no influeixen en els altres; com per exemple passa en la tirada de dos daus, on el nostre coneixement del resultat d'un dels daus tirats no ens anticipa de cap manera el resultat que produirà l'altre. O sobre dues tirades d'una moneda, el resultat de la primera tirada no influeix i tampoc no anticipa el resultat que sortirà en el segon experiment -llevat que d'una tirada a l'altra la moneda es consumi el patiment d'un desgast que afecti la probabilitat de les alternatives. És a dir, que el coneixement d'una variable no produeix cap informació sobre l'altra o que el coneixement que un succés hi ha ocorregut no altera la probabilitat per a la seva futura realització, ni la probabilitat del fet que un altre de diferent en pugui ocórrer o que n'hi hagi ocorregut d'altre.

L'axiomàtica mostra el seu compliment per part de l'aplicació $F \rightarrow R$ que defineix la probabilitat P , la qual pot determinar-se de diferents maneres que corresponen a interpretacions de la probabilitat, cadascuna ha de satisfer el càlcul axiomàtic. Per exemple, aquest càlcul de probabilitats és satisfet per la visió clàssica de la probabilitat basada en la definició laplaciana. Aquesta interpretació i les seves versions modernes consideren que la probabilitat d'un succés és el quocient entre el nombre de casos favorables a la seva realització i el nombre de casos possibles en l'experiència, posat que tots els successos alternatius siguin igualment possibles. Com veiem, doncs, aquesta definició de la mesura de probabilitat com la raó del nombre de casos favorables al nombre total de casos suposa que cadascuna de les possibilitats és igualment probable, una hipòtesi complementària que els successos són equiprobables o equipossibles, i.e., una assumpció apriorística segons la qual els valors probabilístics es troben distribuïts uniformement dins l'interval $[0,1]$.

Suposem que en un conjunt fonamental de probabilitat existeix un sistema de successos A_1, A_2, \dots, A_n , de forma que, essent disjunts dos a dos, es tingui: $\sum_{i=1}^n A_i = \Omega$. Sobre aquest sistema complet de successos s'accepta la hipòtesi complementària que els esmentats successos són equiprobables - afirmació de demostració difícil de vegades. Llavors es té $P(A_1) + \dots + P(A_n) = P(\Omega) = 1$, i en ésser tots ells equiprobables, $P(A_i) = 1/n, \forall i$. Si un succés B pot obtenir-se per la unió d'un nombre b de successos de tal sistema, $B = A_1 \cup \dots \cup A_b$, es té $P(B) = P(A_1) + \dots + P(A_b) = b/n$. O sigui, que en aquestes condicions, la probabilitat d'un succés s'ajusta a la definició clàssica: quocient entre el nombre de casos favorables i el nombre total de casos possibles. Aquesta és una forma de calcular la probabilitat. Mètodes combinatoris es faran servir a fi de calcular en cada cas els casos favorables a un determinat succés i els casos possibles.

Que la raó a favor d'una alternativa es trobi acompanyada d'una raó de la mateixa forma a favor de l'altra alternativa, és un postulat que reclama una justificació per poder-lo fer, una base des de la qual es pugui dir que *sabem* que cada resultat possible té el mateix pes, o bé sostenir que no hi ha cap altra raó per a justificar aquesta distribució uniforme de probabilitat que la fonamentalitat d'un principi autoevident, atès que la demostració de la seva veritat sigui impossible. Aquesta exacta correspondència de les raons per a la creença a favor de qualsevol de les alternatives comporta una 'paritat d'ignorància', i.e., deriva d'una mancança total de les raons per a les alternatives. Des d'aquesta simetria de les raons s'aplica el principi d'indiferència (un principi de raó insuficient), mitjançant el qual, sobre les evidències disponibles i amb sentit comú, es consideren iguals les n probabilitats de (assignades a) les n alternatives mútuament excloses.

La definició clàssica de la probabilitat té el seus orígens en la consideració tradicional de la probabilitat com la racionalitat d'un càlcul que intervé quan tenim un coneixement imperfecte d'alguna realitat. Aquest tarannà del seu origen laplacià s'incrementa quan aquella indiferència podria no tenir cap altre fonament que la nostra pròpia ignorància sobre la situació real. Aleshores una interpretació clàssica no té protecció davant una caracterització subjectiva on les probabilitats són un producte de la nostra ignorància. No evita, doncs, que la probabilitat sigui considerada res més que una estructura matemàtica que és usada en la gradació racional de les nostres creences sobre hipòtesis o sobre esdeveniments, en general sobre diverses alternatives en la qüestió que es tracti sota una insuficient coneixença dels fets rellevants per a l'afirmació d'allò que realment es produirà. I en consonància amb aquest sentit, amb precisió, la probabilitat s'assigna a enunciats (sobre fets, per exemple) més aviat que als mateixos esdeveniments o propietats.

Associada amb un espai mostral, Ω , de resultats d'un experiment es defineix com una 'variable aleatòria discreta' que té com a domini Ω l'aplicació de Ω en el conjunt dels nombres reals, R , que associa a cadascun dels successos elementals o possibles resultats de Ω una imatge única. Aquesta funció monàdica $\xi: \Omega \rightarrow R$ com es veu és definida per als elements de l'espai mostral. El conjunt imatge $\xi(\Omega)$, o simplement ξ , d'aquesta funció és un conjunt discret que es troba constituït per

un nombre finit o infinit numerable de nombres reals aïllats que són els valors de la funció; a cada element d'aquest conjunt imatge li correspon algun succés de Ω que constitueix així les antiimatges de l'element de. És discreta perquè existeix aquell conjunt de nombres reals que: $\bigcup_{i=1}^n \{\omega \mid \xi(\omega)=x_i\} = \Omega$; o bé, per al cas d'un nombre infinit numerable de nombres reals, $x_1, x_2, \dots, x_m, \dots: i \in \mathbb{N} \cup \{\omega \mid \xi(\omega)=x_i\} = \Omega$. Donat un espai de probabilitat $\langle \Omega, F, P \rangle$ i una funció aleatòria $\xi: \Omega \rightarrow R$ on es compleix l'antiimatge $\xi^{-1}[B=I(x)]$ per a tot valor real x , amb la qual cosa es dona un nou espai probabilitzable $\langle R, \beta \rangle$ induït per la variable aleatòria, on β és l'àlgebra engendrada per intervals del tipus B ; nou espai en què la probabilitat P^* induïda assignarà probabilitats: $\langle \Omega, F, P \rangle \xrightarrow{\xi} \langle R, \beta, P^* \rangle$ i $P^*(B) = P[\xi^{-1}(B)]$. Tota variable aleatòria ξ definida sobre un espai de probabilitat $\langle \Omega, F, P \rangle$ permet definir la funció de distribució F_X de probabilitats per a aquesta ξ , és a dir, la imatge d'un nombre real x per la funció de distribució $F_X: R \rightarrow R, \forall x \in R, F_X(x)$, dona la probabilitat que ξ tingui el valor menor o igual que x , (probabilitat acumulada fins x) $P(\xi \leq x): F_X(x) = P\{\omega \mid \omega \in \Omega, \xi(\omega) \leq x\}$. La funció de densitat per a una variable aleatòria discreta ξ que pot prendre els valors x_1, x_2, \dots, x_n és la funció $f_X(x)$ que assigna a cada valor de la variable, $f_X(x_i)$, la probabilitat que esdevingui $P(\xi = x_i): f_X(x) = P\{\omega \mid \omega \in \Omega, \xi(\omega) = x\}$, per a $x = x_i$. Per a la variable contínua es verifica: $P(a < x \leq b) = \int_a^b f(x) dx$. La manera d'obtenir la funció de distribució des de la funció densitat és per a la variable discreta: $F_X(x_i) = \sum_{i=1}^j f_X(x_i)$, i per a la variable contínua: $F_X(x) = \int_{-\infty}^x f(x) dx$.

Una distribució de probabilitat mostra el comportament d'un nombre possibles esdeveniments o resultats d'una prova i les seves probabilitats corresponents, és, per tant, una taula o distribució de freqüències. És descrita per les mesures de tendència central (com la mediana, la mitjana o la moda). Des de la funció de distribució es pot definir l'esperança matemàtica de la variable aleatòria discreta ξ que és el valor mitjà o valor esperat de la seva distribució $M(\xi) = \sum_{i=1}^n x_i p_i$, i.e., la suma del producte del valor de la variable per la seva probabilitat, i per a la variable contínua, $M(\xi) = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx$. I per les mesures de dispersió o variació com la desviació tipus o estàndard de la distribució de la variable, que es donada per l'arrel quadrada de la variància, essent aquesta: $\sigma^2 = \sum_{i=1}^k f(x_i) (x_i - M)^2$.

Una mitjana té molts procediments per al seu càlcul, identifica el punt mitjà d'una distribució, una mena de punt d'equilibri. Així, la mitjana, o punt més alt de la gràfica, és el resultat més probable, s'obté mitjançant la suma de tots els nombres i la seva divisió pel nombre d'observacions. La mitjana no es veu afectada pels valors extrems. La moda és el valor més repetit en una sèrie. En canvi, l'allunyament de la mitjana dona l'amplitud o dispersió d'una distribució, que és reflectida per una mesura com la desviació tipus, la probabilitat es redueix cada cop més per aquests resultats cada vegada més allunyats. Hi ha diverses distribucions, i les situacions corresponen a alguna d'elles, d'aquesta manera una distribució que exerceix de llei o regla estadística que governa la

situació en qüestió. Entre elles hi ha unes poques molt més conegudes. La *Poisson* s'aplica a la comptabilització de processos aleatoris en els quals cada esdeveniment és independent dels altres, en ella la desviació tipus o amplitud és igual a l'arrel quadrada de la mitjana. Quan hi ha un gran nombre de casos considerats, la Poisson és com la *binomial* o *Bernoulli*, que segueix una petita modificació de la regla de Poisson, donarà la probabilitat d'una determinada freqüència relativa en un nombre determinat de procés; és a dir, d'una determinada proporció d'un resultat específic en una mostra o selecció aleatòria d'un nombre determinat de proves o probabilitat de trobar la mitjana en una mostra amb un nombre determinat, es coneix la probabilitat subjacent que un resultat succeeixi en cada prova, i, per consegüent, la mitjana en el llarg termini, i la distribució ens informa sobre les fluctuacions per a mostres finites. En la *normal* o *gaussiana* la corba en forma de campana que la representa il·lustra una distribució simètrica amb una freqüència decreixent d'observacions allunyades de la mitjana, que les fluctuacions aleatòries al voltant del valor mitjà són les esperades, però que més llunyanes són molt improbables, on la corba és pràcticament a zero. S'aplica a moltes situacions: l'altura de determinats arbres en determinat país, producció i vendes, altures per a una edat específica, coeficients d'intel·ligència per edats, riscos financers, ...

La noció d'independència és una condició per a la noció de prova o *experiment aleatori* (o estocàstic) els resultats del qual constitueixen successos o esdeveniments aleatoris. A més a més, ha de poder ésser susceptible de repetició sota les "mateixes" condicions, on la independència ho és entre els resultats possibles (que constitueixen l'espai mostral) d'aquestes repeticions. En una suficientment llarga sèrie o seqüència d'aquelles repeticions es produirà una freqüència relativa per a cada possible resultat, que és la seva proporció d'ocurrències en el nombre total de repeticions o proves. La *probabilitat* es defineix com el límit de la freqüència relativa. Es va assolint el límit a mesura que el nombre de repeticions es va apropant a l'infinit. Un esdeveniment particular, A , de l'espai mostral, del conjunt de resultats possibles de l'experiment, ocorre un nombre de vegades $n(A)$ en n repeticions idèntiques i independents de l'experiment. Llavors, la probabilitat de A és identificada per ésser $P(A) = \text{Límit}_{n \rightarrow \infty} n(A)/n$. Aquestes freqüències constitueixen regularitats estadístiques, val a dir, que mantenen una estabilitat sota l'augment d'aquell nombre total. Aquesta darrera característica ens duu a un teorema del càlcul de probabilitats (i que, per tant, ha d'ésser vàlid en qualsevol de les seves interpretacions) que expressa que en augmentar indefinidament el nombre n de repeticions d'un experiment, la proporció de qualsevol dels seus resultats s'aproxima en cada cas a aquella de les seves possibilitats respectives dins límits, el interval dels quals s'estreny cada vegada més, arribant-se a fer menor que qualsevol quantitat assignable. Per tant, la llei ens demostra que la diferència entre el valor de probabilitat $1/2$ atribuït al resultat 'cara' en una tirada de la moneda i el quocient entre el nombre de cares i el total de tirades es fa arbitràriament petita si s'augmenta indefinidament el nombre de tirades. Això constitueix l'expressió matemàtica de la regularitat estadística: la *Llei dels grans nombres*,

segona llei dels grans nombres o Llei dèbil dels grans nombres, LDGN. $(X_n)_{n \geq 1}$ és una successió de variables aleatòries sobre un mateix espai de probabilitat. La LDGN afirma, per a tota $\varepsilon > 0$:

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} [P \left(\frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} - M \geq \varepsilon \right)] = 0$$

La LDGN es pot derivar de la *Llei binomial*, $P_n(S=k) = C_{n,k} p^k q^{n-k}$, que també és deduïble en el càlcul, per exemple fent servir la probabilitat total. Aquesta llei permet definir la funció de distribució per a la probabilitat que en n proves mútuament independents aparegui k vegades ($n - k$) la variable aleatòria discreta $S = \sum_{i=1}^n X_i$ amb el conjunt de valors presos: $\{0, 1, \dots, n\}$, essent p la probabilitat que aquella variable prengui el valor 1 i $q = 1 - p$ la probabilitat que prengui el valor 0, és a dir les proves on no succeeix, o succés contrari. Com es veu, la llei fa ús de l'anàlisi combinatòria per a la suma de les probabilitats de les formes incompatibles en què la variable pot aparèixer k vegades.

Si més no, aparentment, les regularitats estadístiques presentades objectivament pels fenòmens s'oposen a una concepció subjectivista de la probabilitat que vindria facilitada per un principi de raó insuficient. Però el fet és que és impossible assolir la infinitud. L'existència humana és finita, i cap dau pot ésser tirat indefinidament. En qualsevol cas, el dau probablementment es gastaria després d'uns pocs milions de tirades. Així, mai no pot ésser conegut si la proporció s'establiria en un límit fixat. No obstant això, es fa aquesta hipòtesi que la proporció límit és la probabilitat. Aquest límit és empíric, matemàticament no està garantit que el límit assoleixi el valor de la probabilitat; l'afirmació que es fa és que és *probable* que el límit de la freqüència relativa s'assoleixi en l'infinit, que és probable que la probabilitat funcioni en la infinitud, que és el que afirma la 'llei dels grans nombres' -hi podria haver una certa circularitat en tot això. Aquesta hipòtesi probabilista pot ésser tractada matemàticament; mitjançant un procediment de teoria de la mesura s'estableix una correspondència biunívoca entre el conjunt de les seqüències infinites on la freqüència relativa de la variable aleatòria assoleix el valor de la probabilitat, com a subconjunt del conjunt de totes les seqüències infinites possibles, i nombres reals, de l'interval $[0, 1]$, on s'ha de donar qualsevol valor de probabilitat, de manera que s'estableixi una equivalència entre longitud dels intervals i les probabilitats corresponents als successos elementals associats amb aquells intervals. Això permet mesurar aquell subconjunt i establir que les seqüències que no hi pertanyen, encara que possibles, són menyspreables, que tenen mesura 0 les seqüències on la freqüència relativa no assoleix el valor de la probabilitat. D'aquesta manera es pot enunciar una *Llei forta dels grans nombres* (o *primera llei dels grans nombres*), LFGN, que afirma:

$$P \left(\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = M \right) = 1$$

Les variables aleatòries són independents dos a dos.
Admeten una *esperança matemàtica* M i una *desviació tipus* σ .

Per a determinades variables, i les successions que determinen, una sèrie de teoremes hi mostren l'acompliment de la convergència expressada en les lleis dels grans nombres. És el cas dels teoremes de Bernoulli, Khintchine, Borel-Cantelli, etc. El cas particular en què per a tot $n \geq 1$ la variable X_n sigui de Bernoulli, el *Teorema de Bernoulli* afirma, per a tot real $\varepsilon > 0$:

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} [P(f_n - p) \geq \varepsilon] = 0 \quad \text{o, de forma equivalent,} \quad \lim_{n \rightarrow +\infty} [P(f_n - p) < \varepsilon] = 1$$

[f_n és la freqüència relativa (no absoluta) de realització d'un succés A que és el resultat aleatori d'una prova, n és un nombre de repeticions de la prova en les mateixes condicions, i p és la seva probabilitat, la probabilitat estimada o inicial.]

Aquest teorema afirma que la probabilitat, en la seqüència s_n , de $f_n - p \geq \varepsilon$ (que la diferència entre freqüència i probabilitat sigui considerable, sobre la consideració d'un error ε) tendeix a 0 quan n tendeix a infinit. O que, conforme n augmenta, convergeix a 1 la probabilitat o oportunitat que p es trobi dins una determinada distància al valor de la probabilitat inicial. És a dir, que és igual a 1 (que excedeix qualsevol valor probabilístic $1 - \delta$) la probabilitat que la f_n de A tendeixi cap a p quan el nombre n de proves tendeix vers l'infinit. Així, es pot calcular un n on, si $(1 - \delta) = 0,9999$, la probabilitat d'obtenir, en s_n , f_n en l'interval $[p - \varepsilon, p + \varepsilon]$ (per exemple, una freqüència fluctuant entre $0,5 - 0,1$ i $0,5 + 0,1$ on la probabilitat inicial, diguem-ne '1/2', seria assolida per p amb un marge d'error o distància ε de 0,1) excedeixi qualsevol $1 - \delta$. Això permet el càlcul de l'oportunitat o esperança que p assoleixi qualsevol distància o marge d'error determinat ε per a una s_n qualsevol; aquesta esperança o oportunitat és, llavors, una funció del nombre n de repeticions i de la distància ε triada. Per tant, aquesta expressió matemàtica precisa de la idea d'una regularitat estadística presentada per les situacions aleatòries en una llarga sèrie d'assaigs reiterats ens mostra que la diferència entre la probabilitat assignada (*a priori*) a un cert succés i la freqüència relativa amb la qual es produeix tendeix necessàriament a zero. Aleshores, quan es té la conclusió empírica d'un experiment efectuat en un nombre n molt elevat d'ocasions, v.g., la tirada d'una moneda, aquest increment en la repetició experimental ha d'associar-se amb l'aproximació al valor 1/2 de la proporció de cares en les n proves. Val a dir, la proporció és la mateixa que (el valor de) la probabilitat que té una cara en un qualsevol dels n : es diu que per a un nombre prou elevat de proves la freqüència d'un succés s'estabilitza, o que tendeix vers un cert valor que seria la seva probabilitat.

L'enunciat que si el nombre de casos involucrat ofereix una grandària mostral prou gran, aproximadament totes les distribucions de probabilitat són similars a la distribució normal s'anomena *teorema central límit* (que alguns també denominen com a llei dels grans nombres). Aquest teorema és l'expressió quantitativa del ritme de la convergència vers la *distribució normal*; permetrà calcular amb l'augment de la mostra els valors de mesures com la mitjana aritmètica o la desviació tipus amb les quals s'aproxima a la normalitat. En els seus orígens, la distribució normal es denominà *llei de l'error*.

S'entén amb aquella distribució com el que passa quan es fan moltes mesures, els valors s'agruparan al voltant del seu valor mitjà, i la distribució proporciona la probabilitat d'ocurrència d'errors que tenen un determinat valor. Llavors, la idea que sorgeix amb aquests teoremes de convergència és una justificació d'una creença com aquella que la mesura d'un conjunt de mesures s'aproximarà més al valor real quant més gran sigui el nombre de mesures fetes per l'experimentador. L'estudi o observació de les proporcions d'una característica en una població, la seva comptabilitat, es pot concebre de forma semblant a com quan es fan mesures, la mesura es podria trobar afectada per un ampli ventall de petits factors independents entre ells, i un fenomen es troba afectat per una gran nombre de influències independents en el sentit que la característica estudiada resulta una integració de molts factors

Un teorema com el de Bernoulli afavoreix una visió freqüencial. La forma d'expressar la probabilitat en els continguts d'aquesta interpretació no pot assumir els casos de probabilitats com la probabilitat que determinat partit polític guanyi unes determinades futures eleccions vinents: la probabilitat es pot comprendre com una característica atribuïble, més que a cadascun dels elements d'un gran conjunt, pròpiament al gran conjunt sencer, a una classe indefinidament àmplia, a una sèrie d'esdeveniments indefinidament extensa. En tot cas, sembla que hi hagi establerta una mena de connexió o d'íntima relació entre allò que anomenem la *probabilitat* (inicial, prèvia o *a priori*) -1/2 a l'exemple de la moneda- i la freqüència relativa aproximada d'un succés -de resultats 'cara' a l'exemple- en repetides sèries d'un nombre molt gran de proves. Però s'ha de dir que, dins l'essencial repetibilitat de l'experiment, la "*identificació*" de la freqüència (com a suposada -a "l'infinit"-regularitat empírica) amb la probabilitat (en la seva qualitat d'assignació *a priori*) no permet, tanmateix, la certesa d'afirmar el resultat d'una prova concreta. Molts han insistit que aquella convergència, afirmada pel teorema, de les freqüències vers el valor de probabilitat que el succés té en una prova no permet identificar la freqüència relativa de llarg termini entre assaigs independents amb la probabilitat inicial atribuïda a una prova única (sempre la mateixa a cada prova), no hi ha un pont directe, només una connexió que es refereix a la probabilitat que sigui el cas que la freqüència relativa s'acosti al mateix valor de la probabilitat. Per a alguns, que la convergència final vers el valor probabilístic sigui compatible amb una seqüència inicial finita de proves que divergeix força d'aquell valor no ofereix cap garantia que les freqüències observades s'aproximin al valor freqüencial de llarg termini, val a dir, no hi hauria justificació per a afirmar que les freqüències que observem corresponen a la mesura *I* a l'infinit, podrien correspondre als valors freqüencials divergents als quals atribuïm mesura *0* segons les nostres hipòtesis, i aleshores tenir una hipòtesi que fa una assignació probabilista errònia sense tenir mitjà de saber-ho. També resulta vinculada amb això altra qüestió, que representarà una obsessió per a la nostra tesi; aquesta persecució romandrà fins les últimes pàgines. Com diem, són teòricament possibles un infinit de seqüències amb diferents valors freqüencials. Encara que s'acceptés que les més improbables tinguin mesura *0*, i que la mesura *I* és ocupada per les convergents

amb el valor probabilístic. No sabem la manera d'explicar que la probabilitat assignada com un valor fix a cada prova singular pugui representar un tipus de propietat física present en cada cas singular. S'ha de compatibilitzar aquella permissibilitat de la teoria probabilista amb la pretensió d'una relació de caràcter físic des de (la probabilitat de) les proves individuals als resultats en les seqüències. Encara que tenen mesura 1 a l'infinit les produïdes per aquella probabilitat, no resulta gaire intel·ligible la possibilitat teòrica de seqüències divergents amb la probabilitat produïdes físicament per aquella probabilitat. Llavors no tenim un concepte comprensible que afirmi que en la situació física de la tirada de la moneda hi ha una entitat o estructura que produeix resultats freqüencials característics. Potser no n'hi ha ulterior explicació, és a dir, resultaria una característica intrínseca a les situacions físiques probabilistes que amb un valor fix de probabilitat no totes les mirades sobre les sèries puguin donar els mateixos valors freqüencials, si més no, abans de l'infinit pressuposat.

Les seqüències Bernoulli entre proves independents no són els únics processos aleatoris (o estocàstics, segons els autors) on no pot predir-se amb certesa l'estat següent, també n'hi ha que intervenen *probabilitats condicionades*. La conducta d'una variable aleatòria pot ésser estudiada a través del temps. Llavors una família $\{X(t); t \in T\}$ de variables aleatòries, classificada mitjançant un paràmetre t que varia en un conjunt T pot definir un procés estocàstic $\{X(t), t \geq 0\}$ anomenat procés de Markov¹ si l'estat del procés en t , (diguem-ne l'estat següent, per exemple l'anàlisi de les dades borsàries) depèn només de l'estat immediatament precedent (que seria l'actual) t_{-1} , però no dels altres anteriors o història originària; si $X(t)$ pren valors discrets, aquest procés s'anomena cadena Markov (que pot ésser discreta o contínua, segons els valors de t).

Es pot dir que el problema plantejat en el teorema de Bernoulli, on suposem el coneixement del valor de la probabilitat i tractem d'esbrinar el valor freqüencial, és justament l'invers del problema plantejat en el teorema de Bayes (que s'usa per a assignar probabilitats des de l'observació, és a dir des d'una mostra a una població). Essent $(A_i)_{1 \leq i \leq n}$ una família de successos de probabilitats no nul·les que constitueixen una partició del succés segur i B un succés, que també $P(B) \neq 0$, la fórmula o *teorema de Bayes* (o fórmula de la probabilitat de les causes o de les hipòtesis, en la generalització laplaciana):

$$P_B(A_i) = \frac{P(A_i) \times P_{A_i}(B)}{[P(A_i) \times P_{A_i}(B)] + [P(\neg A_i) \times P_{\neg A_i}(B)]}$$

o, en absència de tot coneixement concret de les probabilitats primàries:

$$P_B(A_i) = \frac{P_{A_i}(B)}{\sum_{i=1}^n P_{A_i}(B)}$$

Diu que la probabilitat retrojectiva o inversa $P(A_i / B)$ és proporcional al producte de la probabilitat projectiva o directa $P(B/A_i)$ i la seva corresponent probabilitat primària, $P(A_i)$. Sobre $P(A_i)$, $P(A_i/B)$ constitueix una nova probabilitat i indica que és l'assignació de probabilitat corresponent al cas on disposem d'informació addicional (en $P(A_i/B)$, aquesta informació és la representada o subministrada per B), ja que el coneixement d'una informació complementària fa variar la probabilitat assignada a un determinat succés. Aquest principi fonamental per al càlcul de probabilitats inverses es fa servir com la base de la inferència científica, mitjançant el seu tractament de les inferències inductives, en constituir el mètode d'inferir des de les freqüències observades a les probabilitats associades, on s'argumenta des de la particularitat de la mostra a la generalitat de la població. Ha servit per a la construcció d'una lògica inductiva, on els canvis de la personal creença en una hipòtesi h segueix coherentment una relació probabilista final o posterior $p(h/e)$, que s'estableix entre h condicionada després d'obtenir l'evidència o observació e i modificant la probabilitat inicial $p(h)$:

$$p(h, e) = \frac{p(e, h) \cdot p(h)}{p(e)}$$

I.2.- Probabilitats epistèmiques. La interpretació subjectiva

La determinació, l'assignació d'imatges a la funció de probabilitat P pot realitzar-se segons diverses maneres que són 'interpretacions' de la noció de probabilitat. Per exemple, com hem vist, es pot considerar que tots els successos són igualment probables i assignar a cadascun d'ells una probabilitat que és el quocient entre el nombre de casos favorables on es verifica el succés i el nombre total de casos possibles, de successos (l'anomenada Regla de Laplace). També es pot observar un gran nombre de proves on es puguin donar els successos, en aquest cas, o interpretació freqüencial, la probabilitat assignada correspon a la freqüència relativa del succés en aquesta seqüència de proves. O, d'altra banda (fent cas del nostre coneixement subjectiu) es pot tenir un grau de confiança en la verificació del succés que expressem mitjançant un nombre, entre 0 i 1.

La probabilitat com a mesura del grau de creença (racional)² té formalment aplicació en el camp de l'anàlisi de la decisió racional com una teoria normativa d'aquest exercici, on la probabilitat no té significació "objectiva" sinó personal, subjectiva o epistèmica. L'assignació de graus de creença al contingut d'un enunciat és determinada pel conjunt complet de creences rellevants per a un individu x en el temps t . Enfoca la nostra acció com a provenint d'una aposta i en les consideracions de risc que la poden envoltar. A diferència de les interpretacions objectives de la probabilitat, on aquesta és una mesura d'alguna cosa independent dels observadors, la probabilitat no s'atribueix a un sistema, sinó als judicis humans, com a representació del seu grau de creença sobre el sistema, sobre l'adopció d'un estat pel sistema. Essent valoracions personals, les assignacions probabilistes podrien variar entre

persones diferents, en lloc d'una probabilitat objectiva que roman constant entre les persones. I no cal una teoria sobre els fets sobre els quals fem les nostres estimacions.

"Hem de recordar que la probabilitat d'un esdeveniment no és una qualitat del mateix esdeveniment, sinó un mer nom del fonament que nosaltres, o qualsevol altre, tenim per a esperar-lo. La probabilitat d'un esdeveniment per a una persona és una cosa diferent de la probabilitat del mateix esdeveniment per a altra persona, o per a la mateixa persona després que ha adquirit evidència addicional. La meua probabilitat que un individu, de qui no sé res sinó el seu nom, morirà dins un any quedarà del tot alterada si en el següent minut em diuen que l'individu es troba en l'últim estadi d'una tisi. Encara això no fa cap variació en el mateix esdeveniment, ni en els factors dels quals depèn. Cada esdeveniment és en si mateix cert, no probable; si sabem tot, o bé hauríem de saber positivament que l'esdeveniment succeirà, o positivament que no succeirà. Però, per a nosaltres, la seva probabilitat significa el grau d'esperança de la seva ocurrència, grau d'esperança que tenim justificat en la nostra complaença per l'evidència present que tenim."³

Els arguments de la relació probabilista són hipòtesis, enunciats informatius, de creença o dubte; $Prob(A,B)$ mesura la nostra creença o coneixement en la proposició A donada la proposició informativa B . Les probabilitats són propietats mentals d'individus en certs moments. Així, com indica Fetzer⁴, la probabilitat és la creença d'un individu x en el temps t en la proposició que un electró farà un impacte a l'àrea B quan l'individu ja posseeix la creença que l'electró ha estat emès des d'una font A , $[Prob_A(B)=r]_{xt}$. També, sota aquesta interpretació, un criteri subjectiu de rellevància evidencial establirà que qualsevol membre A del conjunt de creences que x accepta en t serà evidencialment rellevant per al grau de creença que x assigni en t a alguna altra creença $-B-$, si la seva veritat o falsedat -de A - estableix una diferència en el grau de creença, $Prob_{F \cup A}(B) \neq Prob_{F \cup -A}(B)$.

Els autors que han seguit aquesta teoria han treballat -com és habitual a totes les interpretacions de la probabilitat- en la seva harmonització amb els axiomes estàndard de la probabilitat; en particular, es tracta de posar d'acord les raons que es donen per a les probabilitats subjectives amb el càlcul de probabilitats i les seves propietats, addició, transitivitat,..., i, aleshores, en correspondència amb el càlcul probabilístic, donar coherència a les nostres probabilitats que establim de manera que constitueixin condicions d'un discurs racional. Els subjectivistes tracten de desenvolupar les qüestions plantejades des dels perfils del seu propi territori, com la probabilitat subjectiva resistent a la modificació del valor donat per l'agent davant noves evidències. O els procediments que regulen les distribucions de graus de creences al llarg del temps; la condicionalització, això és, les regles per a autoritzar la revisió de les nostres distribucions de creences parcials davant evidències addicionals mantenint la coherència en les noves estimacions.

En general, des del nostre coneixement present partim en cada cas de probabilitats que produiran distribucions de probabilitat que reflecteixen les nostres creences sobre freqüències i estructures del món. Les probabilitats subjectives entren en relació amb les freqüències mitjançant les noves evidències que ens puguin proporcionar. Així, per a la tirada d'una moneda com a esdeveniment particular considerariem que no tenim cap raó, des del nostre coneixement ordinari de la moneda, per a la predicció d'un resultat com a més possible que un altre, i proposariem com a igualment probables els resultats cara i creu de la moneda, de manera que la probabilitat assignada seria de $1/2$ per a

cadascun d'aquests resultats davant qualsevol tirada particular on haguéssim de fer una predicció. D'acord amb aquesta creença és com elaborem el nostre concepte de moneda, de moneda correcta, equilibrada, sense truc, i la nostra probabilitat subjectiva quantifica aquesta idea mitjançant el valor $1/2$ per a cadascun dels dos costats de la moneda, és a dir, que el nostre concepte de moneda adequada defineix la probabilitat d'un dels seus dos resultats com $1/2$. També podríem refermar o canviar aquesta creença mitjançant observacions que féssim en el curs del temps de tirades de la moneda. Però les probabilitats subjectives no precisen de freqüències, les nostres estimacions de veritat poden fer-se sobre un cas únic, aïllat de repeticions possibles. Popper es fa ressò del plantejament que faria un subjectivista:

“És cert que les freqüències observades són importants per a proporcionar-nos *informació* valuosa. Però hem d'utilitzar *tota* la nostra informació. La probabilitat és la nostra avaluació, a la llum de *tot el que sabem*, de possibilitats raonables d'aposta. És una mesura que depèn essencialment de la nostra informació incompleta, i és una mesura de la incompletesa de la nostra informació: si la nostra informació sobre les condicions en què el dau es tirarà fos suficientment precisa, llavors no hi hauria cap dificultat per a la predicció del resultat amb tota certesa.”⁵

Carnap distingí dos sentits del terme ‘probabilitat’.⁶ La *probabilitat*₁ o concepte lògic de probabilitat, que constitueix la base de la lògica inductiva: el grau de confirmació d'una hipòtesi *h* sobre la base *e* de les proves donades; utilitza una proposició basada en l'anàlisi lògica: una relació purament lògica entre dues proposicions, *h* i *e*; encara que el grau “d'implicació lògica” de *h* per *e* no representa un enunciat de lògica deductiva, sinó d'inductiva.⁷ D'altra banda, la *probabilitat*₂ o concepte estadístic de probabilitat, la freqüència relativa en el llarg termini o qualsevol variant, que s'aplica en les investigacions estadístiques; utilitza una proposició basada en els fets, i. e., sintètica i empírica. També que:

“S'ha fet altra distinció entre probabilitat subjectiva i objectiva. Nogensmenys, crec que pràcticament tots els autors realment tenen un concepte objectiu de probabilitat en la seva ment, i que l'aspecte de concepcions subjectivistes és en la majoria dels casos causat només per ocasionals formulacions desafortunades”.⁸

Popper recorda que Carnap considerà que la probabilitat subjectiva determina el valor de la freqüència relativa objectiva, i anomena a la *probabilitat*₁ “la teoria subjectiva dels graus de creença racional” i a la *probabilitat*₂, “la teoria objectiva de la freqüència relativa”⁹. I. Hacking en el seu estudi històric rastreja aquesta ‘dualitat’ de la noció en un vessant estadístic, que té a veure amb “lleis estocàstiques dels processos aleatoris”, i en una altra *epistemològica*, “dedicada a estimar graus raonables de creença en proposicions bastant mancades de rerefons estadístic”¹⁰, i desglossada en una probabilitat lògica (H. Jeffreys, J. M. Keynes) i en l'anomenada ‘probabilitat personal’ per L. J. Savage (F. P. Ramsey, B. de Finetti).¹¹

“En aquesta teoria, la probabilitat que hom assigna a qualsevol proposició particular és una qüestió de judici personal, però el conjunt de totes les assignacions de probabilitat es troba subjecte a regles prou fermes de coherència interna.”¹²

La nostra consideració de la probabilitat no és aquella que té a veure amb les hipòtesis a la ciència, com a grau de confirmació o corroboració de aquestes hipòtesis; amb la probabilitat que es fa servir en la solució del problema lògic de la inducció i els seus desenvolupaments, com el tractament del raonament inductiu per inferències estadístiques o la naturalesa inductiva de la probabilitat, o l'elaboració d'una lògica inductiva de les teories mitjançant avaluacions probabilistes; ni la qüestió que separà a Popper i Carnap sobre si aquell grau de corroboració d'una hipòtesi satisfà el càlcul de probabilitats¹³. En canvi, tractem amb probabilitats sobre fets, esdeveniments, "de la probabilitat com s'usa en les hipòtesis probabilístiques de la física", i en aquest vessant parlem de probabilitats subjectives:

"En la interpretació subjectiva de la probabilitat se suposa que les probabilitats representen, en cert sentit, un grau incomplet de coneixement o d'informació concernent als esdeveniments, objectes o condicions sota consideració. (...) Llavors, en aquest punt de vista, la probabilitat es considera com alguna cosa que mesura o reflecteix el grau de la nostra informació, de tal manera que és una categoria que deixaria d'ésser necessària, o àdhuc de tenir significat, si poguéssim obtenir un coneixement precís sobre els moviments inicials del dau en cada tirada."¹⁴

Capítol Segon.- Probabilitats ontològiques.

La interpretació freqüencial

II.1.- Freqüències relatives finites i límit

Les freqüències ens permeten d'intentar definir la probabilitat en la seva referència a trets reals del món, com una propietat que serà definida empíricament. Aquesta referència empírica, a proporcions de propietats, esdeveniments o tipus d'esdeveniments, permet ometre fer servir definicions circulars com és el cas que fa la interpretació clàssica. I tampoc no exigeix un supòsit com el de l'equiprobabilitat dels casos des d'algun principi de raó insuficient, sinó que la invocació d'aquesta interpretació freqüencial pot servir de justificació per a aquella pressuposició, la qual significaria, ara, proporcions iguals dels resultats possibles en una sèrie llarga de repeticions de la situació. D'aquesta manera la interpretació clàssica pot presentar-se com una mena d'abreujament, ordenació o aproximació idealitzadora de certes proporcions freqüencials obtingudes experimentalment.

Ellery Eells¹ recull els requisits d'adequació que ha d'acomplir una teoria filosòfica o interpretació de la probabilitat seguint criteris abans elaborats per Salmon i també per Suppes². Les condicions que ha de satisfer una interpretació de la probabilitat per tal d'ésser teòricament adequada són les següents: (a) la condició d'admissibilitat i (b) la condició d'adequació conceptual.

(A) Aquesta condició fou establerta per Salmon³. Es refereix a la satisfacció d'alguna axiomatització estàndard. En connexió amb l'acompliment d'aquest requisit, la "testabilitat" o comprovabilitat d'una teoria de la probabilitat es troba relacionada amb una condició, l'adequació formal, plantejada per Suppes⁴, i que és entesa com una condició necessària per a qualsevol interpretació adequada de la probabilitat que ens proporcioni una definició, una caracterització formal, del tipus característic d'estructura axiomatitzada, l'estructura característica ζ , de l'estructura o 'model

projectat' d'interpretació. Després la prova formal que aquesta estructura genera un espai de probabilitat d'un tipus matemàtic apropiat, és a dir, que "certs trets de tal estructura han d'ésser "representables" en termes d'una funció de probabilitat en una estructura apropiada β , generalment una part de l'estructura característica ζ, \dots "

Pel que fa a una *interpretació de la probabilitat com a freqüència relativa finita, FRF*, la definició de la seva estructura característica axiomatitzada, estructura *FRF*, com a exemple d'estructura formal ζ , s'establiria d'un mode definit.⁵ Després es tractarà de mostrar que, en el cas d'una estructura *FRF*, aquesta estructura característica pot projectar una representació probabilista. És a dir, que certs trets seus són representables per una estructura $\langle \beta, P \rangle$, on β és una àlgebra booleana i P és una funció de probabilitat en β . Llavors, per a una estructura *FRF*, β és F i per a $A, B \in \beta$, $P(A) = \#(E)$ i $P(A/B) = \#(A \cap B)/\#(B)$. Llavors, mitjançant l'especificació del tipus d'estructura *FRF*, la terna $\langle E, F, \# \rangle$, i la representació probabilista de certs trets d'aquella estructura, $\langle \beta, P \rangle$, seria assolida la condició d'adequació formal per part de la interpretació *FRF* de la probabilitat. Des de l'axiomatització de l'estructura *FRF* pot mostrar-se que P satisfà els axiomes de probabilitat, on els arguments de P són els elements de β .⁶

(B) Correspon al 'criteri d'aplicabilitat' de Salmon. Fa referència a l'adequació teòrica del concepte ofert, si el concepte projectat de probabilitat té una 'identificació' adequada. Un paper important en l'examen de l'*adequació conceptual* d'una teoria ho té el que Eells pren d'una part de l'exigència de Suppes, i que es troba també connectat amb el 'criteri d'esbrinament' de Salmon -que permet esbrinar els valors de les probabilitats-; aquesta demanda exigeix que la caracterització de la probabilitat sigui feta en termes de coses compreses independentment de la probabilitat quantitativa. Es tracta de la 'comprensió' de les coses en termes de les quals s'ha d'explicar la probabilitat, en el sentit que aquestes coses obeeixin els axiomes rellevants. Que aquesta 'comprensió' sigui 'independent' del concepte de probabilitat quantitativa; o sia, que sense esmentar conceptes de probabilitat quantitativa pot fer-se una caracterització de la instància del model projectat -aquest model serà l'estructura *FRF*, en aquest cas, $\langle E, F, \# \rangle$ -, caracteritzada segons els axiomes, i la part del món d'aquesta manera modelada. Eells anomena aquesta demanda de Suppes, la condició d'interpretació/idealització.⁷

Si una estructura $\langle E, F, \# \rangle$ és el model projectat, la interpretació projectada d'aquest model projectat consisteix en l'aplicació bijectiva que el model manté amb algun conjunt d'esdeveniments rellevants o proves en el món físic. Així, els elements de E han de tenir una correspondència amb una part rellevant del món, v.g., el conjunt de tots els llançaments de monedes o dels fets amb una moneda determinada. D'aquesta manera, els trets rellevants del món interpreten l'estructura característica o model, la qual, en la seva condició d'axiomatització i composta d'entitats pròpies i relacions funcionals, és, per la seva banda, una idealització d'un conjunt d'esdeveniments d'interès.

Quan en la tirada d'una moneda diem que la probabilitat que surti creu és de $1/2$, podem entendre-ho en termes que si repetim en un nombre d'ocasions al tirada de la moneda, la probabilitat del resultat 'sortir creu' té un valor de $1/2$. Segons això, cada tirada es focalitza en la seva "subsumpció" en una col·lecció de proves o experiments, és a dir en una seqüència de proves d'un tipus determinat, diguem-ne de proves de classe K . Però, en realitat, la realització d'un nombre de repetits assaigs no ens oferiria el resultat d'una freqüència en la raó $1/2$, sinó que aquest conjunt limitat de proves ens podria donar, per exemple, una proporció de la propietat 'sortir creu' que estaria en una relació menor a la de $1/2$. A diferència d'allò que preteníem no ens és autoritzat identificar la probabilitat amb les freqüències relatives en classes de referència finites reals, atès que hi ha possibilitat que la freqüència relativa actual es desviï del valor donat per la nostra assignació intuïtiva de probabilitat.

Si se segueix amb l'intent de fer de les probabilitats propietats objectives del món, el que es fa aleshores és esquivar la finitud de la classe de referència donada per un nombre repetible, real, però llavors limitat, de proves, i identificar les probabilitats amb els casos ideals que serien classes de referència il·limitades, infinitament grans. És a dir, amb aquesta millora matemàtica s'incrementa el nombre de proves vers l'infinit. Les proporcions d'un resultat possible obtingudes en diverses proves de l'experiment mostrarien la seva tendència vers un límit que quedaria identificat amb la probabilitat d'aquell resultat en cada assaig. El resultat 'sortir creu' es donaria en nombre infinit sota una freqüència relativa límit; aleshores, la probabilitat del resultat 'sortir creu', en l'exemple de la moneda, s'identifica amb l'anomenat límit de la freqüència relativa al llarg termini. Diu Fetzer⁸ que la forma lògica d'una hipòtesi probabilística podria ésser $Prob(B/A)=p$, on p , sota interpretació freqüencial, denota la freqüència límit per a l'atribut B dins una classe de referència infinita A . Per exemple, la probabilitat significa la freqüència límit amb la qual fa un impacte a l'àrea B l'electró emes des de la font A . S'espera que la freqüència límit, igual a p , ocorri en una seqüència inacabable d'emissions d'electrons des de la font A . En el cas que la classe de referència fos finita, p pot ésser entès com el límit que obtindríem si els membres de la classe finita fossin un i altre cop repetidament recomptats. D'aquesta manera el límit de la freqüència relativa suposa una nova interpretació que és una generalització d'aquella freqüència relativa finita. En el cas d'una *interpretació de la probabilitat de freqüència límit actual o real* (o també *freqüència relativa límit*), l'estructura FLA , és la terna $\langle E, F, \# \rangle$ ⁹.

La freqüència relativa límit de A en E es defineix per ésser el límit (sota el supòsit que existeix aquest límit) de la freqüència relativa de A en els primers n termes de E com n s'apropa a l'infinit, $\lim_{n \rightarrow \infty} f(n)$ és definit per ésser el nombre real r tal que hi ha un nombre natural N_ε , per a cada $\varepsilon > 0$, tal que per a tot $n > N_\varepsilon$ $f(n) - r < \varepsilon$.

L'estructura $\langle \beta, P \rangle$ és una representació probabilista de l'estructura *FLA*, on β és una àlgebra booleana de subconjunts del rang de E de manera que existeix la freqüència relativa límit de cada element de β en E , i on per a A i B en β és té:¹⁰

$$P(A) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\#(A, n)}{n} \quad \text{i} \quad P(A/B) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\#(A \cap B, n)}{\#(B, n)} = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$

Mitjançant aquest concepte del límit se supera la dificultat presentada per la visió de la freqüència relativa real o actual, *FRF*, d'haver d'oferir una justificació del nombre d'assaigs reals que s'han de fer per a l'establiment vàlid d'aquella freqüència -la qual, a més a més, si ha de tenir algun caràcter legal, ha de poder afirmar-se en una extensió infinita en un nombre indefinit de proves. Aquest límit és independent dels subjectes que realitzin i observin les proves de l'experiment; així, la probabilitat freqüencial, diem, és una probabilitat del sistema sota observació.

II.1.1.1.- El problema del límit

Un problema bàsic de qualsevol interpretació freqüencial que contingui la noció de límit freqüencial és que no deixa d'ésser només una hipòtesi, encara que raonable, "l'existència" d'un valor límit per a l'ocurrència d'un resultat atribuït en una sèrie de llarg termini. Per tant, és una hipòtesi l'afirmació que la freqüència relativa límit, *FLA*, la proporció límit, és la probabilitat (del succés en qüestió). L'afirmació d'un enunciat freqüencial implica l'afirmació del supòsit que la sèrie té un límit, que aquest existeix, i que té aquell valor. Al món és inexistent el cas ideal d'un nombre infinit de proves. La teoria de la probabilitat no té, llavors, cap correspondència al món real, i només es pot establir la connexió del cas ideal amb els casos reals si ens remetem a freqüències relatives actuals; però amb això, mancant d'ulteriors solucions, se'ns torna al problema que tenien aquestes freqüències reals.

A més a més, aquesta identificació entre el valor de la probabilitat i la freqüència relativa límit presenta alguns altres problemes. Un d'ells -encara que relativament solucionable- és la seva assumpció que el límit és únic. És a dir, que sempre és el mateix per a qualsevol subseqüència de proves de la sèrie: en aquesta sèrie indefinida de proves de l'experiment, hi ha un únic límit per a qualssevol seleccions que féssim amb l'ordre de les mateixes. El problema deriva del fet matemàtic que des de diverses ordenacions dels termes de la sèrie resulten diferents límits de la sèrie. Llavors el problema de la possible divergència entre la freqüència relativa real i la probabilitat no sembla esboirar-se amb el recurs d'introduir les *FLA*, com estem veient.

Tenint en compte els problemes originats per la noció de 'límit freqüencial', caldria pensar que un càlcul freqüencial hauria d'esborrar dels seus axiomes la importància d'aquella noció¹¹. Popper¹² en pretengué un intent. En el seu projecte axiomàtic, només des de l'*axioma d'aleatorietat* es

deduirà el teorema de Bernoulli -la primera 'Llei dels grans nombres'- i la resta dels teoremes de límits de la teoria de la probabilitat, passant per la deducció de la fórmula binomial -'la fórmula de Newton'- i després veure quin tipus de sistema axiomàtic en resultaria. El Popper freqüencialista de *La lògica* segueix les directrius marcades per R. von Mises pel que fa a la fonamentació del càlcul de probabilitats, la tasca d'intentar donar una definició satisfactòria i coherent de la probabilitat mitjançant un sistema d'axiomes. Però afebleix el seu 'axioma d'aleatorietat'¹³ i vol eliminar 'l'axioma de convergència', perquè del caràcter aleatori de la successió se segueix l'existència de límits freqüencials.

Freqüencialment, els esdeveniments o successions aleatòries es poden qualificar mitjançant l'axioma de convergència (o del límit) i l'axioma d'aleatorietat. La distribució de totes les propietats d'un col·lectiu es configura amb l'establiment dels límits de les freqüències que les corresponen. L'axioma de convergència (l'existència d'un límit) de von Mises afirma "que la successió de freqüències tendeix a un límit definit en fer-se cada vegada major la successió d'esdeveniments."¹⁴ Malgrat que les freqüències reals tinguin valors fluctuants, s'ha d'assegurar un valor fix de la freqüència amb el qual es pugui treballar. El límit matemàtic no és altra cosa que una propietat característica de la regla o llei matemàtica per la qual és determinada la successió. Es tracta merament d'una propietat d'aquesta regla o llei si, per a una fracció qualsevol triada arbitràriament i pròxima a zero, existeix un element de la successió de manera que tots els que el segueixen se separen de cert valor determinat -anomenat el seu límit- en una quantitat menor que aquella fracció. La combinació d'un axioma de convergència amb un altre d'aleatorietat es pot rebutjar en principi sobre el sustentacle que és inadmissible aplicar el concepte matemàtic de límit -o de convergència- a una successió que, per la mateixa definició (o sia, per l'axioma d'aleatorietat), no ha de trobar-se subjecta a cap regla ni llei. Per la seva banda, l'axioma d'aleatorietat intenta donar expressió matemàtica al caràcter atzarós de la successió.

Popper afirma que en la seva reconstrucció de la teoria, el teorema de Bernoulli no es dedueix de cap axioma de convergència. En lloc de postular només l'axioma de convergència, com alguns han proposat, s'ha d'eliminar de manera total aquest axioma. La definició de la probabilitat com a límit de les freqüències només és una interpretació, entre d'altres, del formalisme. El paper del 'límit' ha de restar molt relativitzat, assenyala Popper, perquè la definició originària de freqüència relativa no precisa de la noció de límit i s'estableix per a classes finites; aquesta definició és necessària per al concepte de 'llibertat- n '¹⁵, i és amb l'aplicació o trasllat de la noció de freqüència relativa a les successions infinites quan es fa emprar el concepte de límit.

Fent servir el supòsit del concepte de llibertat- n , Popper perfecciona l'axioma d'aleatorietat i justifica la seva conjectura que la deducció del teorema de Bernoulli és independent de l'axioma de convergència, la seva afirmació de la independència de la llei dels grans nombres de qualsevol axioma que postulés l'existència d'un límit de la freqüència. (Àdhuc les successions matemàtiques les propietats primàries de les quals no tenen límits freqüencials poden ésser objecte d'una aplicació

vàlida del teorema). En la seva reconstrucció teòrica, com estem dient, la deducció del teorema de Bernoulli depèn únicament de la 'llibertat absoluta' (o aleatorietat). Recorda Popper que una fórmula binomial pot deduir-se per a successions finites (que no necessiten de cap axioma de convergència). Només cal que la successió de referència fos, com a mínim, 'lliure- $n-1$ ', d'això se segueix la validesa del teorema especial de multiplicació i llavors se segueix la validesa d'una fórmula binomial. Llavors el teorema de Bernoulli se segueix immediatament de la fórmula binomial. Encara que en la seva obtenció es duu a terme el pas al límit, la suposició que es necessita és aquella de fer n tant gran com es vulgui; amb la qual cosa el teorema de Bernoulli té validesa, d'un mode aproximat, fins i tot per a successions finites amb un n prou gran -i amb llibertat- n -, i Popper observa que el context bernouillà d'elaboració del teorema no necessitava de sèries infinites.

Encara que sigui cert que les lleis dels grans nombres proporcionen una baula entre la probabilitat i les freqüències, tot i així, per a alguns autors això no seria suficient per a justificar la pretesa identificació entre probabilitat i freqüències.¹⁶ Bunge dóna una raó (la tercera entre cinc) per a la no equivalència entre probabilitat i freqüències. Aquestes darreres no satisfan els axiomes del càlcul de probabilitats, si no és mitjançant el teorema de Bernoulli: que les freqüències relatives observades s'aproximaran, en el llarg termini, a les probabilitats del càlcul és la conseqüència del fet que una determinada teoria probabilista sigui vertadera. (A més de recordar que aquell teorema només és vàlid per a una seqüència de proves de Bernoulli, que és un tipus especial de processos aleatoris), Bunge adverteix de la importància que segons ell té que el teorema no afirmi la coincidència de freqüència i probabilitat, sinó que la "coincidència" consisteix en un decreixement, amb l'augment de la dimensió de la mostra, de qualsevol divergència donada d'una freqüència respecte de la probabilitat a la qual correspon. Remata aquesta distinció amb l'advertiment que tot això no permet entendre que probabilitats i freqüències signifiquin la mateixa cosa, sinó que, al contrari, no la signifiquen.¹⁷

Però és que, a més d'aquell problema assenyalat més damunt de la possible divergència entre freqüència relativa real i probabilitat, recorda Bunge que aquesta identificació de la freqüència relativa amb el valor de la probabilitat es pot fer quan la situació física és aquella que correspon a una sèrie de proves de mode que aquestes proves són probabilísticament independents entre si al llarg de la seqüència (això és, com també hem dit, tal identificació és correcta quan es tracta de l'anomenada 'seqüència de Bernoulli'). I aquest problema no significa que de fet no podríem aplicar la interpretació a tot l'àmbit d'esdeveniments que no presenten rigorosament aquella independència probabilística, sinó que no resultaria vàlida o, si més no, sembla insatisfactòria la comprensió del concepte de probabilitat mitjançant les *FLA* o qualsevol interpretació freqüencialista en quant aquesta definició pressuposa la noció mateixa de probabilitat en introduir una caracterització probabilística per possibilitar aquella identificació.

II.1.2.- L'assignació probabilista al cas singular. El problema de la classe de referència

És clar que es pot mantenir que realment en fer una tirada determinada de la moneda, aquesta determinada prova és independent de qualsevol altra prova i que per a aquella determinada prova particular afirmem que un resultat té la probabilitat de $1/2$ d'acord amb la noció estàndard de la probabilitat. Però el que sembla difícil és que aquesta probabilitat sigui identificable amb la *FLA* quan, fins i tot de principi, la perspectiva freqüencial, per a explicar l'atribució de probabilitat a la prova individual, no pot evadir-se de la seva consideració de la prova individual en la seva pertinença a alguna classe específica. I no obstant això, la *FLA* hauria de donar compte de la probabilitat d'aquesta determinada prova en la seva singularitat. Perquè si s'afirma la identificació del valor de probabilitat $1/2$ per exemple, amb la *FLA*, i això s'assoleix passant per la presumpció (inserida en la noció de classe o col·lectiu estadístic) de la independència entre proves, i atès que aquesta independència permet l'atribució del valor de probabilitat $1/2$ a cada tirada, llavors la perspectiva freqüencial ha d'afrontar el problema d'identificar la *FLA* (de la classe) amb aquell valor de probabilitat assignat a la prova individual concreta. Com veiem, una de les dificultats congènites a la naturalesa de la interpretació freqüencial és aquesta impossibilitat seva de fer-se càrrec, d'una manera neta, de la probabilitat assignada als resultats possibles d'un cas particular.¹⁸

Les probabilitats només són significatives en dependència amb la idea de resultats possibles d'experiments o proves repetibles, però és obvi que aquesta idea duu dins aquella d'experiments o proves "idèntiques" (i alhora una vaga idea de la seva distinció, potser per la seva realització en diferents espais o temps). La probabilitat *a priori* assignada a la prova individual no queda 'definida' mitjançant la *FLA*, perquè la *FLA* (com la *FRF*) conté la condició de independència entre proves individuals, com acabem de dir, i aquesta noció (que constitueix l'aleatorietat de la seqüència que dona lloc a la freqüència) permet i, alhora, es basa en l'atribució probabilística a la prova particular, la *FLA* no pot recollir, com a explicada, aquesta idea d'atribució a la prova particular, no té res a dir per al cas particular com a tal cas individual. La probabilitat *a priori* assignada a una realització qualsevol sembla una noció més 'primària' que la de *FLA*, aquesta darrera conté aquella primera dins seu, però no l'explica. (Evidentment la damunt esmentada identitat entre proves no serà completa, sinó restringida als aspectes rellevants, cosa que planteja el problema d'acomplir sense sospita el judici sobre aquesta rellevància prèviament a qualsevol tractament amb la probabilitat).

Encara que el valor freqüencial fa correspondre la probabilitat amb el col·lectiu i no pas amb l'esdeveniment individual, també el cas individual exigeix del tractament freqüencial una especial atenció, i no sols perquè:

"Els resultats dels nostres esforços i projectes pràctics depenen de resultats d'ocurrències particulars, no de seqüències infinites d'ells. Si la probabilitat ha d'ésser una guia en la vida, haurà d'ésser significativa en l'aplicació de valors probabilistes a esdeveniments singulars."¹⁹

També, en quant aquesta mateixa interpretació freqüencial de la probabilitat té les seves genuïnes conseqüències sobre l'atribució probabilística al cas singular, encara que aquesta assignació

es faci sota el rebuig d'una probabilitat realment atribuïda a aquest cas i com una aproximació que s'hi fa des d'un enunciat probabilístic que només pot tenir sentit col·lectiu.

Per a un esdeveniment particular hi poden haver diversos enunciats probabilístics singulars si existeixen diverses successions de referència a les quals pot pertànyer. És a dir, que el mateix esdeveniment pot ésser objecte de l'adscripció de diferents probabilitats com a membre de diverses classes de referència: "Així, la probabilitat que mori una persona concreta en un termini donat pot prendre valors molt diferents segons la considerem com a membre del seu grup d'edat, del seu grup professional, etc."²⁰

Per tant, els problemes poden venir quan en fer enunciats singulars de probabilitat no es pren la precaució de fer la seva adscripció probabilística vàlida; resulta un enunciat incomplet, diu Popper, perquè no és enunciat elaborat freqüencialment, i.e., fent esment explícit d'una classe de referència. Aquesta imprudència, que és un desconeixement de la identificació de la probabilitat amb la freqüència, pot dur a confusions bàsiques, com l'error de pensar que, v.g., una moneda tingui una probabilitat $1/2$ de sortir cara abans de la tirada, també, una probabilitat 1 o 0 quan ha succeït l'esdeveniment. Popper assenyala que en el segon cas l'enunciat probabilístic s'ha d'enunciar sobre una altra classe de referència, la probabilitat no ha canviat si es considera un mateix enunciat singular, han canviat els mateixos enunciats singulars, que sempre són enunciats sobre la probabilitat d'un atribut per a un succés que és element d'una successió o classe; en el cas de la "probabilitat 1 " tenim la informació que la successió de referència és aquella on tots els atributs són cares.²¹

Però es diu que el problema consisteix que un mateix esdeveniment pot pertànyer a diverses successions de referència. Llavors es presenta la urgència de donar una regla general per a l'elecció d'una classe de referència. Aquesta qüestió és ineludible per la situació enfrontada amb la freqüència límit, que ara ja no podria tenir un valor únic, i no sabríem com es pot connectar amb un valor probabilístic.

Eells²² adverteix del problema de la teoria *FLA* que necessita connectar la probabilitat amb l'ordre seqüencial dels seus elements. Com que hi ha un nombre infinit d'elements de E (o de B , per exemple: tirades amb una moneda) que són elements de A -l'atribut 'sortir cara'- com també un nombre infinit que no són elements de A , llavors el límit de la freqüència relativa dels A en E (o B) pot ésser qualsevol nombre entre 0 i 1 , inclosos, i aquest nombre dependrà de l'ordre en què es prenen els elements. Si es vol que la teoria tingui un ús idealitzador i interpretatiu s'haurà de triar un ordre entre els molts possibles; i la seva adequació conceptual requerirà la justificació teòrica d'un ordre determinat amb el qual es troba compromesa la teoria. La cosa normal es admetre el mateix ordre temporal dels esdeveniments (intrínsec en el cas de la *FRF*). No hi ha raons en contra de fer servir aquest ordre temporal sobre qualsevol altre, però tampoc no n'hi ha a favor; això fa dir a Eells que és arbitrari l'ús de l'ordre temporal. Però és que un altre cop el problema de la classe de referència o problema del cas singular s'hi amaga en una de les seves versions. Perquè les probabilitats poden canviar durant el transcurs del temps. Per exemple, la probabilitat de viure d'una persona més enllà

dels seixanta anys ha canviat al llarg del temps, llavors l'ús de l'ordre temporal fa invariant la probabilitat (d'un atribut A dins una classe de referència B) on la freqüència relativa límit fixa per a tot temps el valor probabilístic. Per a solucionar-ho caldria establir l'apropiada classe de referència; per exemple, que una probabilitat és $P(A/B \cap C)$, on A és la classe dels vius amb més de seixanta anys, B és la classe de naixements humans, i C la dels naixements humans a l'època en què la persona gaudeix al llarg de la seva vida dels avanços de la moderna medicina, i que $P(A/B \cap C)$ seria una probabilitat més escaient per a fer un càlcul fa cinc cents anys enrere, per exemple. En les reflexions sobre els models d'explicació científica estadística sota perspectiva freqüencial podem seguir l'empremta d'aquesta qüestió de justificar un principi que governi l'elecció d'una classe de referència apropiada com a resolució d'aquest problema i el seu associat del cas o esdeveniment singular al qual se l'assigna una probabilitat d'acord amb aquella elecció.

II.2.- Les explicacions estadístiques

D'acord amb Hempel, les explicacions són argumentacions que tenen la següent forma: un conjunt d'enunciats explicants o premisses explicatives (l'*explanans*) que contenen els enunciats de condicions antecedents i com a mínim una llei universal; des d'aquest explanans es dedueix la descripció dels fenòmens a explicar (l'enunciat *explanandum*, E). Com és sabut aquest darrer pot ésser construït per un fet particular o bé per una regularitat o una uniformitat legal de menys universalitat que la inclosa en l'explanans. Aquest és l'anomenat model nomològic-deductiu ($D-N$ o $N-D$) d'explicació. En general, es diu que la llei invocada en l'explanans "abasta", "cobreix", "subsumeix" el fenomen explanandum. Per això es parla de subsumpció de fets o lleis per altres lleis abastants o cobridores.²³

La formalització de l'explicació inductivo-estadística ($I-E$) la diferencia de l'anomenat 'esquema d'inferència estadística' o 'sil·logisme estadístic', el qual consisteix en la subsumpció d'una proposició universal sota una generalització estadística. Per la seva banda, en la $I-E$ no es produeix entre l'explanans i l'enunciat explanandum una implicació per certesa deductiva, sinó sols amb alta probabilitat o quasi-certesa. Per dir-ho d'una altra manera, la relació entre les "premisses" i la "conclusió" és una relació de 'suport inductiu', on no assolim la certesa plena de la unitat, sinó únicament una probabilitat. Es tracta, per tant, d'una varietat feble de l'explicació, però la qualitat d'aquesta ens ve donada per "l'alçada" de la probabilitat. És a dir, tenim en la 'alta probabilitat' un requisit de rellevància explicativa, un criteri mitjançant el qual diem que un esdeveniment n'explica un altre. Per exemple, es podria donar una explicació deductiva de la raó del cas de la recuperació d'una infecció d'estreptococs per part d'un pacient que pren penicil·lina quan se'n recuperen tota la gent que té la dita estreptocòccia i que pren una certa dosi de la medecina. El nou tipus d'explicació avalat pel requisit d'alta probabilitat, encara que menys satisfactori que l'anterior, ens permetrà donar compte de la mateixa raó quan tenim l'expressió "tota la gent" substituïda per aquella de només "un 90%"; és a

dir: $Prob (R/P) = 0,9$. De les objeccions a la idea d'explicació probabilística, Hempel n'assenyala, d'antuvi, dues d'elles:

A) Que les lleis probabilístiques, encara que poden servir per a explicar aspectes estadístics de mostres extenses, no poden explicar res d'un cas individual.

B) Com que els raonaments probabilístics no són lògicament concloents, no poden servir per a explicar, puix encara que l'explanans sigui vertader, és possible que el fenomen de l'explanandum no s'hi hagi produït.

G.H. von Wright planteja la qüestió que el model hempel·lià d'explicació *I-E*, o probabilístico-inductiu, com ell l'anomena, en lloc d'explicar l'ocurrència efectiva d'un esdeveniment, és només una aplicació especial d'ús predictiu del càlcul de probabilitats, una justificació de determinades expectatives i prediccions.²⁴ Llavors, von Wright assenyala que una explicació *N-D* intervindria quan ocorre l'esdeveniment-explanandum en tota ocasió que sigui donat el conjunt de condicions de l'explanans amb l'addició d'una nova condició -i amb la llei. Aquesta nova condició és la informació addicional que manca en una "explicació" *I-E* per a poder transformar-la en una veritable explicació, *N-D*, de *E*, o sia, que ens permet explicar per què *E* ha ocorregut. La carència d'aquesta explicació únicament ens permet explicar per què s'havia d'esperar *E*.

Malgrat que Hempel deixa caure en una nota la seva idea que les explicacions causals són una classe de les deductives, i semblaria, per tant, que les estadístiques com a explicacions inductives no poden constituir una explicació causal²⁵, quan Hempel feu front a la crítica que les lleis probabilístiques no poden explicar res d'un cas individual, que proporcionen explicacions on la no realització de l'explanandum és compatible amb l'explanans, que només arriba a explicar aspectes estadístics de mostres extenses, ell, en canvi, només arriba a afirmar que aquesta objecció "descansa en una concepció massa limitada de l'explicació científica, atès que moltes explicacions importants de la ciència empírica utilitzen de manera del tot explícita les lleis estadístiques que, juntament amb la resta de la informació explicativa adduïda, només fan a l'explanandum altament probable."²⁶ A continuació, com a mostra de l'important rol que juguen en la ciència aquestes lleis, exposa els exemples del moviment brownià, de la desintegració radioactiva del radó, i de la genètica mendeliana. Afirmar que es tracta d'explicacions, només que amb un peculiar caràcter lògic, proporcionen un sentit diferent dins la noció de causalitat:

"un concepte estadístico-probabilístico de 'per què', en contraposició al concepte estrictament determinant, que correspondria a l'explicació nomològic-deductiva."²⁷

"sens dubte, no podem considerar les explicacions estadístiques simplement com a explicacions *D-N* fracassades: constitueixen per si mateixes un tipus important d'explicació."²⁸

Hempel en alguna ocasió ha afirmat que hi ha lleis que no són deterministes, sinó estadístiques, i que les primeres no han de veure's com a universals per al govern de tots els sistemes²⁹. També havia reconegut que les teories físiques deterministes són les que proporcionen els exemples que millor s'ajusten al seu model *D-N*. Llavors, podria semblar que no s'ha d'establir que

una explicació estadística sempre representa la mancança d'una explicació *D-N* o legalitat determinista subjacent.

En realitat, els exemples que exposa no són ben bé representatius de manera explícita de casos o fets singulars. Això ho reconeix obertament en l'exemple mendelià; en el radioactiu s'utilitza informació estadística per a, en el que anomena 'una realització particular de l'experiment', implicar, al mode deductivo-estadístic *D-E*, una conseqüència estadística relativa a una mostra de 10 mil·ligrams de radó -no clarament a un esdeveniment individual-; i l'exemple brownià presenta el status explicatiu d'una llei sobre el desplaçament mitjà de mostres d'aquestes partícules. Sabem que en la solució de l'aplicació de la probabilitat a esdeveniments particulars, és a dir en la connexió d'això amb les freqüències estadístiques sobre col·lectius d'esdeveniments, sembla trobar-se la clau que permet establir una interpretació realista de la probabilitat. En el cas que Hempel estigués desconsiderant aquella assignació probabilista al cas singular, no sabem de quina manera la interpretació freqüencial que opera en el seu model *I-E* de l'explicació d'un fet particular podria evitar una interpretació subjectivista que considerés aquella explicació com el resultat d'una ignorància de fets reals rellevants, és a dir com un substitutiu davant la nostra impossibilitat d'establir el model *D-N* que descriu la verdadera realitat completa.

En efecte, la seva manera d'entendre el model d'explicació probabilística és explícitament estadístic, en el sentit de freqüencial, la qual cosa no subsumeix deductivament el cas individual. Hempel tampoc no ho pretén, per a ell l'explicació estadística de successos particulars té caràcter 'inductiu' (recordem que la deductivo-estadística no té com a explanandum un enunciat sobre un fet singular, sinó una uniformitat general expressada per una llei de forma estadística). Però afirmar aquest caràcter inductiu és, implícitament, afirmar que una explicació deductiva (*sub*)jauria a l'explicació estadística o, si més no, que queda obert el permís per a aquesta afirmació. L'explicació estadística es troba limitada als elements de judici disponibles, i llavors l'acaba fent vulnerable a una interpretació subjectiva o objecte resultant d'una consideració irreductiblement determinista amb inevitable interpretació subjectiva de l'aplicació probabilística. Sens dubte que afirmar la naturalesa inductiva de la relació explicativa no comporta directament una afirmació sobre un rerefons realment determinista, però sí que, com acabem de dir, deixa obert el permís per a aquesta afirmació la qualificació inductiva sense més especificacions sobre el model en què intervé una hipòtesi probabilista.

El caràcter inductiu de l'explicació estadística de fets particulars ja era avançat en la quasi-certesa que distingia l'esquema de l'explicació inductivo-estadística del sil·logisme estadístic, en el primer cas la relació entre els enunciats de l'explanans i de l'explanandum eren només de suport inductiu. Les expressions usades sovint en la formulació de raonaments o explicacions probabilístiques, com 'quasi-certament', 'pràcticament segur' 'pràcticament impossible', 'amb alta probabilitat', 'molt probable',... no representen, manté Hempel, propietats posseïdes per les oracions corresponents. Han d'ésser enteses expressant la següent relació: 'és pràcticament segur', 'molt

probable',... l'explanandum sobre la base dels elements de judici subministrats per l'explanans. Per tant, aquestes expressions representen relacions entre oracions. Aquest "sobre la base dels elements de judici" significa que la relació entre explanans i explanandum és una relació de 'suport inductiu', no d'implicació deductiva.

A més, afegeix Hempel, aquesta concepció inductiva del contingut explicatiu de les lleis probabilístiques presenta una coincidència bàsica amb allò que ell anomena la interpretació empírica de les lleis probabilístiques que ofereix la teoria matemàtica contemporània de la probabilitat estadística. Aquesta interpretació empírica, val a dir, la 'interpretació freqüencial de la probabilitat estadística', per a l'explicació estadística de fets particulars, també es concep inductivament. Ja que en la següent enunciació de la interpretació freqüencial també apareix una expressió com "és pràcticament segur que":

"Sigui F un tipus determinat d'experiment d'atzar i G un dels seus resultats possibles; llavors, l'enunciat $p(G,F)=r$ significa que en una llarga sèrie de repeticions de F , és pràcticament segur que la freqüència relativa del resultat G serà aproximadament igual a r ."³⁰

Aquesta enunciació és formulable també en termes de "quasi-certesa (alt suport inductiu)". Com que aquesta 'interpretació empírica' també requereix d'una concepció inductiva, hi ha, doncs, una coincidència bàsica entre la interpretació empírica de les lleis probabilístiques per la teoria contemporània de la probabilitat estadística i la interpretació inductiva del contingut explicatiu de les lleis probabilistes. Hempel diu que la seva concepció inductiva de l'explicació estadística de fets particulars, segons la qual l'explanans confereix a l'explanandum un grau més o menys alt de suport inductiu, està d'acord amb la concepció de Carnap que la probabilitat lògica(inductiva), c , -el suport inductiu, confirmació o credibilitat inductiva- d'una hipòtesi, h , basant-se en uns elements de judici, e $-c(h,e)=r-$ pot considerar-se una estimació de la freqüència relativa.

En una explicació estadística, l'explanans constitueix els elements de judici e , que contenen informació sobre la probabilitat estadística de G $-p(G,F)=r-$ i una afirmació de la realització del fet particular, Fb . (Per exemple, per a una urna que sabem que conté 99 boles blanques i 1 negra, la llei probabilística que afirma que la probabilitat d'extraure-hi una bola blanca, G , quan es realitza l'experiment F d'extraure-hi una bola té el valor 0,999, més l'enunciat que s'hi extrau una bola Fb). Llavors es llegirà que aquests elements de judici e són la base que confereix un grau de suport inductiu o probabilitat lògica (inductiva) a l'explanandum o enunciat h que afirma que una realització particular tindrà una propietat especificada Gb (una probabilitat de 0,999 -molt probable- que l'extracció resulti ésser una bola blanca).

Així, la hipòtesi, h , que una realització particular de l'experiment F tindrà una propietat específica G , -sobre la base de $e-$ té una probabilitat lògica(inductiva) $-c(h,e)=r-$ que constitueix una estimació de la freqüència relativa de G en qualsevol classe K de "casos sobre els quals no informen els elements de judici e ", això és, en qualsevol seqüència de realitzacions de l'experiment d'atzar. Òbviament la probabilitat estadística i la seva probabilitat lògica corresponent tindran el mateix valor

numèric, r . I, com es veu, la connexió lògica entre els enuncisats de probabilitat estadística -tal com la llei probabilística $p(G,F)=r$ - i els enuncisats de freqüència empírica associats és de caràcter inductiu.³¹

Així doncs, l'enteniment de les expressions 'quasi-segur' o 'molt probable' com una relació inductiva de l'explanans envers l'explanandum només és un cas especial de la lògica inductiva, on una proposició sobre elements de judici e confereix suport inductiu, confirmació, a un enunciat h - $c(h,e)$ o probabilitat lògica o inductiva de h sobre la base de e . De manera que "el concepte de probabilitat estadística com a relació empírica quantitativa entre tipus o classes de successos" és un cas del més general "concepte de la probabilitat inductiva com a relació lògica quantitativa entre enuncisats"³² -i encara que ambdós conceptes són distingibles, també tenen, assenyala Hempel, una estructura formal comú, gràcies a la qual ambdós conceptes són probabilitats.

És convenient veure aquests traços interpretatius que Hempel fa de l'ús de les probabilitats al costat de la llum d'alguns comentaris extrets de la crítica popperiana a les perspectives subjectiva, lògica, freqüencial i inductivista de la probabilitat. Perquè aquest enteniment dels enuncisats probabilístics sota la imbricació -per cert, molt 'familiar'- freqüencial-inductiva sembla patir la confusió que Popper atribuï a les interpretacions subjectives i lògiques; és la barreja entre "els enuncisats físics sobre sistemes físics objectius i les estimacions epistemològiques sobre el grau en el qual aquells enuncisats estan 'fundats en la nostra experiència'".³³

En primer lloc, la llei probabilista -segons Hempel- es caracteritza d'una manera en principi adequada per a una interpretació objectiva, com hem vist en la damunt citada de la significació de $p(G,F)=r$, on apareix indicada una freqüència estabilitzada connectada amb un tipus experimental o condicions objectives. (Per a Popper un freqüencialista ha d'ésser en algun moment sinó al final un propensionalista, encara que, a diferència d'aquest darrer, ho és sense saber-ho). Ara bé, el status de la llei probabilista dins l'explicació (i, per tant, part de la interpretació d'aquest enunciat probabilístic) és el del coneixement acumulat o 'elements de judici', és el de 'informació sobre la probabilitat estadística' de realització efectiva del succés G .

A més, les caracteritzacions que Hempel fa de la probabilitat només són les de 'probabilitat estadística' i 'probabilitat lògica (inductiva)'. La primera és la que interpreta aquella llei $p(G,F)=r$ com un enunciat que afirma una freqüència de la producció d'un resultat en una seqüència, i aquest enunciat resulta inductivament d'enuncisats que expressen el recompte estadístic. També, per tant, pel que fa a aquella llei $p(G,F)=r$ que intervé a l'explanans de l'argument explicatiu es té que $c[(p(G,F)=r), e]$ i això significa que $p(G,F,e)=r$, on e torna a ésser el coneixement acumulat total o elements de judici, per tant $c(h,e)$ dóna l'estimació de la freqüència relativa r , que és l'estimació de $p(G,F)=r$. Explica Popper que, en seguir una 'regla inductiva', n és el nombre total molt gran de les nostres observacions rellevants o repeticions de l'experiment i m el nombre d'observacions on s'observa G , que seria la hipòtesi que es considera, i F l'evidència a partir de la qual s'obtenen les estadístiques expressades per m/n ; llavors es tindrà $p(G,F)=r \approx m/n$. Podem entendre aleshores que la informació

estadística $e = n/m$, en $p(G,F,e)$, permet obtenir el valor de $p(G,F)$. La segona és la que serveix per a la interpretació de la probabilitat que s'estableix en l'argument explicatiu estadístic sencer; com una relació entre enunciats, entre premisses i conclusió. Aquesta segona probabilitat, també com la primera, es considera la mateixa que la concepció carnepiana de confirmació d'una hipòtesi, és a dir, un enunciat $c(h,e)=r$.

Com estem dient, l'enteniment hempelià de l'explicació estadística torna a restablir la interpretació inductiva de la naturalesa de la probabilitat en entendre que la relació probabilística donada a l'argument explicatiu -és a dir, el caràcter de la relació entre premisses (on $p(G,F)=r$ és l'enunciat legal, entès com hem vist inductivament) i la conclusió (la producció efectiva del succés)- és també de la mateixa naturalesa que la donada en $c(h,e)=r$: una 'confiança' en la producció d'un succés donada per un recompte empíric de freqüències. Però per a Popper aquesta interpretació carnepiana de la probabilitat està dins el subjectivisme ("el més pur de tots", justament).³⁴

No es tracta d'aplicar arguments exposats per Popper contra el subjectivisme, com per exemple mostrant la paradoxa objectiva dins el subjectivisme. Però Hempel sí que és subjectivista sense declarar-ho, una situació bastant inevitable per a la posició merament freqüencialista i que donà lloc a l'aparició de la concepció propensionalista. En efecte, la manera que té Hempel d'interpretar la probabilitat, mitjançant el seu model d'explicació estadística, té fortes concomitàncies amb els traços bàsics d'una interpretació subjectivista.

En primer lloc, s'ha de tenir en compte que una teoria subjectiva desitja entendre l'assignació de probabilitat sobre la base de tot el nostre coneixement efectiu.³⁵ És a dir, $p(G,F)=r$ representaria un enunciat sobre el nostre grau de creença (de fiabilitat o confiança racional) en la hipòtesi G a la llum justificativa del nostre coneixement acumulat actual, F . Popper afirmà que aquest problema és el mateix que el "que tracta de resoldre la interpretació lògica; perquè la interpretació lògica tracta de calcular el grau en què l'enunciat a [el nostre G] està recolzat, suportat o justificat lògicament per l'enunciat b [F]."³⁶ El coneixement F inclou, per exemple, informació de l'observació de la freqüència relativa en una sèrie d'extraccions de boles (amb reposició) de l'urna.

Per a Popper el status de F en la teoria subjectiva no és com la teoria probabilista s'usa en física.³⁷ Considera la inclusió d'aquell coneixement com l'afirmació d'una influència (d'efectes secundaris o dependències) dels resultats dels experiments anteriors per al valor vertader de $p(G,F)$, per a les probabilitats futures, això es fa fent servir una 'regla inductiva simple'³⁸. I això no és lícit en la seva interpretació objectiva, on, en primer lloc, la repetició de la situació experimental contrasta la predicció feta per la hipòtesi probabilista (com per a una determinista). En segon lloc, la noció de 'repetició' significa sempre (per a hipòtesis probabilistes i deterministes) que hi ha independència entre les proves del mateix tipus d'experiment, i les probabilitats seran les mateixes per a cada prova; els experiments anteriors són irrelevants, no tenen cap efecte sobre la probabilitat per a la realització d'un resultat: $p(G,F) = p(G, F, e)$, essent el coneixement acumulat e la condició que les condicions objectives (o tipus experimental) F s'hagin realitzat després d'altres dos experiments que hagin donat,

ambdós, el resultat G , per exemple.³⁹ Per a la teoria objectiva "no hi ha cap raó per a restringir $b [F]$ a, diguem-ne, situacions ja observades o conegudes d'altra manera"⁴⁰. Les condicions F no inclouen com a part seva les nostres estadístiques (si més no, per una via directa) perquè, com a conseqüència "de considerar la probabilitat com una descripció de l'estat del nostre coneixement", la teoria subjectiva no distingeix entre la qüestió de la probabilitat de G en presència de F i la qüestió de quin és el F apropiat en el cas, per exemple, de tirades amb el dau que tenim al davant; per a la primera qüestió la nostra experiència o recompte estadístic acumulat no és rellevant, sí que ho és per a la segona. Per a l'objectivista, la seva hipòtesi és l'enunciat $p(G,F)=r$, que "afirma descriure un estat de coses objectiu" on F "estableix les condicions repetibles d'una situació repetible",⁴¹ i encara que "aquelles condicions, de vegades, disten d'ésser manifestes".⁴²

Així doncs, per a l'objectivista popperià, la hipòtesi dóna el valor de la probabilitat real que té un succés G (es produeixi o no) en cada prova produïda sota unes certes 'condicions objectives' experimentals F (tirada d'una moneda homogènia, superfície dura i plana de caiguda,..). Per al subjectivista, la hipòtesi és la producció efectiva del succés G , i està recolzada en un valor probabilístic r donat per una certa 'evidència' on hi ha una estimació freqüencial del resultat en qüestió en una seqüència efectiva. Per a Hempel, la hipòtesi podria ésser allò enunciat en el raonament explicatiu sencer, un esquema que relaciona enunciats on hi ha com a conclusió la producció del succés G , recolzada per un valor probabilístic r (interpretat com a 'suport inductiu') 'donat' també per una 'evidència'. Aquesta 'evidència', o coneixement acumulat, és constituïda per un enunciat en la forma d'una llei probabilista $p(G,F)=r$ (la hipòtesi sencera de l'objectivista) més la producció de les 'condicions objectives' F . En l'esquema hempel·lià d'explicació $I-E$ es troba com a premissa l'evidència del subjectivista, que com en aquell cas subjectivista inclou les condicions objectives pròpies del tipus experimental F (crucials per a l'objectivisme propensionalista) més la inclusió de coneixement acumulat o estadística fiable (allò que l'objectivista popperià ha de rebutjar com a condició per a mantenir la independència d'aquelles condicions i poder proposar una assumpció realista de la probabilitat com a producte o propietat de la situació experimental objectiva). Aquell coneixement acumulat pot entendre's sintetitzat en $c(h,e)=r$ que dóna l'expressió explanans $p(G,F)=r$ -la h en $c(h,e)=r$ - referida al coneixement acumulat -és a dir, que fa de part del 'e' de l'explicació $I-E$. Com a conclusió de l'esquema explicatiu es troba la hipòtesi del subjectivista, la producció real del succés G . Mentre que per a l'objectivista només hi ha des de la situació real F una probabilitat p per a la producció d'un succés possible G , la probabilitat és real, això és, el succés pot ocórrer o no.

En la caracterització de la probabilitat que fa Hempel al voltant del seu esquema d'explicació $I-E$, hi ha manifestat que la probabilitat es refereix a l'estat del nostre coneixement, com en les interpretacions subjectivistes de la probabilitat. La probabilitat és entesa en tot moment d'una manera epistemològica, a través de la lògica inductiva, en l'àmbit de la contrastació d'hipòtesis científiques, incloses les deterministes. Però mentre que el determinisme, gràcies al model $N-D$, pot aparèixer com una relació real entre fets o esdeveniments, la reclusió de la probabilitat a relacions inductives entre

enunciats (sobre donats recomptes estadístics i realitzacions de successos) l'exclou d'aparèixer com en "enunciats físics", com una relació real entre l'esdeveniment-condicions i l'esdeveniment-resultat.

II.2.1.- L'ambigüitat de l'explicació estadística i el requisit de la màxima especificitat

Hempel considera⁴³ el que anomena una altra important característica (a més del seu caràcter pròpiament inductiu) que "diferencia de manera tallant l'explicació *I-E* dels seus equivalents deductius."⁴⁴ Es tracta del fet que un determinat succés individual sovint podrà obtenir-se per selecció a l'atzar d'una qualsevol entre diferents 'classes de referència', i.e., del fet que un o més explanans vertaders poguessin tenir l'ocurrència de més d'un resultat com el seu explanandum. Per consegüent, per a una explicació probabilista donada (amb explanans vertader que confereix la quasi-seguretat a un succés particular) hi podrà haver un raonament rival de la mateixa forma probabilista (amb "premisses" igualment vertaderes que confereix la quasi-seguretat a la no producció d'aquell mateix fet). Així, seguint amb l'exemple exposat per Hempel, per a l'explicació de l'esdeveniment de l'explanandum consistent en la recuperació (*R*) d'una estreptocòccia mitjançant el tractament amb penicil·lina (*P*) ens recolzem en la proporció $Prob (R/P) = 0,9$. Però tindríem una altra explicació rival per al resultat oposat; o sia, amb un explanandum on s'afirma la no recuperació (*no R*) d'aquella estreptocòccia mitjançant el tractament amb penicil·lina (*P*) a la llum d'uns altres trets de la situació, per exemple quan el pacient té aquesta infecció que pertany a la classe d'infecció amb una soca d'estreptococs resistent a la penicil·lina (*M*). O bé, també tindríem una altra explicació rival (és a dir, per a la no recuperació) si el malalt pertany al grup d'octogenaris de cor feble (*O*), per als quals aquesta recuperació (mitjançant penicil·lina) d'una estreptocòccia és molt petita, perquè la proporció -freqüència- de recuperats entre la gent d'aquestes edats, $Prob (R/P \& O)$, és només del 10%. Aleshores tindríem una explicació amb alta probabilitat d'un explanandum amb l'esdeveniment "un octogenari se'n recupera" aplicant-hi la generalització probabilística ' $Prob (R/P) = 0,9$ '. Però, si canviéssim la condició inicial '*P*' per '*P* & *O*', tindríem una explicació igualment vàlida de l'explanandum "un octogenari no se'n recupera" mitjançant la generalització ' $Prob (no R / P \& O) = 0,9$ '.

Només seguint el requisit d'alta probabilitat, l'explicació estadística ens duu a la situació problemàtica on un membre d'una classe de referència (per exemple la classe dels infectats tractats amb penicil·lina, amb probabilitat (del 0,9) per a un resultat atribuït (la recuperació)) pogués també pertànyer a una altra classe de referència (la classe dels infectats tractats amb penicil·lina i octogenaris) amb una probabilitat completament diferent per al resultat atribuït (del 0,1 per a la recuperació i del 0,9 per a la no recuperació). Aquest peculiar fenomen lògic és anomenat «l'ambigüitat de l'explicació *I-E*» o, més breument, de l'explicació estadística -òbviamet aquest tret no té anàleg en el cas de l'explicació deductiva. Una variant seva serà anomenada el problema de

«l'ambigüïtat epistèmica de l'explicació estadística», ja que es relaciona amb el que es presumeix conegut a la ciència -s'anomena 'K' a aquest conjunt-, i no amb el que succeeix de fet, encara que sigui desconegut per a qualsevol; és a dir, amb les explicacions els enunciats-explanans de les quals, siguin o no veritables de fet, són afirmats o acceptats per la ciència empírica en el moment que s'anuncia o es proposa l'explicació -òbviament tampoc no té anàleg a l'explicació deductiva.

Per solucionar aquest problema Hempel recorre al requisit dels elements de judici totals que dins la lògica inductiva fou plantejat per Carnap⁴⁵, qui el 1945 li indica que l'ambigüïtat dels raonaments probabilístics és només una de les paradoxes aparents de la lògica inductiva que resulten de passar per alt l'esmentat requisit. Hempel considerarà la mesura en la qual ha d'imposar-se aquest requisit a les explicacions estadístiques: "seria desitjable que una explicació acceptable es basés en un enunciat de probabilitat estadística pertanyent a la classe de referència més restringida de la qual sigui membre el fet particular en consideració, segons la nostra informació total."⁴⁶ Hempel reconeix, en una nota a peu de la pàgina, la íntima relació d'aquesta idea amb la feta servir per H. Reichenbach.⁴⁷

En definir la probabilitat com el límit de la freqüència en una seqüència infinita, com per exemple fa Reichenbach, resulta que no es pot atribuir la probabilitat al cas individual, perquè el límit no és atribuïble a aquest cas, sinó solament com una forma de parlar: la probabilitat del cas singular no té significat per si mateixa.⁴⁸ Dins aquesta manera "elíptica" de parlar, es tracta de trobar "un substitut construït en termes de probabilitats de classes" per al "pseudo-concepte d'una probabilitat d'un cas singular".⁴⁹ Llavors, les condicions per a l'atribució de probabilitat o "pes"⁵⁰ a la prova simple consisteixen en l'existència d'una seqüència infinita de proves de classe R amb una freqüència límit de valor r per a l'atribut A , i, també, d'una condició d'unicitat, per la qual la prova T només és membre d'una única seqüència R , en el sentit que no existeix cap ni una seqüència de classe R on $P(R,A) \neq r$. Per a afrontar el problema del cas individual, llavors, és necessari determinar la classe de proves R on T produeix A ; és a dir, seleccionar l'única seqüència R on T queda assignada (encara que, com observa Reichenbach, l'elecció d'una classe de referència no és estrictament l'elecció d'una seqüència de referència), i esbrinar la freqüència límit r en aquesta seqüència, és a dir $P(R,A) = r$.

Reichenbach recorda que s'anomena el problema de la classe de referència a l'ambigüïtat que resulta del fet que un individu pugui ésser incorporat a moltes classes de referència amb diferents probabilitats. Llavors l'assignació probabilista a l'esdeveniment individual necessita de la seva incorporació en l'adequada classe de referència que resultarà d'un procés gradual d'estrenyaments; d'aquesta manera, amb el tancament del cas singular en classes més restringides, el valor d'aquella probabilitat (sempre un enunciat que més aviat que una asserció serà una postulació⁵¹) s'aproparà a un límit. Aquest procés es detindrà quan no sigui evident cap progrés.⁵²

Fetzer⁵³ feu una relectura de la proposta de Reichenbach. Una prova individual T conté distintes propietats designades per predicats ' F^1 ', ' F^2 ', ...; una prova T , com a propietat d'un objecte o col·lecció d'objectes x , és una prova ' Tx ' vertadera si i només si és vertadera la seva descripció ' $F^1x \cdot F^2x \cdot \dots$ '. No hi pot haver una descripció exhaustiva d'una prova T si no hi ha manera d'acabar

l'enumeració de les propietats especificables per tal de completar aquella descripció. En canvi, tenim una descripció exhaustiva quan existeix algun nombre m tal que des de F^1 fins a F^m exhaurim aquelles propietats. Com que, per a una especificació exhaustiva d'una prova, no hi ha final en el nombre de propietats, això faria que resultés inassolible una descripció exhaustiva. Un principi de densitat per a descripcions de proves simples permet arribar a assolir una descripció exhaustiva.⁵⁴ En principi, dins el curs de la història del món, hi existeix, per a qualsevol T , una descripció o conjunt de predicats $\{ 'F^1', \dots, 'F^m' \}$ que és un subconjunt propi d'una altra descripció més llunyana $\{ 'F^1', \dots, 'F^n' \}$. Però no totes les propietats d'una T són factors rellevants o propietats causalment rellevants quant a l'ocurrència de l'atribut A ; la cosa important és que siguin aquestes propietats les que són descriptibles de manera exhaustiva. Una propietat C és estadísticament rellevant per a la producció de A en R si l'absència o presència de C fa una diferència en la freqüència límit de A en R : $P(R \cdot C, A) \neq P(R, A)$. Una prova individual T és un membre d'una classe R , però, segons Reichenbach, podem considerar que dins la classe R podem anar especificant cada cop major nombre de propietats estadísticament rellevants F^1, F^2, \dots , de forma que T seria membre de classes de referència R^1, R^2, \dots , successivament més restringides, on $R^1 \supset R^2 \supset R^3, \dots$, i $P(R^1, A) \neq P(R^2, A), P(R^2, A) \neq P(R^3, A), \dots$ ⁵⁵

L'adequada classe de referència serà la primera que, amb successius estrenyaments, assoleix algun candidat inicial respecte als predicats que no impliquen la presència o absència de l'atribut rellevant, que no són satisfets per com a màxim un nombre finit de coses sobre fonaments lògics només, i que són satisfets per almenys una cosa (presumiblement l'esdeveniment singular en qüestió) caracteritzada pels predicats permissibles usats en la descripció de la classe de referència. Llavors es tracta del problema de seleccionar la classe de referència apropiada R , que serà la classe més restringida a la qual T pot ésser assignada. Aquesta classe més restringida -que no és lògicament equivalent al conjunt de totes les propietats de T - és la classe la descripció de la qual inclou l'especificació del conjunt més gran de propietats rellevants per a la producció de A en T . Això consisteix a trobar la classe de referència ònticament homogènia R^i , on $T \in R^i, P(R^i, A) = r$, i per a totes les subclasses R^j de $R^i, R^i \supset R^j$, a les quals T pertany, $P(R^i, A) = r = P(R^j, A)$, i.e., no és el cas que $P(R^i, A) \neq P(R^j, A)$.⁵⁶

La descripció de la classe de referència R especifica un conjunt de propietats $\{ F^i \}$ en relació al qual no hi ha necessitat d'una única classe R . Segons el concepte de classe de referència ònticament homogènia R a la qual és relativa la prova T , aquesta prova T seria membre de classes de referència R^1, R^2, \dots , successivament més restringides d'acord amb l'especificació d'un nombre cada cop major de propietats estadísticament rellevants F^1, F^2, \dots , de forma que per a qualsevol T , hi ha dins R , una descripció o conjunt de predicats $'F^1_{xt} \dots F^m_{xt}'$ que és un subconjunt propi d'un altre conjunt de predicats o descripció més llunyana $\{ 'F^1', \dots, 'F^n' \}$. Però, si R^i és $R \supseteq R^i$ i $R^j \supseteq R$, llavors també és, igualment que R , una classe ònticament homogènia per A en T , fins i tot, encara que la descripció de la classe R^j sigui diferent de R perquè $\{ F^i \} \neq \{ F^j \}$. Per tant, les descripcions de classe de referència R i R^j

no coincidirán invariablement, de manera que la descripció de classe de referència no tindrà una única solució, encara que sí que hi haurà un únic valor r per a totes les solucions de classe, les quals tenen com a membres les mateixes proves T que projecten les mateixes freqüències per a A . Però malgrat això, es prendrà una única solució, que serà la classe més restringida -la que inclou el conjunt més gran de propietats de T -, per a la qual es pot recollir una estadística confiable.⁵⁷

Com s'ha dit, el criteri freqüencial s'usa per a esbrinar quines propietats presents en la prova singular serien estadísticament rellevants per a un resultat. Aquest criteri necessita d'una base acumulativa d'estadística confiable que subministrarà informació sobre la rellevància (o irrellevància) estadística per a qualsevol propietat F^i de la prova singular. L'objecció que Fetzer presenta és la inaplicabilitat sistemàtica de la interpretació freqüencial de la probabilitat, del seu indispensable criteri de rellevància estadística, per al rol que pretén satisfer, per la falta d'aquella base estadística necessària. Aquesta mancança és un resultat inevitable si cada prova individual T és describable, en principi, per algun conjunt de predicats per al propòsit d'una descripció de la classe de referència R i si només una prova individual T satisfà aquesta descripció de la classe de referència R descrita per $\{F\}$. Segons això, tindriem el cas que cada prova individual T és l'únic membre de la seva particular classe de referència R (descrita per una descripció de la classe de referència de la conjunció d'algun conjunt de predicats permissibles). Respecte a l'ocurrència de l'atribut A , ha d'haver-hi propietats estadísticament rellevants que distingeixen R^* i R , de manera que $P(R^*,A) \neq P(R,A)$. Llavors, el raonament de Fetzer de la inevitabilitat d'un únic membre consisteix a sostenir que si més d'un objecte o esdeveniment satisfés una descripció de la classe de referència 'més reduïda', pels principis d'identitat per a objectes i esdeveniments, se segueix que no serien objectes o esdeveniments diferents, perquè, com una qüestió de necessitat lògica, es conclou que un d'ells satisfà una expressió predicat ' F^* ' i l'altre no ho fa. O sia, sota les nocions de predicats permissibles i del principi que un predicat permisible F d'un esdeveniment x , Fx , no pot ésser predicat d'altre esdeveniment y ($\neg Fy$) que és diferent a x , resulta una qüestió de necessitat lògica que durant el curs de la història del món, aquestes descripcions més estretes de la classe de referència siguin satisfetes només per un objecte o esdeveniment individual. Si $T \in R$, i $P(R,A) = r$, on $0 \neq r \neq 1$, llavors necessàriament existeix la classe especificada per un conjunt de predicats permissibles $\{F^n\}$ de la qual la prova T és el membre solitari, que és aquella subclasse R^* de R , $P(R^*,A) = 0$ o $= 1$. Si T n'és el membre solitari, com hem començat dient, mancarà informació sobre la rellevància estadística d'una propietat qualsevol per a l'ocurrència o no de A , llavors no hi ha sistema possible per a poder especificar quines de les propietats de T són estadísticament rellevants. Fetzer desenvolupa aquesta conclusió amb l'afirmació que s'associa a aquesta resultant classe més restringida on la probabilitat de l'atribut A o bé és 0 o bé es 1 , (segons a l'esdeveniment en qüestió, x , li manqui o bé, altrament, posseeixi l'atribut rellevant A , com a conseqüència que la classe de referència "apropiada" serà $\{x\}$, ja que cap altre cas singular y satisfà el conjunt de predicats permissibles que el cas singular x satisfà). Una prova és l'únic membre

de la classe: sobre la base del criteri freqüencial de rellevància estadística, resulta (teòricament) impossible que hi hagi classes de referència homogènies R (per a una prova T relativa a un atribut A) amb $P(R,A)=r$, on $0 \neq r \neq 1$. És a dir, el criteri freqüencial de la rellevància estadística duu l'assumpció que no hi ha probabilitats, de cas singular, irreductibles o vertaderes ònticament; la restricció de la classe sobre aquell criteri duu a una classe apropiada on les probabilitats assignades al cas individual són trivials, 0 o 1 . De la mateixa manera, la *FLA* d'un atribut A en la classe apropiada més restringida R d'individus que satisfan els predicats permissibles F_1, \dots, F_n és o bé 0 o 1 .⁵⁸

Aquesta crítica de Fetzer a l'estretament de la classe com a solució al problema de la classe de referència-esdeveniment singular, plantejant només que un únic esdeveniment en el curs de la història real del món satisfà cadascun dels F_i , també ens permet contemplar la divergència entre probabilitat i freqüència des de la insuficiència d'una interpretació freqüencial realista (on la història del món real és finita) per a una mínima garantia quant a proporcionar valors probabilístics que es refereixen a trets de l'estructura legal de la realitat. Per exemple, Eells⁵⁹ proposa la il·lustració imaginada on considerem l'esdeveniment d'una determinada configuració celestial, aquella en la qual tres cossos -la lluna, el planeta Mart i el cometa Halley- es troben en una oposició tancada que es produeix només tres vegades; en cadascuna de les quals ocorre la tirada d'una moneda correcta. Llavors, quant al resultat atribut A , 'sortir creu', hi ha quatre possibles valors freqüencials: 0 (quan a totes tres tirades surt 'cara'), $1/3$ (quan en un dels tres surt creu), $2/3$ (quan surt creu en dues tirades), 1 (quan en cadascuna de les tirades surt creu). Com es veu, donada la finitud de la seqüència rellevant, la freqüència real queda restringida a aquests quatre valors possibles de la freqüència límit real, i el fet que de les tres tirades reals, x_1 , x_2 i x_3 , resultés, per exemple, el valor $1/3$, no reflecteix de manera apropiada els fets físics rellevants, com la simetria de la moneda -que donaria una freqüència de $1/2$ per a cada possible resultat atribut-, sinó que el valor freqüencial només ha estat una coincidència, de manera que la *FLA* només ha exhibit coincidències, però aquestes coincidències no representen els trets rellevants del món físic. La interpretació *FLA* no permet "distingir entre factors que són rellevants estadísticament a causa d'una connexió "real causal" i els que ho són purament per coincidència."⁶⁰

Reichenbach adverteix que la millor classe de referència disponible ho és "sobre la base del nostre coneixement actual"⁶¹. Una distinció que fa aquest autor entre les probabilitats com a propietats de classes i la probabilitat per a cada cas singular és -segons ho descriu Fetzer- que aquesta segona, a diferència de les primeres, depèn de l'estat del nostre coneixement ("el conjunt de sentències K acceptat o cregut per z en t no importa si vertader o no"⁶²), ja que, explica Fetzer, depèn de l'estat del nostre coneixement una decisió com l'assignació d'una única prova individual T a la classe de referència més estreta R "per a la qual l'estadística pot ésser compilada".

Per la seva banda, Hempel reconeix que aquell requisit dels elements de judici totals no afecta l'ambigüïtat en el primer sentit. És a dir, per a una explicació estadística sempre pot existir una altra rival -també amb alta probabilitat i premisses igualment vertaderes- amb conclusió contradictòria

a la seva. Només en el cas especial on la consideració de la veritat de l'explanandum és substituïda per la consideració d'un explanandum relatiu al conjunt K de tots els enunciats acceptats per la comunitat científica en un moment qualsevol és quan resulta possible l'eliminabilitat de les explicacions antagòniques per la seva no acceptabilitat. Per tant, com diu Hempel, el concepte d'explicació estadística de successos particulars és essencialment relacionat amb una situació cognoscitiva donada (representada per una classe K d'enunciats acceptats). Aquesta característica la denomina 'relativitat epistèmica de l'explicació estadística', la qual obliga a una "explicació $I-E$ referida a la situació cognoscitiva representada per K ", cosa que ve caracteritzada per la referència explícita i inevitable a aquesta classe mitjançant el «requisit de màxima especificitat», RME. Llavors, la diferència de "relativitats" establerta per Hempel entre les explicacions $D-N$ o $D-E$ i les $I-E$ és com segueix: l'acceptabilitat d'una explicació $D-N$ o $D-E$ dependrà de: a) que sigui deductivament vàlida; b) que faci un ús essencial del tipus adient de llei general; c) que les seves premisses estiguin ben sostingudes pels elements de judici que pertocquen disponibles. Aquesta darrera és una condició de confirmació empírica; es refereix al suport que els elements de judici totals, K , subministren als enunciats de l'explanans (que K subministri elements de judici per al seu suport). Per tant, en l'acceptabilitat d'una explicació $I-E$, a més de la condició exigida per a les deductives, de confirmació empírica, el requisit de la màxima especificitat implica per a les explicacions $I-E$ una relativitat epistèmica que no té anàloga pel que fa a les explicacions $D-N$; perquè aquest requisit no es refereix a la confirmació empírica, ja que independentment del suport a l'explanans, l'acceptabilitat d'una explicació $I-E$ requereix: que la seva força explicativa potencial en resguard a l'explanandum especificat no es trobi viciada per lleis estadístiques incloses en K però no a l'explanans, i que permeten elaborar raonaments estadístics rivals. Així doncs, podem parlar amb sentit d'explicacions $D-N$ i $D-E$ vertaderes (amb premisses vertaderes) independentment que les premisses estiguin o no incloses en K , però aquesta idea no té cap similitud a les $I-E$, les quals són relativitzades quant a K .

II.2.2.- Criteri de rellevància estadística

Salmon⁶³ recorda la relativització hempeliana de la seva explicació $I-E$ a una situació cognoscitiva com un assumpte obligatori que resultaria del concepte lògic de probabilitat, amb el seu requisit de evidència total, al qual apela l'informe hempeliana. Per la seva banda, Salmon entén que en el seu model de rellevància estadística la relativització epistèmica no és una conclusió obligatòria del model d'explicació, per raó que fa servir un concepte d'aleatorietat que pertany a la interpretació freqüencial de la probabilitat.⁶⁴ Salmon estableix un criteri de «rellevància estadística», $r-e$, de la *rellevància explicativa* que constituirà un requisit fonamental per a una '*explicació adequada*'. Aquest requisit no estaria contemplat en la teoria de Hempel, i això la converteix en una concepció errònia de la rellevància explicativa. El criteri, freqüencial, afirma que una propietat F és explicativament (estadísticament) rellevant per a l'ocurrència d'un atribut A dins una classe de referència R just en el

cas que la freqüència límit per a A en R i F difereixi de la freqüència límit per a A en R i no- F : $P(R \& F, A) = m$ i $P(R \& \neg F, A) = n$, on $m \neq n$.⁶⁵ Això és, una propietat F és explicativament rellevant per a l'ocurrència d'un atribut A relativa a R si varien les corresponents probabilitats (de l'atribut, donada la propietat F i quan no està donada aquesta propietat F) interpretades com a freqüències límit. Les propietats estadísticament rellevants vénen facilitades per l'aïllament i eliminació de les propietats estadísticament irrellevants des de l'explanans d'explicacions adequades mitjançant l'anomenat principi de desplaçament: una propietat F desplaça una propietat G en relació a A en R quan: $P(R \& F \& G, A) = P(R \& F \& \neg G, A) \neq P(R \& \neg F \& G, A)$.⁶⁶

Sota aquesta concepció d'adequació explicativa (que oblidava la concepció de llei abastant de les explicacions com a arguments) Salmon defineix les següents nocions en què el nou criteri s'estableix. Així, una 'partició'⁶⁷ de la classe de referència R en un conjunt de mútuament exclusives i exhaustives subclasses R^1 i R^2 , on cada classe és objectivament homogènia relativa a A . D'aquesta manera l'apropiada classe de referència homogènia i completament objectiva inclou exactament les propietats estadísticament rellevants que hi són presents per a l'ocurrència d'un esdeveniment. Així doncs, l'explicació d'un resultat singular A per a la prova T consisteix en la seva assignació a l'apropiada classe de referència ònticament homogènia. Aquesta classe R i C^m és tal que (a) $T \in R$ i C^m ; (b) $P(R \& C^m, A) = r^m$; i (c) per a tota classe de referència homogènia R^1, \dots, R^m i C^m relativa a un resultat A , $r^i = r^j$ només si $i=j$. Aquestes són les condicions suficients per acomplir l'adequació explicativa, de manera que l'explicació que Kx i llavors també Ax queda completa per la satisfacció d'aquestes condicions, a més que $x \in K$ i F (on $m \in \{1, 2, \dots, n\}$).

Ara es pot posar el RME en termes d'homogeneïtat, val a dir, mostrar l'equivalència entre aquest requisit i el que fa derivar les probabilitats d'una partició homogènia de la classe de referència. És a dir, es necessita incloure tots aquells factors rellevants necessaris per a produir una partició homogènia de la classe de referència, amb ommissió dels factors que, encara que vertaders, no fan una diferència probabilista. Així doncs, per a l'explicació d'un esdeveniment resultant, tenim una partició homogènia de la classe de referència quan amb aquella partició les freqüències amb què apareix l'esdeveniment dins les subclasses no es veuen alterades per altres factors sorgits en posteriors subdivisions. Així, en l'exemple de la infecció d'estreptocòccia, tindríem una partició homogènia per a la recuperació quan partim la classe de referència original, i. e., la classe de tota la gent infectada, en les subclasses d'aquells que prenen penicil·lina i aquells que no en prenen, i novament en subclasses que distingeixen l'edat dels pacients. Només la primera partició no arriba a ésser una partició homogènia a causa que hi ha algun altre factor del qual depèn la probabilitat de l'esdeveniment resultant 'recuperació', en tant que aquesta no depèn només de la presa de penicil·lina, sinó també de si el malalt és una persona gran; però un factor com "el color dels ulls de la persona" queda omès per l'explicació, ja que no fa cap diferència per a la probabilitat de recuperació. Com veiem, aquest procés

"d'homogeneïtat 'partidora'" permet arribar a complir el RME per a l'explicació mitjançant la correcta inclusió de tots els factors rellevants.

Com es pot veure, l'alta probabilitat exigida per Hempel ha estat substituïda per un increment de probabilitat o simplement una diferència relativa de probabilitats. És a dir, que el fumar cigarrets (F) com a esdeveniment que explica el càncer de pulmó (C) només requereix que $P(C/F) \gg P(C/\text{no } F)$, però no requereix, com en el cas de l'anterior requisit, que $\text{Prob}(C/F) \gg 0,5$ -que fumar faci altament probable el càncer. Encara que tinguéssim entre els fumadors una freqüència ben per sota del 50% de fumadors amb càncer, encara aquest requisit de la *r-e* ens permet tenir explicació suficient del càncer en termes de fumar, però tenint en compte que el fumar incrementa la probabilitat de tenir càncer, per exemple d'un 1% a un 10%.

Vèiem en II.2.1. que sota el requisit d'alta probabilitat no s'evitava el fenomen lògic de l'anomenada 'ambigüïtat de l'explicació *I-E*', el qual quedava exemplificat amb l'aparició d'una explicació rival quan el pacient pertanyia al grup d'octogenaris de cor feble (O), alterant la probabilitat de recuperació (R) de la partició "tractats amb penicil·lina/no tractats amb penicil·lina" i invalidant l'homogeneïtat d'aquella partició. Si estiguéssim davant el cas d'un octogenari que pren penicil·lina i que se'n recupera, se'ns recordaria que aquella explicació rival no impossibilita que per a qualsevol persona, fins i tot essent octogenari, R sigui més probable si la persona pren penicil·lina. Davant aquesta situació s'adverteix bé la diferència, com explica D. Papineau⁶⁸, entre la posició que defensa l'homogeneïtat mitjançant la presència de tots els factors -rellevants- que produeixen un valor absolut de la probabilitat de l'explanandum i la posició de la *r-e* de Salmon, on aquest criteri és substituït pel de l'increment (no desplaçat) d'aquesta probabilitat. Es veu, per consegüent, que amb la primera posició s'excloïen qualssevol altres factors que alteressin la $\text{Prob}(R/P) \gg \text{Prob}(R/\neg P)$, ja que la imposició del requisit d'homogeneïtat exigeix que cap d'altres factors addicionals fessin una variació en la probabilitat de R , amb la qual cosa queda exclosa la necessitat d'aplicar el *principi de desplaçament*. El requisit d'homogeneïtat implica el requisit de no desplaçament. Sota aquesta concepció, donada una especificació completa de les circumstàncies, el cas de la recuperació d'un octogenari que prengui penicil·lina es presentava tan improbable que el cas quedaria fora de la nostra explicació. Però, no tenint desplaçament que efectuar, encara es "deixa obert que hi puguin haver uns altres factors que alterin la probabilitat en perspectiva, i que per tant el requisit d'homogeneïtat no quedi satisfet", atès que "el requisit de desplaçament no implica homogeneïtat". Ara bé, sota el criteri *r-e*, les coses es veuen d'una altra manera, ja que, des de l'acceptació del no desplaçament, s'ignora la qüestió de si altres factors tenen una influència similar. Des d'aquesta perspectiva, el cas de l'octogenari que es recupera en prendre penicil·lina es considerat sota l'explicació que R és causat per P , ja que en aquest cas el que O faci que $\text{Prob}(R)$ sigui molt baixa no desacredita aquella explicació mentre es mostri la possibilitat que R sigui incrementada per P i que O no desplaci P en relació a R .

Segons Fetzer⁶⁹, les condicions d'adequació explicativa de Salmon impliquen *un model degeneratiu* d'explicació. Per exemple, sobre l'atribut 'morir', M , podem dividir la classe, K , 'dels homes amb una edat de 20 anys' en propietats estadísticament rellevants: 'els que tenen tuberculosi' F_1 , 'els que emmalalteixen del cor' F_2 , 'els que tenen un tumor al cervell' F_3 . Llavors, l'explicació de la mort d'un home de 20 anys, resultat d'un tumor cerebral, Ma , potser, és explicable només amb l'assignació de a a la classe 'dels homes amb l'edat de 20 anys que o bé tenen tuberculosi o bé són malalts del cor o bé tenen un tumor cerebral', $K \cdot F_1 \vee F_2 \vee F_3$, on $Prob(K \cdot F_1 \vee F_2 \vee F_3, M) = r$. Per tant, assenyala Fetzer, sota l'aparença del principi d'homogeneïtat, una classe de referència cada vegada més i més causalment heterogènia pot fer-se servir com a referència per a "explicar" l'ocurrència d'un atribut M en T .

Però el damunt exposat principi de desplaçament pretén seleccionar les propietats estadísticament rellevants com a propietats explicativament rellevants. Per tant, d'acord amb aquesta intenció, és mitjançant aquest principi com haurem de distingir entre correlacions causatives i aquelles que no ho són. Llavors, l'enfocament complet que permet tenir una rellevància estadística com a rellevància explicativa (causal) és aquell pel qual A és causa de B quan $Prob(B/A) > Prob(B)$ i no hi ha cap C que desplaçi A en relació a B . Per a determinar si la relació entre el fumar (F) i el càncer (C) és causativa o si, al contrari, una disposició genètica és el factor (G) on resideix la causalitat, hem de servir-nos del principi de desplaçament per a exposar que G desplaça l'associació entre F i C . Si no existeix el factor G , segons l'informe de la *r-e*, la correlació "fumar i càncer" ha d'entendre's com a expressió de la realitat d'un enllaç directament causal. Al contrari, la correlació merament reflectiria una major freqüència de fumadors entre aquells que de qualsevol manera adquiririen el càncer quan el factor G sí que efectua el desplaçament. Això serà així, si d'acord amb el principi es compleix: $P(C/F \& G) = P(C/\text{no } F \& G) = P(C/F \& \text{no } G)$. Això és, si la probabilitat de tenir càncer entre gent que té la predisposició genètica és la mateixa entre els subgrups de fumadors i de no fumadors, $P(C/F \& G) = P(C/\text{no } F \& G)$, si la probabilitat de tenir càncer entre gent que no té la predisposició genètica també és independent de si fumen o de si no fumen, sense una major freqüència entre els que fumen, $P(C/F \& \text{no } G) = P(C/\text{no } F \& \text{no } G)$, i la probabilitat de tenir càncer no és la mateixa entre els que tenen la disposició i aquells que no la tenen, $P(C/G \& G) \neq P(C/F \& \text{no } G)$.

A més de les dificultats que presenta el requisit de classes de referència objectivament homogènies, Fetzer assenyala com el problema principal de la proposta de Salmon el fet que les propietats estadísticament rellevants no són explicativament rellevants en el sentit de causalment rellevants.⁷⁰ És a dir, que es mantindria intacte allò fonamental de la tesi hempeliana de la relativitat epistèmica, i que el criteri de rellevància ofert per Salmon no pot sostenir la seva concepció d'explicació estadística, i que com a conseqüència aquell criteri no ofereix un espai de distinció entre causació i correlació. Així, podrien presentar-se casos on el procediment del principi de desplaçament per a seleccionar les propietats estadísticament rellevants desemboqués a qualificar d'explicativament rellevants propietats que no ho són.

"Dissortadament, pogués succeir que hi hagi propietats que no poguessin ésser "desplaçades" i d'aquesta manera es considerin com a explicativament rellevants quan presumiblement no ho són."⁷¹

Fetzer n'exposa el següent cas. Tenim, per exemple, que després de considerar unes altres propietats en relació al resultat "tenir algun avortament" en la classe de referència "caplletra del nom", el col·lectiu de dones que tenen la propietat "nom que comença per vocal", pel que fa al d'aquelles que tenen el "nom que comença per consonant", presenten una diferència freqüencial -més gran, per exemple, per a les primeres; i així tenim que la propietat característica resulta estadísticament rellevant i, per consegüent, explicativament rellevant. També, les propietats causalment rellevants podrien resultar no ésser estadísticament rellevants. Així, exemplifica Fetzer, una propietat amb rellevància causal com F , 'tenir tuberculosi', en relació a l'atribut M , 'morir', en la classe K , 'dels homes que tenen 20 anys', podria ésser 'desplaçada' per la propietat S , 'tenir la lletra 's' com a inicial del nom', si S resulta estadísticament rellevant. De les lletres inicials dels noms, s'estableix una diferència en les freqüències límit r .

II.3.- La interpretació freqüencial de les lleis estadístiques i identificació de les oracions legals. Interpretació de la Freqüència Límit Hipotètica, FLH. Adequació de les interpretacions freqüencials de la probabilitat

Les lleis de forma estadística s'expressen com per exemple fa Hempel: $p(G, F) = r$. Essent F un tipus determinat d'experiment d'atzar, G un resultat possible d'aquest experiment, l'enunciat anterior vol dir que en una llarga sèrie de repeticions de F , és pràcticament segur que la freqüència relativa del resultat G serà aproximadament igual a r . Aquestes lleis, les que afirmen que "a la llarga la proporció dels casos de F que siguin també casos de G és aproximadament r ", i les lleis de forma condicional universal, $(x) (Fx \supset Gx)$, que diuen que "tot cas de F és un cas de G ", "comparteixen una característica important que és simptomàtica del seu caràcter nomològic: "totes dues fan afirmacions generals concernents a una classe de casos que poden considerar-se com a potencialment infinits."⁷²

"Així les implicacions en la forma de condicionals contrafàctics i subjuntius són característiques dels enunciats legals tant de forma estrictament universal com estadística."⁷³

D'altra banda, la distinció, també per a Hempel, entre els enunciats legals de forma estrictament universal i els de forma probabilística es troba en les afirmacions que aquests enunciats fan -i no en els elements de judici disponibles que els sostenen. Els primers atribueixen una característica a tots els membres d'una certa classe. Els segons l'atribueixen a una proporció específica dels seus membres. Hempel adverteix que l'enunciat de la forma condicional universal no és lògicament equivalent a l'enunciat corresponent de la forma estadística bàsica $p(G, F) = I$. No ho és perquè l'enunciat probabilístic pot ésser vertader encara que l'enunciat corresponent de forma

universal sigui fals, ja que el que s'afirma amb el primer és que "és pràcticament cert que en un gran nombre de casos de F , quasi-tots són casos de G ", mentre que en el segon es diu que "Tot cas de F és un cas de G ".⁷⁴

Com que un enunciat del tipus "tots els minerals que hi ha en aquesta caixa contenen ferro" és l'assertió de quelcom que "de fet és el cas", no és més que una 'generalització accidental' que no pot, diu Hempel, considerar-se una llei de la natura. Per tant, la forma bàsica universal de les lleis (com: "En tots els casos on estan donades unes condicions de tipus F , es donen també les condicions de tipus G ") expressa una condició necessària però que no és suficient per a aquest tipus de lleis si volem distingir entre lleis genuïnes i meres generalitzacions accidentals.

Assenyala Hempel que les oracions legals poden tenir moltes formes lògiques diferents, com la forma condicional universal simple, o la generalització tant universal com existencial, les afirmacions matemàtiques entre variables quantitatives diferents. Però es presenta un problema en intentar definir les oracions legals sense utilitzar el concepte de llei. Hempel repassa diverses condicions o característiques que permetrien identificar i distingir les oracions legals: ésser font de condicionals contrafàctics i subjuntius, el seu poder explicatiu, la seva forma essencialment general -és a dir, la seva aplicació a un nombre indefinit de casos enfront d'una conjunció finita d'oracions singulars-, compliment de l'exigència que cap objecte o situació particular estigui sota la referència dels seus predicats, i les característiques de projectabilitat i de reforçament de Goodman. Totes i cadascuna d'aquestes particularitats presenten dificultats en la seva condició de trets distintius.⁷⁵

Els problemes que presenten les interpretacions freqüencials afecten una concepció de l'explicació científica sota aquelles interpretacions; hi ha una relació entre la causa i l'efecte que té les conseqüències de concebre aquesta connexió mitjançant una legalitat probabilística que és interpretada com de naturalesa freqüencial. Però encara hi ha un perllongament de la interpretació freqüencial en una versió que refinà H. E. Kyburg⁷⁶ en la seva exposició d'una interpretació (que Ellery Eells anomena freqüencial límit hipotètica, *FLH*) i que considera un realçament del caràcter teòric i ideal dels enunciats probabilístics proposat per von Mises. Mitjançant una hipotètica extensió infinita de la seqüència real es considera infinitament moltes extensions hipotètiques: a diferència de "les seqüències reals finites en aquest món" es tracta amb "mons ideals o hipotètics en què les seqüències de proves són inacabables."⁷⁷ D'aquesta manera, en un exemple com aquell exposat per Eells de l'esmentada configuració estel·lar (II.2.1.), els valors possibles de la freqüència límit no queden limitats de manera artificial.

Si l'afirmació que la probabilitat de y en la seqüència x és z s'expressa com $S(x,y,z)$, per a un freqüencialista finit extensionalista (Russell, Sklar, i Reichenbach encara que abandona el requisit de la finitud), $S(x,y,z)$, sota *FRF* -on els membres de la unió del rang de x és finita- és vertader si és vertader en el món real. D'altra banda, per a Kyburg, com hem dit, l'enfocament de von Mises representa una visió freqüencialista que considera els enunciats de probabilitat com a teòrics i ideals,

i.e., són enunciats sobre seqüències interminables en mons ideals o hipotètics. En aquesta visió de la freqüència límit hipotètica, *FLH*, la probabilitat, $P(A/B)$, és el que seria la freqüència límit de *A* en la seqüència dels *B* si aquesta seqüència fos infinita -si la història del món fos infinita. Una moda d'anàlisi corrent del contrafàctic es fa en termes de mons possibles. La classe de rol trobat a la semàntica estàndard dels mons possibles, com servir per a determinar una avaluació sobre sentències d'algun llenguatge especificat, no és el rol que juguen aquests mons possibles, els quals són, més aviat, objectes simples, conjunts d'ells s'associen amb els resultats possibles d'una prova aleatòria. Es pot entendre els mons possibles com a seqüències infinites de repeticions de l'experiment sota consideració o descriure'ls per seqüències de sentències corresponents. Com que les sentències vertaderes són les lleis universals del món actual M^* i les sentències que expressen observacions -o "descripcions històriques", que dirà Fetzer-, cal distingir, aleshores, en el món actual o real M^* , el conjunt *N* de lleis vertaderes i el conjunt *O* d'enunciats vertaders observacionals, aquests darrers són, descripcions històriques. En aquest marc, per a caracteritzar semànticament teories objectives de la probabilitat com les freqüencials (i les propensionalistes) es necessita un càlcul de predicats de primer ordre amb identitat i símbols d'operacions. Els axiomes d'aquest llenguatge *L* de primer ordre se suposa que són vertaders en cadascun del models. En un món legal és vertader el conjunt *N* de totes les lleis físiques universals (no-estadístiques) -(actualment) vertaderes. *L* és el conjunt de models legals. En un model futur és vertader el conjunt *O* d'enunciats que representa totes les nostres observacions que fins el present són vertaderes. *F* és el conjunt de models futurs. Un món futur legal és una seqüència infinita de repeticions de l'experiment. Un món M_i és el mateix que un món M_j quan cada sentència vertadera en M_i és també vertadera en M_j , i a l'inrevés. Un model és una parella ordenada, $\langle U, R \rangle$, on *U* és el conjunt d'entitats de l'univers i *R* és una relació o funció. El model particular $M^* = \langle U^*, R^* \rangle$ serà el 'món actual (o real)'. Una extensió d'un model $M = \langle U, R \rangle$ és un model $M' = \langle U', R' \rangle$ si és el cas que l'univers de *M* és inclòs en l'univers de M' - $U \subseteq U'$ - i les relacions i funcions en R' restringides a l'univers de *R* són les relacions i funcions en *R*. Per a un terme *x* interpretable com una seqüència, un món màxim (una sèrie estesa màximament) o extensió màxima *x* d'un model *M* és un model M' si M' és una extensió de *M*, i o bé *x* és infinit en M' , o bé cap extensió de M' estén *x*, i.e., és un món-seqüència que o és infinit o no és part d'altre. S'assumeix que les relacions i funcions d'aquests models són "compatibles" en un sentit definit.⁷⁸

Hi haurà un conjunt d'aquests mons, una seqüència de mons futurs legals. Es tracta de proporcionar un conjunt adequat de condicions de veritat per a sentències $S(x,y,z)$ que representin enunciats probabilistes. Segons Kyburg, l'enunciat probabilista és vertader del món actual si la freqüència límit del resultat en aquella seqüència de seqüències infinites té el mateix valor que l'afirmat en la relació expressada a l'enunciat. Essent *S* un predicat triàdic en el llenguatge objecte, $S(x,y,z)$ vol dir que entre els objectes en la seqüència de referència *x*, la freqüència de membres de *y* és *z*. Aquest *S* és vertader en un model $M = \langle U, R \rangle$ si es compleixen certes condicions.⁷⁹ Llavors, les condicions de veritat per als enunciats *FLH*, ' $P(C/B)=r$ ', s'estableixen del següent mode: ' $P(C/B)=r$ ' és vertader (en el món

actual) just en el cas que ' $S(B,C,r)$ ' sigui vertader en tota (o "quasi-tota") extensió màxima B de tot món futur (o de cada món futur legal). La forma de l'estructura característica FLH és $\langle \lambda, M, M^*, F, L, E \rangle$. λ és un llenguatge de primer ordre amb axiomes. M és un conjunt de models $M = \langle U, R \rangle$; $M^* \in M$. F i L són subconjunts de M . E és una relació en $\lambda \times M \times M$. Un model projectat o proposat de la interpretació tindrà a M^* , F , L i també a E que és la relació tal que $E(B, M, M')$ és vertadera en el model projectat si i només si M' és una extensió màxima B de M . Les estructures característiques seran axiomatitzades de manera tal com per a garantir que es compleixin les relacions formals entre, per exemple, mons M i les extensions màximes B de M ; per exemple, els axiomes haurien d'implicar que si $E(B, M, M')$ és vertader (en una estructura característica), llavors $U \subseteq U'$, on $M = \langle U, R \rangle$ i $M' = \langle U', R' \rangle$.⁸⁰

Continua Eells⁸¹ amb l'avertiment que l'enganxós problema d'aquesta interpretació FLH és que si no s'especifica la significació precisa de l'expressió "tot (o quasi-tot)", llavors no es tindran definides les condicions de veritat per a ' $P(A/B)=r$ ' i, per tant, no seria possible construir -des de la semàntica proposada per Kyburg- un espai de probabilitat -amb additivitat finita- d'una estructura característica de la teoria FLH . En conseqüència, no se satisfaria d'una manera palesa la representació probabilista com a ingredient de la condició d'adequació formal. Així, es pot entendre "tot (o quasi-tot)" com a "tot". Per exemple, considerant sentències de la forma 'La probabilitat de sortir creu, A , en una tirada correcta, B , és igual a r '. S'assumeix que un enunciat d'aquesta forma produeix un enunciat vertader quan $r=1/2$, per exemple. Llavors, segons les condicions de veritat per als enunciats FLH , es té que un enunciat de la forma ' $P(A/B)=r$ ' és vertader si i només si ' $S(A,B,r)$ ' és vertader en tota extensió màxima B de tot món futur legal. Però resulta que les diferents seqüències infinites de resultats són equipossibles. I en el conjunt de tots els mons físicament possibles existeixen totes les seqüències possibles, incloent-hi la seqüència, el món futur legal, on tots els seus elements participen de l'atribut 'resultar creu', on la freqüència límit de $A = 1$. És a dir, hi ha algun món on ' $S(A,B,1)$ ' és vertader. També és vertader ' $S(A,B,0)$ ' en algun món futur legal màxim B . Llavors, abandonem la lectura de vertader en tota extensió màxima B de tot món futur legal, perquè cap valor de r és vertader a tota extensió màxima B de mons futurs legals i la interpretació/idealització així concebuda representaria també a enunciats falsos.

Giere⁸² es pregunta si la interpretació freqüencial hipotètica oferta per Kyburg constituïria un informe acceptable de les probabilitats físiques. Ens deixa irresolts els problemes del cas singular i de l'elecció d'una classe de referència. A més, afegeix Giere, la probabilitat resulta més implausible que en l'informe freqüencial realista. En aquesta darrera interpretació, les probabilitats queden interpretades amb una existència física al món, les seqüències possibles en qüestió han d'ésser físicament possibles en algun sentit ontic convenientment fort, diu Giere. Però la pretensió que totes les seqüències físicament possibles d'una certa descripció tenen la mateixa freqüència relativa límit és una pretensió més forta que la pretensió que hi ha o hi haurà alguna seqüència infinita real amb aquella

freqüència. Si l'ordinari informe freqüencial realista de la probabilitat és contraintuïtiu, l'informe hipotètic ha d'ésser-ho encara més.

Sigui com sigui roman molt palès el problema de la qüestió de la manera en la qual la freqüència de la seqüència infinita es relaciona amb (la freqüència de la seqüència finita) les classes de referència reals, finites. Es podria pensar, aleshores, si les seqüències finites són mostres fortuïtes de sèries infinites, no efectives. Però això comporta el problema de decidir quines pertanyen a la seqüència infinita que dona la freqüència límit amb un valor estipulat i quines corresponen a seqüències infinites que són fluctuacions al voltant d'aquell valor.

Com a mostra de les dificultats de la interpretació *FLH* amb el problema de l'esdeveniment singular, seguim amb el desenvolupament que fa Eells del seu exemple de la configuració celestial abans descrita (II.2.1.) com a il·lustració de les dificultats per a les interpretacions *FRF* i *FLA*. La *FLH* ens permetria donar un valor a la freqüència que sigui el valor que intuïtivament podem assignar com a cas singular a cada element de la seqüència. No obstant això, es pot exigir altres raons per a aquella identificació que aquesta mera suposició. Eells⁸² planteja una situació on sorgeix la necessitat de respondre a aquella exigència. Així, s'hauria de fer una elecció apropiada de la classe de referència. Llavors, la probabilitat per a sortir creu, *A*, en els casos individuals, com x_3 , es troba identificada amb la *FLH* de *A* en la classe *B'*, on la classe apropiada no és una extensió de la 'classe de tirades durant la configuració celestial' descrita, $R^*(B)$, sinó més aviat una extensió de 'la classe de tirades de monedes durant la segona fase de la configuració celestial', $R^*(B')$, si la situació fos com la següent. Suposem que una ocurrència d'aquella configuració és dividida en dos temps o meitats de temps d'aquesta ocurrència. En la primera meitat o fase de l'oposició, aquesta configuració celestial causa que qualsevol moneda tirada, *B*, tingui una disposició física a produir dos resultats creu, *A*, per un de cara, *C*; és a dir, que la probabilitat de treure creu sigui de $2/3$ i la de sortir cara és $1/3$. També, que durant la segona fase aquesta proporció s'inverteix: dos resultats cara per un de creu, $P(A/B)=1/3$ i $P(C/B)=2/3$. Encara podríem esperar que el valor de la *FLH* coincideixi amb el valor de $P(A/B)$ ($=1/2$), però no tindríem com a expectativa aquesta identificació quan per exemple en una sèrie de tres tirades reals, x_1 , x_2 i x_3 , la probabilitat intuïtiva de sortir creu, *A*, en el cas singular, x_3 , durant la segona fase se'ns presentaria amb un valor de $1/3$. Com s'ha dit, la identificació es podria fer correctament amb l'esmentada especificació de la classe apropiada ($P(A/B') = 1/3$ i $P(C/B') = 2/3$). Ara bé, demanem que "la classe apropiada de referència sigui caracteritzada en general", que una regla d'elecció es derivi des de l'interior mateix de la concepció freqüencial. Una solució que es dona és la següent. Identificaríem la probabilitat que x_3 sigui *A* amb la *FLH* de *A* en la classe *B'* quan el cas singular, x_3 , és caracteritzat per un conjunt de predicats permissibles per a la descripció d'una classe de referència, F_1, \dots, F_n , de manera que x_3 és l'únic esdeveniment en el curs de la història actual del món que satisfà cadascun d'aquells predicats. En aquest cas, recorda Eells: "A diferència de la visió freqüencial límit actual, no se segueix per a les freqüències límit hipotètiques que $P(A/B')$ sigui o bé 0 o bé 1 ". La finitud de la seqüència rellevant si la història del món real és finita duu a que la *FLA* no sigui immune

a que el seu valor sigui una coincidència que no és representativa dels apropiats fets físics rellevants del món. Una extensió infinita de la seqüència actual ha de permetre la no limitació artificial dels possibles valors freqüencials límit; i la consideració en nombre infinit d'aquelles extensions ofereix la possibilitat, encara que molt improbable, que un món futur legal pugui exhibir una freqüència límit de 0 o 1 o qualsevol dels altres valors entremig. Però, encara que la correcta probabilitat de cas singular de x_3 essent A sigui intuitivament $1/3$, la *FLH* de A en B' pot ésser $1/2$ perquè els F_i poden descriure només la 'configuració celestial' si x_3 és l'únic esdeveniment actual pel que fa a les tirades de la moneda sota aquella configuració.

Dues han estat las maneres, recorda Eells⁸³, d'afrontar el problema de la caracterització general de la classe de referència apropiada i afirma que els problemes que presenten aquestes solucions per a la concepció *FLA* són anàlogament traslladables a la interpretació on la probabilitat P és la freqüència límit hipotètica. Sota la primera solució, l'apropiada classe de referència és aquella que és determinada per tots els predicats permissibles satisfets realment pel cas individual x_3 ; una hipotètica extensió infinita apropiada de $\{x_3\}$ serà una classe "més estreta". Aquesta caracterització és la que ve teoritzada per Hempel amb la seva proposta d'acompliment del requisit de la màxima especificitat RME. En la segona solució, l'apropiada classe de referència B' de x_3 i A és la classe de referència més àmplia ònticament homogènia tal que $x_3 \in B'$ i per a $B'' \subseteq B'$, $P(A/B'') = P(A/B')$. Una apropiada hipotètica extensió infinita de $\{x_3\}$ serà una classe "més àmplia", no tots els seus elements satisfaran cadascun del predicats permissibles que x_3 satisfà.

A continuació Eells resumeix el fracàs d'aquestes solucions a l'elecció de la classe de referència apropiada sota *FLH*. Pel que fa a la primer solució, resalta les seves dificultats pel que fa a l'explicació probabilista. Invoca la crítica representada pels contraexemples de Salmon⁸⁴ al requisit de la màxima especificitat de Hempel. La idea bàsica és que per a explicar la producció d'un resultat s'ha d'assignar l'esdeveniment on es produeix l'atribut resultat a una classe de referència determinada només pels factors explicativament rellevants, cosa que omet la presència dels factors irrellevants. Però l'especificació en la descripció de la classe de referència de tots els predicats permissibles inclou, òbviamet, l'especificació, també, dels factors irrellevants, a més dels rellevants; i no és adequada una caracterització de la classe de referència on no s'eviti la citació de factors explicativament irrellevants. En conclusió, afirma Eells, ha de rebutjar-se aquesta solució que en la descripció de la classe de referència requereix l'especificació de factors causalment irrellevants.

Pel que fa a l'altra solució freqüencialista, l'exposada per Salmon de la classe de referència ònticament homogènia més àmplia i el seu requisit de rellevància estadística, Eells⁸⁵, fent ressò de Fetzer⁸⁶, presenta el següent exemple que mostra que aquella solució ha d'ésser rebutjada perquè no garanteix immunitat contra casos on acaba resultant precisament que el requisit de la classe de referència més àmplia ònticament homogènia prohibirà l'especificació d'alguns factors que són distintivament rellevants causalment per a casos singulars. Així, Joan mor, M , d'un tumor cerebral, T (del tipus de tumors que són causa probabilística de mort, òbviamet). La *FLH* de mort entre els

humans mascles de 60 anys, S , amb un tumor cerebral és r , $P(M/S \cap T) = r$. Aquest r serà, segons la *FLH*, el valor del cas singular, la probabilitat de la mort de Joan. Imaginem també que la *FLH* de mort entre els humans mascles de 60 anys, S , amb un cert tipus seriós de malaltia del cor, C , és igual a r , $P(M/S \cap C) = r$. Llavors tenim que l'esdeveniment singular 'la mort de Joan' pertanyia a $S \cap T$, però atès que $P(M/S \cap T) = P(M/S \cap C)$, la classe de referència més àmplia per a aquell esdeveniment particular no és $S \cap T$, sinó que aquesta classe ha de tenir com a subconjunt $(S \cap T) \cup (S \cap C)$, és a dir, $S \cap (T \cup C)$, la classe dels humans mascles de 60 anys que o bé tenen un tumor cerebral o bé tenen un cert tipus de malaltia del cor. Si la probabilitat del cas singular ha d'ésser identificada amb la *FLH* en classes de referència ònticament homogènies més àmplies, llavors l'esdeveniment cas singular, la mort de Joan, no pot ésser explicat probabilísticament assignant-lo a aquella classe, $S \cap (T \cup C)$. La raó és que el fonament per a prendre en consideració la classe de referència ònticament homogènia més àmplia era evitar incloure en l'explicació del cas singular factors causalment irrelevants, però, com es veu, aquesta classe prohibeix l'especificació dels factors distintivament rellevants causalment.

"Ambdós, Hempel i Salmon foren fidels a la concepció de Hume de les lleis naturals, (...) Un apropament més adequat a l'explicació científica dependria d'una concepció més adient de la naturalesa de les lleis probabilístiques que les concepcions extensionals que foren fonamentals a Hempel i Salmon."⁸⁷

Però, el que ens interessa sobretot, és que, segons Fetzer, la interpretació freqüencial té necessàriament una conseqüència que manifesta com per aquesta interpretació és lògicament impossible proporcionar un fonament teòric per a una interpretació realista de l'indeterminisme òntic. Des dels trets essencials de la interpretació freqüencial se segueix com una qüestió de necessitat lògica que les hipòtesis probabilístiques no siguin vertaderes. En Hempel la relativització epistèmica de les explicacions estadístiques a una situació cognoscitiva K suposa una noció d'adequació explicativa que admet les explicacions estadístiques (com sens dubte les no-estadístiques, no relativitzades). No obstant això, òbviament, aquella relativització suposa també la inadmissió d'explicacions estadístiques òntiques (o vertaderes); només poden ésser relatives a un context epistèmic.⁸⁸ Fetzer afirma que no és que el determinisme sigui pressuposat en el model hempelià d'explicació, com conta Salmon⁸⁹, sinó que el determinisme és una implicació lògica tant en Hempel com en Salmon⁹⁰, perquè el determinisme és una conseqüència que acompanya l'adopció del criteri freqüencial de la rellevància estadística. Per exemple, tenim un resultat (quàntic) particular:⁹¹ l'impacte de l'electró a l'àrea B ; la classe de referència d'aquest resultat: les emissions d'electrons des de fonts A ; i una hipòtesi probabilística H : l'emissió d'electrons des de fonts A ; i una hipòtesi probabilística H_p : l'emissió d'un electró des d'una font A té un valor de probabilitat de $1/4$ per a caure a l'àrea B . La rellevància explicativa/predictiva exigeix que resultats diferents siguin atribuïbles a causes també diferents, de manera que un esdeveniment hagi d'ésser atribuït a l'apropiada classe de proves d'algun tipus: cada emissió d'un electró des de la font A . Aquest tipus de proves és determinat pel conjunt complet de propietats rellevants. Aquí intervé el criteri freqüencial de la rellevància estadística. Com hem vist,

aquest criteri defineix una ' propietat estadísticament rellevant' com la propietat F a propòsit de la qual les freqüències són diferents, $Prob (B/A F) \neq Prob (B/A \neg F)$. Per a poder aplicar la interpretació freqüencial cal assignar un resultat B a A . Segons el criteri freqüencial de la $r-e$, dos esdeveniments singulars e_1 i e_2 són classificats com a membres de la mateixa classe de referència, A , quan tenen el mateix resultat, B ; en canvi, hi ha diferències estadísticament rellevants entre dos esdeveniments singulars quan un resultat B succeeix en una prova ($Prob(B)=1$) i un resultat incompatible C succeeix en altra prova ($Prob(B)=0$), i, aleshores, cada esdeveniment pertany a una classe diferent. Per tant, no és lògicament possible que l'experiment e_1 hagi estat assignat a la classe apropiada de proves si no és que ha estat assignat a una classe de referència on el resultat B succeeix amb "certitud", 1 . La rellevància estadística d'una propietat concerneix a si es produeix el resultat B o no és produït, i d'aquesta manera la interpretació freqüencial només sosté assignacions de probabilitat zero o un, però no hipòtesis amb altres valors de probabilitat. Segons això, la interpretació freqüencial no fa lògicament possible que sigui vertadera la nostra H_p , com qualsevol altra hipòtesi genuïnament probabilística (amb $0 < Prob < 1$).⁹²

Eells ha resumit les dificultats adequatives de les tres formes bàsiques d'entendre la interpretació freqüencial. La FLA presentava un problema que no té lloc a la FRF , i que pot afectar l'adequació conceptual com també a la interpretació/idealització, i és que vincula la probabilitat a conjunts ordenats d'esdeveniments, perquè aquest ordre determina completament la primera. Però això és una versió del problema de la classe de referència per al qual la FLA no tenia la solució de donar una regla general per a l'elecció d'aquesta classe, i, per tant, per a la identificació de la freqüència límit amb la probabilitat del cas singular. Per la seva banda, l'estructura FLH presentava la impossibilitat per a la construcció d'un espai de probabilitat finitament additiu per les dificultats exposades en relació amb la frase "tot (o "quasi-tot")" present en les condicions de veritat per a un enunciat probabilista. Ara bé, conceptualment, el component modal de la FLH resulta superior als problemes de la FLA respecte a la relació amb les freqüències reals i (a l'evitació de) les coincidències històriques com a freqüències límit que es presentaven en aquesta darrera interpretació perquè tractava amb les possibilitats de la història actual del món considerada com a finita, transportant, per tant, proporcions petites no representatives dels trets físics del món; encara que ho feia millor que la simple identificació FRF de la probabilitat amb les freqüències relatives en classes de referència actuals finites, la interpretació FLA tampoc no distingia la presentació de coincidències que no representen els trets rellevants del món físic d'aquestes connexions genuïnes. Aquest és un problema per a l'adequació conceptual de la teoria FLA . Però la FLH encara es troba lluny d'una solució acceptable perquè, com tota interpretació freqüencial, desemboca en dificultats per a discriminar els factors causalment irrelevants dels físicament rellevants, i també per a distingir els distintivament rellevants; deficiències explicatives freqüencials sembla que degudes a la natural vinculació d'aquestes teories amb el problema de la classe de referència-esdeveniment individual. La dificultat per a una aplicació

objectiva de la probabilitat al cas singular és, per a Eells, una forta mancança per a acomplir la satisfacció conceptual per part d'una teoria filosòfica de la probabilitat, i tant per a ell com per a Fetzer aquesta mancança conceptual s'incrementa perquè alhora suposa que no hi ha explicacions estadístiques completes d'esdeveniments particulars que succeeixen d'una manera irreductiblement probabilista.

Capítol Tercer.- La interpretació propensional

III.1.- Propensió com a propietat disposicional

Popper mantingué, almenys en parts breus en el conjunt de la redacció de *La lògica*, una interpretació subjectiva dels *enunciats probabilitaris formalment singulars*, i.e., dels enunciats probabilitaris sobre esdeveniments aïllats. Objectivament, aquest enunciats han d'ésser completats des del punt de vista de la teoria freqüencial, perquè "*els enunciats freqüencials objectius són fonamentals, ja que són els únics empíricament contrastables*"¹, fora d'aquesta interpretació freqüencial, de l'objectivitat de la situació col·lectiva, l'enunciat singular no té capacitat per a referir-se a una situació objectiva: ".en cap cas podem dir definitivament que no hi hagi lleis en un camp determinat (i això és conseqüència de la impossibilitat de verificació): això vol dir que la meua tesi converteix en *subjectiu* el concepte d'atzar."² El sentit objectiu de l'atzar consisteix només de la *confirmació*. Podem *trobar* (les conseqüències de les) hipòtesis probabilístiques quan resulten confirmades; (podem *trobar* regularitats causals quan resulten corroborades les prediccions deduïdes de les lleis). Però la naturalesa objectiva de l'atzar no pot ésser pensada en una consideració metafísica segons la qual un món indeterminista deixa en suspens el resultat de l'esdeveniment individual.

Si consideréssim que l'esdeveniment concret és objecte d'una probabilitat objectiva estaríem suposant que no es pot trobar una llei o que la seva llei és objectivament probabilista. Hem de pensar que per a Popper aquella consideració s'apropa massa a una qualificació excessivament òntica que no permetria demarcar entre metafísica especulativa i ciència. En unes línies, Popper, per salvaguardar d'aquests riscos la consideració del succés individual, desvincula de connexions (que puguin tenir conseqüències amb connotacions òntiques de qualsevol tipus) la relació entre l'element individual i el succés col·lectiu (freqüencial) al qual pertany. Diu que no es pot inferir sobre els *elements* (d'una successió definida de 'atzarosa') afirmacions de la seva impredictibilitat; sigui el que sigui allò que vulgui dir aquesta impredictibilitat: ni que siguin conseqüència de l'atzar (subjectiu, com a coneixement insuficient) ni que objectivament (ònticament) no siguin objectes de lleis. És més, amb el perill de fer un enfocament molt 'idealitzador' de la visió freqüencial de 'l'experiment aleatori', Popper sembla voler arribar a estendre l'escut protector davant un compromís òntic qualificatiu de la realitat al mateix succés col·lectiu: resulta que la completa irregularitat de la mateixa successió no pot derivar-se de les hipòtesis probabilístiques corroborades, perquè "sabem que existeixen successions atzaroses construïdes d'acord amb una regla matemàtica."³ L'èxit predictiu d'una hipòtesi probabilística significa la corroboració de la suposició de "llibertat de seqüeles" (vegeu II.1.1.)⁴, però això només vol dir corroborar la hipòtesi que a l'estructura de la successió no es presenten lleis *senzilles*.

Popper considera tota aquesta visió encara com la corresponent a "un concepte objectiu de probabilitat"⁵, i segueix la línia d'anteriors escrits on amb una afirmació de caire ontològic com "del fet que no podem formular una llei per als factors o condicions que desconexem s'extrau la hipòtesi que aquests factors es neutralitzen parcialment (si tenen, per dir-ho d'aquesta manera, ocasió de fer-ho al llarg de tota una sèrie de successos),"⁶ però els factors que coneixem en detall encara regeixen sobre cada succés individual de la seqüència. De manera que Popper encara no havia pensat que una probabilitat assignada al cas singular tingués el rang de vertadera llei, sinó que només pertany al tipus d'enunciats universals que són "d'un nivell d'universalitat menor que aquelles de les quals han estat deduïdes,"⁷ es tracta d'hipòtesis intermèdies o derivades en relació a les autèntiques hipòtesis generals (lleis naturals); això sí, la seva validesa és del mateix tipus que aquestes darreres ("és a dir, estaríem de nou davant el problema de la inducció"⁸), però explícitament considera les seves afirmacions semblants a les exposades per Wittgenstein en el *Tractatus*⁹, on una afirmació que podria apuntar a un atzar que té rang de fet o estructura del món (com: "El que verifico per l'experiment és que l'ocurrència dels dos esdeveniments és independent de les circumstàncies de les quals no tinc un coneixement pròxim") és encapçalat per una afirmació confeccionada a la manera adient a una visió ontològicament determinista: "Un esdeveniment ocorre o no ocorre; no hi ha terme mitjà."

Llavors, com que no és possible assignar probabilitats a esdeveniments aïllats, la formulació d'un enunciat probabilístic singular no és enterament correcta o completa, i cal "situar-lo" freqüencialment. La seva caracterització ha d'incloure l'esment de la seva pertinença a una successió, a una classe de referència. Les hipòtesis que fan estimacions probabilístiques només poden ésser

contrastades en alguna classe o successió de referència a la qual pertany un esdeveniment concret, aïllat. La informació estadística és la condició per a poder fer l'enunciat singular, encara que no sapiguem res d'aquest esdeveniment particular, i encara que des de l'enunciat freqüencial no se segueix res del cas particular que no sigui una afirmació ("subjectiva", per tant) del nostre coneixement incomplet d'aquell cas.

Precisament, com que la consideració probabilística de l'esdeveniment aïllat, com a considerat en la seva singularitat, correspon a una teoria subjectiva, i com que és com a element d'una successió la manera com un esdeveniment aïllat pot ésser objecte d'una probabilitat formalment singular, resulta que el tractament probabilístic d'aquests esdeveniments ha de servir de "pont" o connexió entre la teoria subjectiva i l'objectiva (freqüencial). Popper accepta la interpretació que identifica la probabilitat (formalment singular) amb el 'gra de creença racional'. Les nostres creences estaran, en aquell cas, basades en la informació subministrada per l'objectivitat dels enunciats freqüencials.

En el cas de la tirada d'un dau, d'una moneda, la nostra manca de coneixement suficient que permeti fer la predicció prové d'un problema amb les condicions inicials (que juntament amb les lleis es necessiten per a la predictibilitat): no podem fer mesures precises d'aquestes condicions que farien possibles les prediccions en cada cas particular. La raó ve donada pel disseny de l'experiment, on l'agitació del dau dins el gobelet ens impedeix mesurar les condicions inicials. El que representa el joc de tirades de daus, segons el Popper de *La lògica de la investigació científica*, és la manca del nostre coneixement de les condicions inicials objectives per a poder possibilitar una llei predictiva de l'estat final del dau en la tirada individual.¹⁰

Diverses notes a peu de pàgina afegides posteriorment matisen aquestes afirmacions. Així, a propòsit dels experiments aleatoris, l'afirmació que el seu 'atzar' no s'hagi d'interpretar objectivament s'entén ara en la condició limitativa del nostre coneixement vers al món, el qual mai no comprendrem totalment. Ara es tracta de la no repetibilitat amb prou grau de precisió d'un experiment, hi ha esdeveniments físics que no es deixarien capturar per les idealitzacions de la nostra raó, les tirades de monedes representen aquesta situació epistèmica límit. Però això encara és coherent amb la neutralitat òptica aparent però subreptíciament determinista de les pàgines de *La lògica*, per això afegeix que ofereix un argument a favor de l'atzar objectiu ("la ganiveta de Landé")¹¹ en el seu *Post Scriptum*. Les notes, a més a més, reconeixen que la 'metafísica' rebutjada ha estat admesa en el *Post Scriptum* i que tot aquest canvi està vinculat amb la seva posterior *teoria de les propensions dels esdeveniments*.

Així, en algunes d'aquestes noves notes de la darrera edició anglesa, revisada de la primera *Logik der Forschung*, Popper¹² parla dels canvis que ha realitzat en la teoria de la probabilitat, com per exemple la substitució "del càlcul freqüencial pel formalisme neoclàssic (o de teoria de la mesura)", o del canvi explicat i desenvolupat en el *Post Scriptum*. Canvi al qual fa referència com la 'interpretació de propensions', que, com les interpretacions lògica i freqüencial, és un nou entre els molts modes en què pot interpretar-se el càlcul de probabilitats formal (axiomàtic). Aquesta

interpretació propensional és una altra interpretació objectiva que ve a substituir a la teoria objectiva de la probabilitat a base de freqüències, i, continua Popper, encara que la propensional es troba lligada molt estretament a aquesta darrera, és distinta d'ella àdhuc en el formalisme matemàtic. "Les propensions poden interpretar-se com a probabilitats objectives, singulars"¹³, són "les mesures de les possibilitats", les quals són d'aquesta manera concebudes com a magnituds físiques.

"... les propensions són quelcom objectiu. I produeix que en la pràctica totes les suposicions o estimacions de probabilitats són intents de conjecturar o estimar una propensió objectiva.

*Sens dubte, en l'absència de coneixement complet per al valor de la propensió de a donat b , podem només suposar-lo o conjecturar-lo. Però encara que aquestes suposicions siguin "subjectives", sempre són conjectures sobre el món objectiu, exactament com la resta de les nostres teories, especialment aquelles teories que conjecturem pertanyen a Ln ."*¹⁴

Això vol dir que "no són simplement possibilitats lògiques, sinó que són *possibilitats físiques*", "*físicament reals*", com de la mateixa manera considerariem les 'forces'. Les propensions poden existir igualment que "les forces, o altres entitats físiques abstractes o ocultes". Corresponen al grup de nocions "que s'han introduït per explicar allò conegut per mitjà d'allò desconegut", diu Popper. Per tant considerem aquestes possibilitats com a magnituds físiques, objectives perquè corresponen a les condicions físiques objectives de la situació experimental. Per la seva banda, Bunge explica la raó per la qual les probabilitats que es presenten en la ciència física han d'ésser considerades "com a propietats físiques en peu d'igualtat amb la tensió interna o la intensitat del camp elèctric":

*"..totes les variables independents d'una funció de probabilitat representen en una teoria física sistemes físics o propietats seves. (Fins i tot el temps, la menys tangible de totes les variables físiques,.."*¹⁵

Encara que Braithwaite troba una anticipació de la idea de propensió en Peirce, i que Hacking àdhuc esmenta els seus antecedents germinals en Venn i en von Mises,¹⁶ la noció de propensió fou introduïda per Popper¹⁷, dins els problemes d'interpretació originats per la física quàntica, amb l'objectiu d'afavorir una interpretació realista d'aquesta teoria física. El concepte de propensió era invocat per donar suport a aquesta interpretació enfront dels suggeriments subjectivistes que es desprenien de la mecànica quàntica. Recorda Popper que la interpretació freqüencial era l'única interpretació objectivista de la probabilitat durant el temps de l'entrada d'aquest subjectivisme. També, que la interpretació propensional -la qual no s'introdueix *ad hoc* com a enfocament per combatre aquell subjectivisme- resulta de la revisió dels supòsits que travessen aquella interpretació freqüencial. Des del precedent de les disposicions com a físicament reals, atès que per la teoria de camps havien estat introduïdes en la física, "les disposicions físiques mesurables ("potencials")", s'introduïen les propensions com quelcom físicament real en quant eren mesures de disposicions.¹⁸ Com les freqüències, les propensions són propietats del món amb independència de les nostres creences o coneixement. Que la probabilitat s'interpreta com a propensió vol dir que la probabilitat és una quantitat inherent a l'esdeveniment individual en qualitat de propietat disposicional, això significa, una propietat potser perceptible, però diferenciada dels fenòmens o propietats manifestes:

"...per disposició d'un objecte s'entén la seva *capacitat* o *inclinació* -o bé, com es deia abans sovint en la filosofia: la seva *potència*-, *per a reaccionar de determinada manera sota circumstàncies apropiades* (...)..les disposicions no representen *cap propietat o relació directament perceptible*. La presència o absència d'aquestes propietats només es pot decidir a base d'observacions sistemàtiques de formes de comportament; i això tampoc no és definitiu"¹⁹.

Segons aquesta *interpretació de la propensió*, diu Bunge, la probabilitat és una indicació numèrica de la intensitat de *la tendència perquè quelcom succeeixi*²⁰. Els sistemes físics (concebuts com sigui, des de la simplicitat a la seva complexitat, lliures, aïllats, o bé en connexió amb altres sistemes que actuen sobre ells) són la referència d'una probabilitat que no és altra cosa que quantificació de la potencialitat. Les propensions com a potencialitats de la situació física²¹ són potencialitats de les seves actualitzacions possibles; les quals, per la seva banda, també són potencialitats, que determinen potencialitats.²²

"Perquè les propensions són, d'una banda, *potencialitats* i, de l'altra, són propensions o potencialitats de *realitzar* quelcom. Però sigui el que fos allò que sigui realitzat o el que es realitzi per sí sol, ha d'ésser, al seu torn, un conjunt de propensions o potencialitats de realitzar quelcom un cop més."²³

Per tant, l'afirmació d'una propensió indica que l'enunciat fa referència a una propietat disposicional, que en el cas d'un enunciat probabilístic és considerada com a *disposició probabilística*, i que és atribuïda a la situació experimental, com inscrita dins ella.

"Difereix de la interpretació purament estadística o de freqüència només en això: considera la probabilitat com una propietat característica de la dispositiu experimental, i no com una propietat de la seqüència mateixa."²⁴

En el discurs científic apareixen mots que expressen la disposició o potencialitat d'alguns objectes a respondre d'una manera determinada en condicions específiques. Com és el cas d'aquelles paraules acabades en -able,-ible,-uble, -ic,-ent, v.g.: mal-leable, observable, combustible, soluble, dissolvent,... Altres predicats dels quals una anàlisi en revela la seva disposicionalitat: 'conductor elèctric', 'carregat elèctricament', resistència elèctrica', magnètic, elàstic, duresa, fràgil, forces newtonianes, massa inercial, intel·ligent, personalitat, generositat, actitud, hàbit, reflex, ...

Es pot distingir els termes disposicionals, a propòsit de la seva referència a característiques no-manifestes d'entitats observables, d'aquells termes pròpiament teòrics referits a trets inobservables o no manifestes d'entitats inobservables²⁵ (com, e.g., l'electró o un concepte mètric com la massa). Però hi ha tendència per part dels defensors de les disposicions a generalitzar com a disposicionals a tots els termes teòrics. Els termes disposicionals suposen que un objecte o esdeveniment posseeixen una propietat disposicional; i aquesta possessió de la *disposició a manifestar la propietat* és distinta de la *manifestació de la propietat* pel que fa a l'objecte o esdeveniment. Per això, com hem dit abans, en física, una fórmula probabilística, $P(x)=r$, ha d'entendre's com "la intensitat (mesurada pel nombre r) de la tendència o propensió perquè x ocorri,"²⁶ cosa distinta del nombre (actual o potencial) de vegades que x esdevé.

Aquests termes disposicionals impliquen l'ús d'algun *condicional contrafàctic* o *subjuntiu*. Així, quan parlem de la 'fragilitat' d'un objecte volem dir que si determinades condicions fossin realitzades, aquell objecte s'hi trencaria. Com que aquest procediment és el mitjà usual de definir una *propietat disposicional*, la definició de la *probabilitat*, dins la seva interpretació propensional, precisarà de l'ús d'un condicional contrafàctic. Thompson afirma que quan es nega la realitat de les propietats disposicionals, es nega "la realitat del subjuntiu en l'atribució de poder."²⁷ Ell identifica la realitat de les disposicions amb la realitat dels poders causals. Per tant, qualsevol perspectiva sobre la ciència que rebutgi esdeveniments reals causals considerarà que "el que *pogués* succeir als objectes és completament irrelevant per a allò que *realment* succeeix."²⁸

"Si un cristall mai no serà colpejat, per exemple, és purament hipotètic el que sempre sigui capaç de trencar-se. En física, com en la política, les qüestions hipotètiques no necessiten contestar-se."²⁹

El rebuig de la subjuntivitat significa una seriosa limitació sobre la naturalesa mateixa de les lleis: "la llei de la gravitació de Newton no diu allò que sempre *succeeix*, sinó tan sols el que *succeiria* en les adequades circumstàncies (e.g., cap interferència des d'influències de l'exterior: en el cas de Newton, cap forces nuclears o electromagnètiques)."³⁰ Parla Thompson de la popularització, des del naixement de la relativitat einsteniana, de la visió de la totalitat del temps i de l'espai en un 'bloc continu' de quatre dimensions. Tant la teoria general de la relativitat de Einstein com la seva variant moderna, la dinàmica geomètrica, en reduir la dinàmica a les propietats geomètriques de l'espai-temps, s'interpreten molt sovint sota aquesta visió del món com un 'univers bloc'³¹: el temps es troba com espacialment estès, el món té solament estats successius, "el futur ja és 'quasi-format' i perfectament determinat abans del seu esdeveniment, si, en efecte, des d'aquesta perspectiva, podem dir que quelcom esdevé d'alguna manera."³² En aquest món, el futur, si és pertinent parlar de futur, espera que el travessem, però només hi ha allò que actualment succeeix. Aquí no hi ha pròpiament canvis, sinó un continu de successives 'llesques temporals'. El canvi és tan sols la diferència entre aquests "diferents estats d'episodis en temps successius"³³. Però no es tracta, ens diu Thompson, d'una visió d'autèntics canvis, de canvis que condueixen a aquelles diferències, i és natural que el temps i el canvi real es converteixin en completament il·lusoris en les versions extremes d'aquesta teoria. Per consegüent, tampoc hi té sentit parlar en termes d'allò que 'podria haver succeït', sinó és per a parlar d'un món que no és el nostre, d'un món completament nou, irreal, imaginat, amb lleis físiques diferents o amb distintes condicions inicials; aquest sentit de 'pogués succeir' només és "hipotetització" pura. A més a més, Thompson afirma que la possessió de propietats disposicionals per part dels objectes existents i les seves parts és la condició que ens permet *predir* la seva resposta a una nova prova experimental; i, sobretot, si no poguéssim atribuir-los aquelles propietats disposicionals, conclouríem que les "accions o canvis (a part potser del moviment uniforme) serien totalment inexplicables: no hi hauria res sobre l'objecte que ens condueixi a aquells canvis més que a uns altres."³⁴ La raó dels canvis de l'objecte amb el temps o en les seves interaccions quedarien sota el nostre desconeixement.

Les propensions, com a propietat disposicional de les condicions experimentals (de la qual depenen les freqüències), fan referència a allò que ocorreria (la successió de resultats que presenten una distribució freqüencial) si aquelles condicions s'haguessin realitzat molt sovint:

"Perquè amb 'propensió' vull dir exactament la disposició (o com vulgueu anomenar-ho) de la situació experimental a produir aquestes freqüències, si l'experiment es repeteix prou sovint. Les propensions són disposicions a produir freqüències".³⁵

I el que afirma la teoria propensionalista és que les *condicions experimentals* o *ordenament experimental*³⁶ posseeixen "una tendència o disposició o propensió a produir successions amb freqüències iguals a les probabilitats"³⁷.

La presència en les teories científiques de termes disposicionals (com també de termes *teòrics*) ha presentat problemes a algunes perspectives de reflexió metacientífica sobre els trets de les teories científiques. En la manera estàndard de veure les teories científiques, per a representar l'estructura lògica de les teories, cada teoria s'associa lògicament amb un càlcul o sistema purament formal. En el vocabulari d'aquest llenguatge hi haurà termes no definits o primitius. Els conceptes s'hi introdueixen o bé com a primitius extralògics, que posseeixen la referència apropiada a trets observacionals del món, o bé per definició mitjançant primitius. Llavors, la tradició empirista exigeix que un criteri d'observabilitat sigui satisfet pels termes de les teories.

Però, d'antuvi, els termes teòrics i els predicats disposicionals, en ésser termes que no es refereixen a trets directament observables del món presenten serioses dificultats per a satisfer cap criteri de contrastabilitat experimental. Per tant, no s'accepta la seva introducció amb el status de primitius. També manquen mitjans definicionals apropiats, primitius o observacionals, per a la introducció d'aquells termes. Per exemple, quan es pretén la definició explícita en el vocabulari observacional dels termes teòrics que no es refereixen directament a observables. Aquesta pretensió obeeix a un criteri de traductibilitat pel qual s'han de realitzar aquelles definicions per mitjà de predicats observacionals a fi que es pugui atribuir significat cognoscitiu als enunciats que contenen els termes que apareguin a les teories. Però és inevitable abordar aquesta qüestió, afirma Rudner³⁸, ja que aquests termes es presenten en tots els àmbits de la ciència contemporània i posseeixen una situació fonamental en teories de considerable capacitat predictiva i potència explicativa. Aleshores, sorgeix el problema de decidir l'estatut, dins l'estructura de la teoria, d'un tipus de termes d'àmplia presència i considerable importància en les hipòtesis científiques. En particular, criteris d'un tipus com el principi de l'operacionalisme, pel qual els termes significants han de sotmetre's a una definició operacional "com una regla segons la qual el terme ha d'aplicar-se a un cas particular si la realització d'operacions específiques per a aquest cas dóna determinat resultat característic."³⁹ Mitjançant la definició operacional, el terme obté significat experimental perquè s'aplica a un cert cas sota condicions específiques de la prova quan s'observa la resposta resultant. Segons això, estaria prohibit l'ús de conceptes disposicionals, perquè suposaria un 'risc inductiu' en fer una generalització, com quan s'atribueix la solubilitat en l'aigua a un terròs de sucre que en realitat no es troba col·locat dins l'aigua;

en un cas com aquest, no es realitza la condició específica del test. Però no hi ha manera de fer útil una definició operacional d'un concepte si no se la entén

"com que atribueix el concepte a tots aquells casos que presentarien la resposta característica si es realitzessin les condicions del test. Un concepte caracteritzat d'aquesta manera, òbviament, no és «sinònim del corresponent conjunt d'operacions»."⁴⁰

Malgrat que un debat ja s'estava donant a la física com a conseqüència de la revolució en la física teòrica durant els segles XIX i XX, prevaldria la demora filosòfica en l'assumpció d'aquesta situació, renúncia a la reintroducció en la física de nocions especulatives (qualitats ocultes), com també el manteniment, encara que sigui d'una forma solapada, sota la creença en un determinisme ontològic. Aquest ajornament seria explicat, segons Settle⁴¹, per la poderosa influència arrelada en la filosofia de la tradició empirista en resguard a l'explicació de les teories físiques (on la significativitat dels termes teòrics depèn de la seva reductibilitat a termes empírics, i on fins i tot aquests intents arriben, per exemple, a les esmentades definicions operacionals dels termes teòrics). Per això, l'aparició de propietats atzaroses en els sistemes físics són filosòficament enteses com a freqüències comparatives de certs tipus d'esdeveniments (resultats de proves) quan s'interpreten objectivament i, afegeix Settle, com les millors conjeitures permeses per la ignorància de l'estat humà de coneixement quan s'interpreten subjectivament.

"Penso, al contrari, que una visió propensional és un millorament considerable pel que fa a l'enfocament positivista, metafísicament estèril, que ens diu que hem de parar esment només en els resultats experimentals i no satisfer de cap manera la nostra curiositat en la manera com aquests resultats han arribat a succeir."⁴²

Les disposicions, les tendències, no s'entenen com a irreal pel fet que no s'hagin realitzat, el seu concepte conté la idea de realitat no-manifestada, Per això, encara que fem ús de la paraula 'possibilitat' d'un esdeveniment, la possibilitat serà entesa com a 'inherent propensió'; les tendències a realitzar-se, com a realitat física, constitueixen una cosa ben diferent de la pura possibilitat i constitueix el que Popper anomena la "*interpretació objectiva de la teoria de la probabilitat*."⁴³ Ell afirma que una propensió de valor I "representa el cas especial d'una força clàssica en acció: d'una força quan produeix un efecte"⁴⁴; la qual cosa, diu, s'allunya del tractament merament matemàtic de la probabilitat, on el valor I vol dir certitud, 0 és impossibilitat, $1/2$ indeterminació total, i s'hi interpreten els valors superiors a $1/2$ i menors de 1 com si l'esdeveniment tingués més probabilitat que improbabilitat de succeir. Com es veu, això és una caracterització més aviat epistèmica, a distància del compromís ontològic que suposa interpretar '1' com a realització de l'esdeveniment, '0' en qualitat de propensió inexistent o, com diu Popper, "cap propensió", i un valor menor que 1 com "l'existència de forces en conflicte, que empenyen en direccions oposades però no produeixen ni controlen cap procés."⁴⁵ Estem, doncs, davant propensions físiques, no davant atribucions epistèmiques de probabilitat. La teoria clàssica s'havia edificat sobre una definició de la probabilitat d'un esdeveniment (el quocient entre dos nombres, el de les possibilitats favorables pel total de possibilitats iguals) que pot resultar com un ressò d'aquell caràcter epistèmic en compensar la manca de coneixement complet

que aboca al territori de la 'creença' amb una certa racionalització d'aquesta creença en atribuir una igualtat de possibilitats als esdeveniments. Ara bé, assenyala Popper, per a tota ciència és necessària una teoria generalitzada de la probabilitat que consideri aquells casos en què les possibilitats no són iguals, on no tenen el mateix "pes" o simplement, com també es diu, són possibilitats amb pes; com el cas d'una moneda no homogènia o asimètrica, o d'un dau carregat, on, encara que el nombre de possibilitats sigui el mateix, estan "carregades o con pes". Sota aquesta teoria més general, els casos amb possibilitats iguals es veurien "com casos especials de possibilitats amb pes, els pesos de les quals resulten ésser iguals."⁴⁶

Diu Popper que podem estimar les diferències reals entre aquestes possibilitats desiguals mitjançant el mètode estadístic:

"...de manera que diem que la probabilitat d'un dia plujós al juliol a Brighton equival a $1/5$ si i només si s'ha comprovat durant molts anys que, *com a mitjana*, hi haurà pluja un de cada cinc diumenges al juny. Empreu mitjanes estadístiques per a estimar els diversos pesos de les diverses possibilitats."⁴⁷

Però ponderar les probabilitats que s'han d'atribuir a les cares d'un dau carregat, mitjançant l'anotació dels resultats en mostres d'assajos repetits de tirades, és una connexió que no és res més que interpretar freqüencialment les probabilitats. Per això, la teoria propensional no s'atura en allò, i, malgrat que se serveix -si més no en la versió popperiana- de les mitjanes estadístiques, atorga a aquestes freqüències un paper determinat en el qual no es consumeix la teoria objectiva. Per consegüent, quan donat un procés, la seva repetició revela determinada proporció o freqüència relativa de resultats, la teoria propensional entén que aquesta freqüència és *generada* per les propensions. Que el valor de la probabilitat sigui la força per a produir el resultat per part de la prova implica -seguint una caracterització que fa Fetzer⁴⁸- que un nombre molt gran de proves de la classe en qüestió produiria un resultat del tipus considerat amb una freqüència equivalent al valor de la força; la força de la tendència es torna enormement forta com la longitud de la seqüència de proves s'incrementa sense limitació. La realitat de les propensions és la 'causa' responsable de les freqüències manifestades; aquestes darreres, com a interpretació de la probabilitat, remetent, d'aquesta manera, mitjançant la idea de propensió, a probabilitats objectives com a últim terme:

"...en llegir les probabilitats en termes de freqüències relatives, no realitzem una *interpretació* estricta, sinó més aviat una valoració o *estimació* (estadística). És a dir, no asseverem que les probabilitats *signifiquen* freqüències, sinó que, en ocasions, poden ésser *mesurades* per freqüències. En aquest respecte, una probabilitat no difereix de qualsevol altra quantitat física: és un construct, el valor numèric del qual ha d'ésser contrastat amb un valor mesurat."⁴⁹

Per exemple, el fenomen anomenat decaïment radioactiu o desintegració radioactiva: els membres més pesats de la taula periòdica d'elements (com el radi) emeten radiació i alhora es transmuten de manera espontània en elements més lleugers (respectivament, el radó) al llarg del temps amb una certa taxa. Com veiem, la desintegració radioactiva dels nuclis atòmics d'una determinada estructura o material es produeix en intervals temporals aleatoris, de manera que la seva taxa, o

velocitat o temps de desintegració, es mesura per un nombre estadístic, la vida mitjana: el temps necessari per a la meitat d'una mostra o població de nuclis d'una determinada estructura per a desintegrar-se. Per al poloni²¹⁸, aquesta quantitat temporal és de 3,05 minuts. Per tant, sota una interpretació freqüencial, aquesta propietat desintegrativa, diu Fetzer⁵⁰, "designa la quantitat de temps durant el qual es desintegraria aproximadament la meitat dels àtoms d'una població de referència" (3,05 minuts per al poloni²¹⁸); però sota una interpretació propensional, la propietat és la propensió '1/2' que té un àtom individual de poloni²¹⁸ per a desintegrar-se durant un interval temporal de 3,05 minuts. Efectivament, com assenyala Popper⁵¹, la tendència o propensió a desintegrar-se és una propietat de cadascun dels nuclis atòmics i no d'un col·lectiu (els nuclis "moren" com a individus). La propensió és una característica constant i objectiva del nucli radioactiu, que es pot mesurar mitjançant "una estructura constant de l'estructura del nucli", la semivida: el lapse de temps que necessiten per a desintegrar-se la meitat d'un cert nombre de nuclis.

En ésser la probabilitat, com a propensió, una propietat intrínseca de les condicions experimentals, la mateixa propensió produeix una successió de freqüències quan l'experiment es repeteix molt sovint. Es veu la diferència entre una interpretació freqüencial de la probabilitat (on aquesta és, més que qualsevol altra cosa, una propietat d'un desenvolupament real de resultats experimentals) de la seva consideració com a propietat de les condicions sota les quals aquells resultats s'esdevenen.

"El punt principal d'aquest canvi és que ara considerem fonamental *la probabilitat del resultat d'un sol experiment*, a propòsit de les seves *condicions*, i no referent a la freqüència de resultats en una seqüència d'experiments. Cert és que, si desitgem *provar* una afirmació de probabilitat, hem de posar a prova una seqüència experimental. Però ara l'afirmació de probabilitat ja no és una afirmació *a propòsit* d'aquesta seqüència: és una afirmació *sobre* certes propietats de les condicions experimentals, o de la disposició experimental. (Matemàticament, el canvi correspon a la transició de la teoria de la freqüència a l'enfocament de la teoria de la mesura.)"⁵²

Fixem-nos que la probabilitat és una propietat de les condicions *generadores* experimentals, és a dir, la propensió és posseïda per aquelles condicions. La propensió (força de la tendència a...) és "causa" -malgrat l'actitud repròpia de Popper a fer ús d'aquesta paraula- d'una situació física futura (...a resultar cara en una tirada). I també és responsable de les freqüències dels resultats possibles en una seqüència que repeteix aquelles condicions experimentals caracteritzadores del tipus d'experiment. Aquestes freqüències seran iguals a les probabilitats i la probabilitat, aleshores, mesura aquesta tendència o propensió.

Dues de les raons (concretament, la primera i la cinquena) que Bunge esgrimeix contra una interpretació freqüencialista de la probabilitat tenen aquesta base: la diferència radical -que és alhora la raó de la seva recíproca indispensabilitat per a engendrar un nou ítem de coneixement- entre teoria i experiment. Tots dos no són mútuament reemplaçables: "una teoria no és un resum d'experiments, i cap sèrie d'experiments reemplaça una teoria."⁵³ Una teoria física ni tant sols es pot reduir a ésser una explicació dels resultats experimentals actualment realitzats o que es puguin realitzar. Aquest

enfocament és el que sosté la seva cinquena raó contra la interpretació freqüencial: "si una teoria estocàstica (...) s'interpreta en termes de freqüències, llavors no té objecte realitzar mesures per a la comprovació de les fórmules teòriques."⁵⁴ Com també el que explica la primera raó, on Bunge sosté que no s'assigna significat a una fórmula probabilista, $p(x)$, per l'observació (actual o potencial) del nombre de casos en què x és succés, sinó que només se la contrasta. Settle afirma que no es fa una consideració propensional dels enunciats probabilitaris si s'els dóna significat -com hauria entès Braithwaite- mitjançant la tendència humana a rebutjar o acceptar enunciats per la seva prova en un nombre actual d'observacions. Això, a més a més, seria deformar el criteri de falsabilitat de Popper, perquè prendria la falsabilitat com a criteri de significativitat més aviat que com a criteri de demarcació.⁵⁵

Aquestes diferències entre interpretació i 'estimació', entre significació i mesurament, tenen la seva raó d'ésser en una filosofia de la ciència distinta de la procurada per un enfocament *operacionalista* o similar, on els procediments experimentals i els seus resultats es confonen amb els "*significats*". Però aquesta distància sostinguda entre teoria i observació no vol ésser una escletxa per la qual obrir alguna via per a l'entrada d'un subjecte que mediatitzi en si mateix la seva reflexió científica de la realitat fins al punt que aquesta realitat pugui resultar, per principi, incognoscible com a tal:

"Si, en canvi, el significat d'un símbol s'entén com la connotació (o un conjunt de propietats) del construct que designa, ensems amb la seva classe de referència proposta o hipotètica, llavors cal adoptar consistentment una filosofia realista."⁵⁶

És inherent a la filosofia popperiana de la ciència insistir en la naturalesa aproximativa de les teories; les propensions, la teoria de la probabilitat aplicada té caràcter conjectural, s'estableix com a hipòtesi on s'atribueixen diverses mesures o "pesos" a diferents conseqüències possibles per la seva vinculació, establerta hipotèticament, amb diferents "forces" tendencials. Això es distingeix dels controls de prova d'aquesta hipòtesi, l'àmbit de l'experiment, de les freqüències o manifestacions de les "forces" tendencials.

Tanmateix, durant un temps, Bunge havia vist la permanència de trets empiristes en la interpretació propensional de Popper en quant la disposició s'aplica només a un sistema dins un entorn, de manera que en l'axiomatització de la probabilitat, $p(a,b)$ seria primitiu -la propensió d'un dispositiu experimental b a produir un(s) resultat(s) a . Amb aquesta assignació de la probabilitat al complex sistema-entorn, critica Bunge, Popper tindria, d'un mode inconvenient, la seva interpretació propensional en excés lligada a la consideració dels experiments. La consideració de les propensions com a propensions de coses-en-un-entorn fa que el concepte més fonamental en els axiomes sigui el de probabilitat *relativa*, $p(a,b)$, en lloc de la probabilitat *absoluta* $p(a)$. (S'entén que la interpretació de la probabilitat que es té en compte resulta més natural i menys forçada quan fa joc amb l'axiomatització i aquesta més captura). Per a Bunge, la probabilitat s'assigna al sistema físic amb independència del seu entorn, en conseqüència tria $p(a)$ -que s'interpreta com la propensió de l'esdeveniment a succeir- com

a primitiva dins els axiomes de Kolmogorov⁵⁷. D'aquesta manera, la interpretació propensional, com a propensions de coses només, seria aplicada a sistemes aïllats i, per tant, estaria lliure de l'experiment. La probabilitat absoluta, comenta Settle, resultaria més fonamental que la relativa, exclouria la visió general de considerar els resultats experimentals com l'assumpte preferent de la física i, continua el seu comentari, Bunge adopta una posició correcta si el que fes fos com una generalització perquè els microsisemes aïllats poguessin ésser referència de les probabilitats. Però Settle no entén que aquesta generalització exigeixi que la probabilitat absoluta hagi d'ésser considerada com a fonamental, i.e., l'ús de la probabilitat absoluta com a fonamental no seria rellevant i, per consegüent, tampoc no seria enterament satisfactori:

"Encara que necessitem generalitzar la nostra interpretació propensional fins a cobrir els microsisemes aïllats, els quals no foren part del problema al qual el mateix Popper es dirigí, podríem fer-ho sense considerar la probabilitat absoluta com a fonamental, considerant l'aplicació de la interpretació propensional a microsisemes aïllats com un cas propi especial de la seva aplicació general a parelles de microsisema-entorn."⁵⁸

White diu que l'ús quotidià del terme 'disposició' pot dur a confusions per la seva barreja connotacional amb el 'hàbit'. Potser finalment calgui recollir aquesta advertència, ja que segons aquest autor es tracta de la mateixa confusió de la freqüència (amb la qual succeeix algun esdeveniment) amb la seva disposició o amb la seva probabilitat (de succeir una altra vegada). White insisteix que cal distingir entre 'hàbit' (o 'tendència' també diu ell) que fou un terme emprat per Peirce en la primera exposició d'una noció propensional, com a ocurrència regular o invariable, i 'predisposició' o 'tenir propensió' (responsabilitat causal, *liability*). Una peça de vidre fràgil mai no va necessitar trencar-se. Ambdós conceptes no són assimilables, encara que alguna cosa que té una determinada tendència (en el sentit de hàbit) tindrà major propensió (*liability*) a presentar la consegüent manifestació que si mai no ha exhibit manifestacions de l'hàbit. Però encara que l'existència de l'hàbit dóna, *a fortiori*, una major raó per a suposar la probabilitat de l'ocurrència futura, en el sentit que és un millor candidat per a la probabilitat que la predisposició o *liability*, també reconeix White que la probabilitat no és l'hàbit, ja que la probabilitat de quelcom no necessita la possessió de l'hàbit: pot ésser probable l'ocurrència per primer cop. De la mateixa manera, una disposició no necessita que s'hagi manifestat mai. I aquest és el sentit modern de la propensió.

Deixant de banda el fons dels contextos culturals històricament diferents, la propensió té una semblança amb la noció aristotèlica de 'potència'. Però la potencialitat és intrínseca a l'objecte, mentre que la propensió, per a la majoria d'autors, pertany a tota una situació sencera on l'objecte o objectes es troben (o on l'objecte mateix és concebut com a 'situació'). El concepte de propensió es fa servir precisament per a l'accentuació de la naturalesa relacional de la propietat física que s'esmenta amb dit concepte.

"Com a totes les propietats disposicionals, les propensions exhibeixen una certa semblança amb les potencialitats aristotèliques. Però hi ha una diferència important: no poden ésser inherents a les coses individuals, com s'inclinarien a pensar els aristotèlics. No són propietats inherents al dau o a la moneda, sinó a quelcom una mica més abstracte, encara que físicament real: són propietats

relacionals de la situació objectiva total; propietats ocultes d'una situació la precisa dependència de la qual només podem conjecturar."⁵⁹

III.1.1.1.- Dependència situacional de les propensions

Diu Popper que "la millor manera d'explicar la idea de les propensions físiques és mitjançant una analogia amb la idea de les forces físiques"⁶⁰, però que no és només una analogia, sinó que tot sencer constituirà, com veurem, la constitució general bàsica del món físic:

"Aristòtil col·locà les propensions com a potencialitats en les coses. La de Newton fou la primera teoria relacional de les disposicions físiques, i la seva teoria gravitatòria conduí, gairebé inevitablement, a elaborar una teoria dels camps de forces. Crec que la interpretació de la propensió de la probabilitat pot dur aquest desenvolupament vers un pas més avançat."⁶¹

Les forces (mesurables pel canvi de la velocitat, per l'acceleració) són propensions a accelerar; els camps de forces posant als cossos en moviment, són camps de propensions "distribuïdes sobre alguna regió de l'espai, i potser canvien contínuament en aquella regió (com a distàncies des de determinat origen)."⁶²

"Suggereixo que les propensions són disposicions reals, disposicions que determinen freqüències relatives més aviat que acceleracions. De quina cosa són un atribut les freqüències relatives? La resposta a aquesta qüestió: de qualssevol ocurrències que puguem considerar; per exemple, de les mateixes acceleracions; o també, de l'absorció o emissió de llum (de fotons) o de la creació d'una parella (positiu i negatiu) d'electrons."⁶³

Les forces són magnituds físiques que tenen la contínua capacitat de poder canviar, interactuar i combinar-se. Ambdues, la interpretació propensionalista de la probabilitat i la idea newtoniana de força, són "idees metafísiques" -i aquesta "intromissió" disposicional metafísica no impedeix, reconeix Popper⁶⁴, un tractament de la mecànica sense forces, només amb les velocitats i els seus canvis. També, propensions i forces, són reals, existents; són entitats físiques abstractes i objectives que, a la vegada, resulten de certes relacions entre altres entitats físiques, siguin cossos físics, siguin entitats més abstractes, "tals com corrents, de camps, o potser fins i tot entre altres probabilitats"⁶⁵, així podrem trobar lleis que relacionin propensions en establir, sota determinades situacions i per a una certa localització, relacions de dependència d'una propensió vers les propensions del seu entorn.

Cal detenir-se una estona en la naturalesa causal amb la qual es caracteritza les propensions. Per a Thompson existeix una íntima vinculació fins a l'equivalència, segons sembla, entre parlar de propietats disposicionals i parlar de propietats causals. Les concepcions de la ciència que neguen, com en la perspectiva humeana, els poders causals, neguen també la realitat de les propietats disposicionals, ja que aquestes són les primeres essent *irreduïbles*⁶⁶ i, llavors, "no poden ésser explicades exclusivament per la situació i la forma dels objectes"⁶⁷: "requereixen tipus causals d'atribucions i anàlisis (...) en termes de poders causals."⁶⁸

"Hi ha hagut molts pocs intents en física per negar que les parts constituents tenen propietats causals –i.e., que els electrons no tenen realment càrrega elèctrica, massa i spin. Fins i tot els proposats quarks tenen aquestes propietats disposicionals, juntament amb 'càrrega color', 'exotisme', 'simpatia', etc."⁶⁹

Impedir, en l'examen de les observacions, l'especulació científica sobre les propietats causals sembla una restricció massa severa i innecessària, malgrat que sigui cert que totes les observacions són efectes d'interaccions: "no permetre'ls postular, per exemple, l'energia potencial a part de l'energia cinètica. Sense energia potencial, com en una bobina enrotllada, no podríem fins i tot tenir la conservació de l'energia."⁷⁰ La visió humeana descarta que puguem raonar la manera en la qual diem que els esdeveniments són causats. Per a Hume els processos físics han d'ésser considerats com una successió d'esdeveniments, sense que tingui sentit arrelat en la realitat física parlar dels esdeveniments com a éssers generats per apropiats esdeveniments anteriors en el temps. Thompson reconeix que "les lleis matemàtiques de la simetria" estableixen la "forma dels postulats poders causals bàsics (camps elèctrics i nuclears, etc.)", "de manera que, per exemple, hi ha només valors discrets per a càrrega, spin, etc.", però ell pren interès a separar aquest recolzament de la seva tesi d'aquesta mateixa tesi, de l'*obligatòria* assumpció de l'existència dels poders causals. Perquè sense assumir aquesta existència, diu, no es podria "proporcionar una base per a informes físics de les disposicions, paleses en sistemes bioquímics, químics i nuclears."⁷¹ La cosa important és aquesta existència de les disposicions, la preocupació per la seva naturalesa última no és una necessitat de la ciència física, però saber que existeixen ens permet "investigar les seves propietats, ubicacions, interaccions, els seus efectes, canvis amb el temps, etc. en tant major detall com sigui possible."⁷²

En determinat moment Salmon⁷³ proposà que certs processos físics continus espàcio-temporals poden ésser considerats com a mitjans per a la propagació de la influència causal. Aquest procés causal continu constitueix una connexió física entre la causa i l'efecte, però no cal que sigui determinista; aquests són molts dels casos en què parlem de relacions causa-efecte entre diferents esdeveniments. L'energia no és l'única cosa que transmeten els processos causals a la seva propagació espacial i temporal. Així, per exemple, també hi transporten propensions com a disposicions probabilístiques que, afirma Salmon, podrien constituir la base de la causalitat probabilística. Per a il·lustrar caracteritzacions bàsiques de la naturalesa propensional, podem fer servir els exemples de propensions que utilitza Salmon⁷⁴ en la seva proposta d'adequació de la noció de propensió quan s'aplica a processos causals. Per exemple, si la paraula -el so- "mare" és dita a (rebuda per l'aparell auditiu de) un subjecte en un experiment psicològic d'associació de paraules, això comporta el transport d'un conjunt de propensions a treure'n un conjunt de respostes-resultats; val a dir, que hi ha una certa distribució de probabilitat que el subjecte contestarà "terra", "nen", "Maria", "pare", altra paraula de sis lletres que comenci amb "f", i així successivament. Un altre exemple: si un rat és col·locat en un compartiment amb una boa constrictor, hi ha una certa probabilitat que la boa ingerirà, digerirà i absorbirà el rat dintre el seu sistema. O, també, quan es bombardeja una làmina d'or amb

partícules alfa, hi ha una certa probabilitat que no hi hagi cap interacció, i.e., que una partícula donada travessarà la làmina sense cap efecte evident, o que n'hi hagin, de probabilitats, per a interaccions diverses, així d'una per a una desviació en un petit angle, o d'una altra per a un rebot en la mateixa direcció que aquella que venia. Una altre exemple vindria donat pel fet que, sota circumstàncies adients, un raig gamma hi pot desaparèixer produint una parella electró-positró. També hi ha propensió involucrada en el cas d'una ameba flotant en una toll, la qual presenta una certa probabilitat per a un cert temps de patir una mitosi amb la seva divisió en dues cèl·lules filles. En general, sota diverses circumstàncies especificables els diversos tipus de processos causals, afirma Salmon, hi transporten probabilitats per als diferents gèneres d'interaccions que es produeixen quan s'encreuen aquests processos.

Les propensions poden romandre constants. Així, com que els àtoms no "envelleixen", quan es té una radiació d'una freqüència adequada que incideix sobre un àtom d'hidrogen, hi ha una certa probabilitat per a l'absorció de la radiació i que l'àtom romangui un temps després en un estat excitat; aquesta propensió del fotó a interactuar amb el àtom d'hidrogen és la mateixa al llarg de la seva existència. O, també, es diu que la vida mitjana d'un cert àtom del carboni 14 és de 5.730 anys; això significa que té una probabilitat de 1/2 d'emetre un electró negatiu (i ésser transformat en nitrogen 14) en un període de 5.730 anys.

D'altra banda, les propensions poden canviar a mesura que el procés continua, fins i tot encara que no existeixin processos externs que afavoreixin el canvi, per exemple:

"Un beisbol, volant a través de l'aire, té una propensió a fer trossos un cristall de vidre d'un tipus donat si aquest es col·locat a la trajectòria de la pilota. Com que la pilota viatja, nogensmenys, perd energia i la seva propensió a trencar el vidre canvia al llarg de la seva trajectòria."⁷⁵

(Precisament, Salmon presenta aquest cas com un exemple de relació causa-efecte que no és determinista. La pilota colpejada en la direcció del vidre constitueix el procés del seu moviment, el qual transmet una propensió a trencar cristalls de vidre amb unes donades característiques. Per això no és necessari assumir l'invariable trencament del cristall, encara que el procés és causa del possible trencament. La disposició a trencar el vidre es manifestarà si el cristall de tipus correcte es troba en la trajectòria de la pilota.)⁷⁶

Segons Salmon, aquesta característica de canvi en la probabilitat també és a l'exemple on la caiguda a l'aigua d'una pedra produeix a la seva superfície la propagació d'una ona que es dirigeix cap a la joguina d'un veler que flota en l'estany. Els processos causals són, per una banda l'onada que arriba fins al vaixell, i per l'altra aquest darrer. Quan ambdós es trobin, hi ha una certa probabilitat que el vaixell tombi, però també una certa probabilitat que no succeeixi aquest tipus d'interacció, perquè la probabilitat d'abocar tindrà valor la unitat, zero, o valors intermedis, per raó que aquella probabilitat varia en relació a la distància entre el vaixell i el punt de caiguda de la pedra.

El valor de la propensió d'un succés depèn de la situació si aquesta hi té alguna influència: "La propensió és la *disposició ponderada (Verwirklichungstendenz)* d'una cosa en *determinada*

situació a assumir certa propietat o estat."⁷⁷ Es parla, per tant, d'una cosa o objecte que evoluciona fins a un estat amb una propietat assumida com a conseqüència de la possessió d'una propietat (disposicional) *sota determinades circumstàncies*. Si un nucli, recorda Popper⁷⁸, té una propensió a capturar un electró i després desintegrar-se, aquesta propensió del nucli és influïda per l'arribada a les seves proximitats d'un electró lent. En la tirada d'una moneda neutral la propensió de cadascun dels dos costats és de $1/2$; aquesta propensió variarà si s'altera la seva neutralitat amb una situació significativa, per exemple si la moneda es fa caure sobre una taula la superfície de la qual ha estat preparada per facilitar la seva caiguda dempeus. Llavors, el resultat 'romandre vertical' passarà de 0 a un valor positiu, y el valor $1/2$ haurà disminuït, encara que cares y creus continuaran tenint un propensió igual per a produir-se.

Aquesta dependència situacional del valor de la propensió és gairabé definitiva. En això Popper és diferència de Peirce -també de Bunge i de Mellor-, considerat el primer que féu una mena de caracterització que avança la idea de propensió.⁷⁹ La propensió, aclareix Popper, no és inherent en un objecte, a un sistema físic, sinó al complex sistema-entorn del sistema: la propensió $1/2$ no és una propietat de simetria de la moneda, ni la de $1/6$ del dau; de igual manera, la propensió de sobreviure un any o vint més no és pas una propietat inherent en la constitució corporal i l'estat de salut⁸⁰. La propensió és intrínseca d'un tot sencer del qual forma part l'objecte i que constitueix el que anomena la 'situació', 'situació experimental' o 'camp'. D'aquesta manera les propensions dels sistemes físics són relatives a les seves condicions ambientals específiques.

"Una afirmació sobre propensions pot comparar-se amb una afirmació relativa a la força d'un camp elèctric. Només podem posar a prova aquesta afirmació si hi introduïm un cos de prova i mesurem l'efecte del camp en aquest cos. Però l'afirmació que d'aquesta manera posem a prova ens parla del camp més que del cos. Parla de certes *propietats disposicionals* del camp.(...). Per exemple: la propensió de $1/4$ no és una *propietat del nostre dau carregat*. Això podem veure-ho immediatament si considerem que a cada camp gravitatori dèbil la càrrega tindrà poc efecte: la propensió a tirar el dau i obtenir un 6 pot disminuir de $1/4$ a molt a prop de $1/6$. En un camp gravitatori fort, la càrrega hi serà més eficaç, i el mateix dau hi presentarà una propensió de $1/3$ o de $1/2$."⁸¹

Algun autor ha proclamat que les propensions no s'han d'adscriure al dispositiu experimental o situació, sinó únicament al sistema individual (amunt, Bunge). Aquesta proposta es podria raonar amb l'ajut que suposa atendre a la naturalesa disposicional de la propensió. La definició de la disposició no permet que pugui ésser atribuïda a quelcom present com a manifestat, exhibit; com a disposició ha de fer referència a la propietat de quelcom que, encara que pot ésser exhibit, no es troba realitzat, no és present i, tanmateix, "existeix". Per això, fer dependre la propensió de la situació podria semblar massa concret, que es perd el caràcter potencial no-manifestat, que es vincula la propensió a allò actualitzat, atès que perquè la situació pugui ésser caracteritzada es necessita que sigui descrita en els seus trets; i aquests trets no poden ésser descrits, si no es troben actualitzats, realitzats. El conjunt compost pel dispositiu de llançament, la moneda i tot l'entorn determinat només pot ésser concebut quan efectivament és present, s'està realitzant o s'ha realitzat, però la disposició no hauria de

dependre d'aquesta manifestació. Per tant, la disposició només hauria d'assignar-se a la moneda, al sistema aïllat de la situació.

Settle ha comentat que aquesta posició dissimula la confusió de la qual és resultat. Tindríem, per una banda, la composició interna dels sistemes; en molts casos aquesta estructura és independent de l'entorn i és el seient o causa de les diverses propensions que el sistema pot tenir. Un sistema físic individual, aïllat, pot tenir propensions absolutes no relatives al seu entorn situacional del qual serien independents; n'és un exemple l'espontània caiguda de les mostres dels elements radioactius. Però, també, el sistema té propensions relatives a diversos entorns (virtuals). I a més, es pot dir que sense la referència a la relació del sistema amb les condicions externes (virtuals) no es podria establir de cap manera els conjunts de propensions corresponents al sistema; l'estructura dels sistemes es troba relacionada amb les seves propensions (relatives a entorns diversos) en moltes teories físiques, les quals fan explícita la relativitat de les propensions⁸² a les condicions ambientals específiques -encara que no necessàriament actuals o reals. Relativitat emmascarada en les el·lipsis convencionals del llenguatge ordinari. Settle n'esmenta l'exemple d'un ressort metàl·lic amb les seves propensions elàstiques; aquestes propensions són diferents -com també són diferents les seves propietats electromagnètiques- si la mateixa peça metàl·lica es troba o no enrotllada.

I aquesta dependència (que dona el valor de la propensió manifestat a les freqüències estadístiques observades a la seqüència de proves de la situació experimental) qualifica la situació sencera de productora de disposicions universals o probabilístiques:

"Si la situació experimental és de tal mena que sempre obtenim el mateix resultat..., llavors pot ésser de tipus determinista ; si és tal que obtenim freqüències relatives que no són iguals a 1 ni a 0, llavors serà de tipus probabilista."⁸³

Un món popperia de propensions és un món sempre canviant, on cal parlar de "*canviants propensions al canvi*"⁸⁴. En conseqüència amb això, Popper manté que si en física (com també, per la seva banda, en química, bioquímica, biologia) les propensions són propietats del conjunt de la situació física sencera, les propensions també són propietats de la manera particular de canvi de la situació. El canvi de les condicions situacionals comporta el canvi de les possibilitats -i per tant de les propensions; per exemple, segons Popper, el canvi situacional pot acabar amb l'ocasió per a propensions de valor molt petit que haguessin arribat a realitzar-se si s'hagués mantingut la invariància situacional rellevant. Un altre exemple, aquest concret, que dona Popper de canvi situacional comportant variació propensional -en aquest cas amb increment de valor- el tenim en l'augment de "les expectatives de supervivència de qualsevol persona"⁸⁵ amb el progrés de la ciència mèdica, amb l'accés de les persones al servei mèdic -la cura pot ésser costosa-, amb la qualitat professional dels metges (condicions que sobrepassen l'objecte o "sistema", el pur 'estat de salut de la persona', el qual per si mateix ja és sobrepassat per una sobtada malaltia o per un accident imprevist).

Abans hem deixat constància de la consideració de les freqüències estadístiques com a evidència i mesura de les propensions. Com se sap, es considera que aquestes mitjanes estadístiques

mostren una tendència a romandre estables. Es produirà aquesta propensió a l'estabilitat estadística si les condicions situacionals romanen estables. Però, alhora que Popper afirma que això "constitueix una de les característiques més significatives del nostre univers"⁸⁶, també diu -com no podia ésser menys a l'incessant canvi permanent del món propensional autènticament real- que "les condicions mai no són del tot constants"⁸⁷. De totes maneres, la variació a les condicions no és obstacle per al mesurament de les propensions, llevat del tipus d'esdeveniments refractaris a la mesura de les propensions sota canvi de les condicions rellevants, la qual cosa, per a Popper, no ha d'impossibilitar llurs estimacions especulatives ni implicar una evidència de llur inexistència:

"Aquest seria el cas, per exemple, de les diferents propensions d'alguns dels nostres predecessors en l'evolució a donar origen al ximpanzé i a l'home. Tal tipus de propensions no poden mesurar-se, és clar, atès que la situació no pot ésser repetida. És única. Malgrat tot, res ens impedeix suposar que aquestes propensions existeixen, ni estimar-les especulativament."⁸⁸

III.2.- Característiques generals de la interpretació propensional. Propensió de llarg termini i propensió del cas singular

1. Probabilitats objectives dins la concepció general de la ciència

En les seccions prèvies s'ha exposat que els valors de les probabilitats expressen quelcom així com la força d'una disposició real, però aquesta disposició no és constituïda per freqüències. Les freqüències no corresponen a la definició de probabilitat, seran manifestacions de probabilitats reals (propensions) inherents a la situació física i pertanyeran a l'àmbit de contrastació de la seva "causa": l'existència d'una propensió del procés. Per tant, les freqüències són evidència de l'existència de 'propensions', són la mesura dels pesos de les possibilitats, sota la condició que el nombre de repeticions sigui prou alt: "...sempre que, com en el cas dels daus, siguem capaços de repetir la situació que produeix els esdeveniments probabilístics en qüestió; o sempre que (com en el cas dels raigs solars o de la pluja) els esdeveniments en qüestió es repeteixin per si mateixos, sense la nostra interferència."⁸⁹ En el cas de la desintegració radioactiva, la vida mitjana mostra que té una constància objectiva i una dependència de l'estructura nuclear, tot això mostra, segons Popper⁹⁰, que hi ha una propensió de cada nucli individual a desintegrar-se -que per la seva banda depèn de l'estructura del nucli. La propensió, per consegüent, correspon a una propietat objectiva que serà provada i mesurada en la repetició dels casos.

El problema de la inducció, recorda Popper⁹¹, és la justificació de la creença que el futur serà com el passat; la seva formulació necessita de la distinció entre enunciats "estrictament universals" i enunciats "singulars"⁹². Com a problema lògic consisteix a decidir si és possible la inferència dels casos inobservats, o enunciats "desconeguts", des dels casos observats, o enunciats "coneguts". Això, en Hume, afecta la validesa de l'enunciació de lleis universals, la veritat (o almenys la veritat probable) d'una regla o generalització des d'una base empírica, certs enunciats singulars que tenim

com a "donats". Poder trobar aquesta justificació de la veritat del pas és trobar una mena de principi d'inducció. Popper acceptà que la resposta sigui negativa, com defensà Hume, tant quan s'afirma que la connexió és necessària, que estableix amb certesa la veritat de la generalització, com si només s'estableixi que és probable. Però varia en el contingut d'aquest rebuig a qualsevol justificació possible del "pas dels casos experimentats als no experimentats"⁹³. En la resposta negativa de Hume es troba l'afirmació de la vinculació de la inducció amb la 'repetició', la qual només té el suport psicològic del reforçament de les associacions fetes pel nostre aparell cognoscitiu. Llavors l'empirisme de Hume conflueix amb el subjectivisme de la força de l'hàbit com a guia fonamental de la nostra conducta racional. Aquest "sentit comú" entès com el nostre condicionament (per les nostres creences en les repeticions o regularitats des de la reiteració observada en el passat juntament amb un intern mecanisme d'associació d'idees) planteja el problema de la irracionalitat de la nostra intel·lecció.

Per a Popper és cert que mai no es pot justificar la veritat de la creença en una regularitat, i "la inducció no aconsegueix cap paper epistemològic en la metodologia de la ciència o en l'augment del coneixement."⁹⁴ Però, tot i així, es pot justificar racionalment la preferència provisional per una teoria explicativa universal, perquè hi ha "raons empíriques" que poden justificar la *pretensió* que sigui vertadera o falsa (però no pas que només sigui vertadera).⁹⁵ Mentre que en la inferència inductiva la fiabilitat de les conclusions es troba garantida pels casos positius, el mètode de corroboració que proposa Popper posa l'accent en els *arguments negatius*: els intents fracassats de refutació d'una teoria és el procediment, que substitueix la inducció, per a fonamentar racionalment la conjectura de la bona aproximació a la veritat que constitueix la teoria en qüestió:

*"si no arribem a refutar la nova teoria, especialment en els dominis en què ha estat refutada la seva predecessora, llavors podem prendre això com una de les raons objectives a favor de la conjectura que la nova teoria constitueix una aproximació a la veritat millor que l'antiga."*⁹⁶

L'avaluació entre teories competidores es fa amb l'elecció temptativa i provisional de "aquelles que semblen suportar millor les nostres crítiques i que posseeixen el major poder explicatiu."⁹⁷ El mètode de Popper sembla salvar la racionalitat del mètode científic mitjançant un recurs (en certa manera pragmàtic per la seva consideració de la veritat des de l'exclusiva apel·lació al context de l'avaluació entre teories rivals) que podria considerar-se com un afebliment d'aquella racionalitat. Res d'això necessita ésser pensat si seguim un argument de Popper, perquè no hi ha cap millor establiment de la racionalitat que el mateix desenvolupament científic.

*"Més explícitament, una creença pragmàtica en els resultats de la ciència no és irracional, ja que res hi ha més "racional" que el mètode de la discussió crítica que és el mètode de la ciència. (...) no hi ha altre mètode alternatiu que pugui considerar-se més racional."*⁹⁸

No hem de tenir molta confiança en l'aparent "uniformitat de la natura", encara que sembli que aquesta sigui bàsica per a la nostra creença en lleis de la natura. Però, segons Popper, no hi haurà epistemologia que arribi a explicar la raó de l'èxit dels nostres intents explicatius sobre el món.⁹⁹

Recolza aquesta darrera tesi en afirmacions de tipus cosmològic sobre el caràcter extraordinari -lluny de les uniformitats o regularitats al cosmos- de l'aparició d'una situació física capaç d'originar i mantenir un cervell cognoscient sobre el món.¹⁰⁰

Per tant, per a Popper, les "lleis de la natura" seria la denominació que donem a certes connexions abstractes immutables que afirmem del món, és a aquesta afirmació a la que "s'aproxima perillosament" la nostra afirmació que hi ha lleis de la natura que no canvien. Però, tot i que podem fer aquesta darrera afirmació, l'enunciat sobre la immutabilitat estructural és, segons Popper, trivial quan hem reconegut que només fem *conjectures* sobre aquestes característiques estructurals i hem admès que no les coneixem.¹⁰¹ En qualsevol cas, Popper sembla mantenir una afirmació sobre el caràcter aparent de les regularitats i, alhora, una altra sobre l'existència de lleis naturals que no canvien com una manera acceptable, fins a un cert punt, de parlar, com també afirma l'excepcionalitat de la possibilitat de coneixement i el misteri del seu avanç.¹⁰²

En el mètode de la ciència, comenta Fetzer, hi ha experiències i les seves conseqüències inductives. Però, de tal manera que la ciència conté inobservables objectius i lleis que no poden ésser violades ni canviades, encara que alhora el nostre coneixement d'aquestes lleis sempre ha d'ésser incert com a producte del fal·lible raonament inductiu. Això sembla una incongruència o un despropòsit, però no hi ha, afirma Fetzer, cap altra solució per al problema de la inducció. Tenim una expectativa basada en lleis que consisteix a creure que el món és com és a propòsit de les lleis de la natura. D'aquesta expectativa sorgeixen dues conseqüències: la possibilitat lògica i, simultàniament, la impossibilitat física que el futur pogués no semblar-se al passat en uns mateixos aspectes. Podríem entendre que dins el pensament de Fetzer la primera correspon a la fal·libilitat del nostre coneixement inductiu, pren constància de la peremptorietat de les regularitats, dels canvis a la *història* del món, i per la segona establim *estructures* del món.

2. Esquema d'ontologia disposicional

Aquella concepció disposicional de la probabilitat conté diferències ontològiques que són recollides en les distincions fetes per Fetzer. En primer lloc, en Popper, el rebuig de la inducció comporta la consideració de totes les lleis o teories com a hipòtesis o conjectures;¹⁰³ les regularitats són emprades com a hipòtesis,¹⁰⁴ i per a la preferència entre conjectures tenim *arguments purament racionals (que poden ésser empírics)*.

"Jo viu que el que s'havia d'eliminar era la *recerca de justificacions*, en el sentit de justificar la pretensió de veritat d'una teoria. *Totes les teories són hipòtesis, totes poden ésser rebutjades.*"¹⁰⁵

La invocació de la idea d'aproximació a la veritat té sentit en el context crític. Una teoria constitueix una bona aproximació a la veritat només en relació a la seva predecessora o les seves competidores. El sistema eliminadori del mètode de la discussió racional -el mètode de fons de la ciència- "no pot en cap cas *establir* la seva veritat"¹⁰⁶ encara que la teoria sigui considerada vertadera:

“no podem atribuir la veritat o la probabilitat a les nostres teories.”¹⁰⁷ L’adopció de la seva veritat sempre serà provisional, dins l’àmbit de la crítica racional, i en això consisteix la “justificació” de les nostres teories. Per tant, la idea normativa de veritat presideix la nostra discussió crítica de les teories. Però això de cap manera significa una renúncia a la idea de trobar una teoria explicativa vertadera, a la recerca de la veritat, aquesta “acompleix el paper d’idea reguladora”¹⁰⁸, és mitjançant la seva apel·lació com obtenim una justificació racional de les nostres preferències, perquè les teories “són vertaderes o falses i no *mers instruments*.”¹⁰⁹ (A més, aquesta veritat no és una veritat de qualsevol tipus. No ens interessen les trivialitats o tautologies. Per això, entre les propietats importants de les nostres conjectures teòriques no només es troba la recerca d’un veritat, que ha d’ésser *interessant i il·luminadora*, també la recerca de teories *profundes* i que donin solució a *problemes* interessants ¹¹⁰).

La ciència, segons Fetzer¹¹¹, pretén assolir dos objectius complementaris. Esbrinar els patrons freqüencials desenvolupats per la història del món i descobrir les relacions legítimes constitutives de l’estructura del món. Hi ha una distinció bàsica en l’ontologia disposicional:

-L’*estructura* del món, que és definida per les *classes de propietats i relacions* que podrien possiblement ocórrer com a elements de la història del món.

-La *història* del món, que és definida per les *instàncies* d’aquelles classes de propietats i relacions que actualment ocorren.

Només amb els *patrons freqüencials* no tenim una explicació prou adequada, no són suficients per a establir un enunciat que sigui una llei. Llavors aquesta concepció general conté el propòsit científic de donar explicacions adequades que tenen *lleis de la natura* com a premisses escaients en els arguments explicatius. (Si les explicacions són arguments, llavors llur afirmació com a adequades entranya llur acceptació com a vertaderes). Ni les freqüències ni les probabilitats subjectives són components de les lleis de la natura, diu Fetzer. Per a la construcció d’una decisió racional dins l’estudi de la naturalesa del món hem de basar les nostres expectatives en les probabilitats objectives de les propensions físiques i no en les probabilitats subjectives ni en les probabilitats objectives de les freqüències relatives.

La construcció d’autèntiques explicacions proveïdes per genuïnes lleis ve donada per l’establiment dels pertinents perfils ontològics. Llavors, Fetzer afirma que cal distingir tres diferents *classes de propietats* en el món: *tendències disposicionals*, *relacions històriques* i *distribucions extensionals*. Totes elles són *esdeveniments*.

Durant el curs de la història del món les coses individuals poden perdre o guanyar propietats sense perdre la seva identitat de coses individuals. Aleshores es requereix una identificació teòrica d’aquests objectes com a membres d’una subjacent classe de referència per a l’existència continuada d’objectes específics, on ells són, tot i així, els mateixos objectes. L’existència continuada d’un objecte com a tal objecte específic duu a classificar les seves propietats. La identitat de l’objecte com a sistema específic el fa veure com una instància d’alguna propietat específica *K*. Per tant, els objectes sota una determinada descripció, com a sistemes d’una certa classe *K*, poden instanciar propietats, algunes de

les quals són *propietats* de l'objecte *com una qüestió de definició*, d'altres *com una qüestió de llei natural* i d'altres *com a qüestió d'accident*. Aleshores es tracta de propietats que cada cosa individual posseeix com a resultat d'instanciar una propietat de referència d'aquella classe.

(a) Propietats posseïdes per l'objecte com una qüestió de definició, de necessitat lògica. Propietats lògicament incloses en virtut merament d'èsser instàncies de la seva propietat de referència. Per tant, és lògicament impossible la pèrdua d'aquestes propietats i que simultàniament l'objecte continuï existint.

(b) Propietats dels sistemes com una qüestió d'accident. Quan un objecte d'una classe específica *K* pot obtenir o perdre una propietat sense perdre la seva pertinença a aquella classe, diem que es tracta d'una *propietat transitòria* (relativa a aquella propietat de referència).

(c) Propietats que atenen a la possessió de la propietat de referència en virtut d'una llei natural:

"que qualsevol instància d'aquella propietat de referència ha de posseir, perquè no hi ha processos o procediments -naturals o inventats- per mitjà dels quals aquests atributs puguin ésser sostrets d'un instància (...) sense privar-la d'aquella propietat, fins i tot encara que la seva mateixa presència sigui lògicament contingent."¹¹²

Llavors es tracta de *propietats permanents*, perquè si canvien al llarg del temps, també canvien les corresponents propietats de referència. Amb tot, també es pot dir que aquestes propietats són relatives, en el sentit que encara que assisteixin totes les instàncies de classes específiques, poden canviar en relació al canvi contextual fet per la classe de sistema *K* instanciada per un cert objecte *x*.

Segons la perspectiva disposicional, la història del món pot ésser descrita com una seqüència contínua d'esdeveniments específics que es produeixen com a instanciacions i manifestacions de les propietats disposicionals que constitueixen la seva estructura (l'estructura del món). La distinció entre propietats teòriques i permanents proporciona la raó fonamental per als *mons possibles*. Ja que aquesta distinció emergeix del reconeixement que, relatiu a una específica descripció de la classe de referència, pot ésser físicament possible per a cada membre d'aquesta classe posseir aquella disposició transitòria, però no és físicament possible per a qualsevol membre de tal classe no posseir cap de les seves propietats permanents.

El *llenguatge extensional L* (com el càlcul estàndard de predicats de primer ordre (sense identitat) emprant com a primitius sintàctics els signes de la negació i de la disjunció) és històric i descriptiu, però això no és suficient per a recollir les propietats ontològiques i estructurals, que constitueixen el caràcter de les propietats legals¹¹³. En un llenguatge només extensional no es pot formalitzar els condicionals subjuntius i els causals (tampoc els condicionals materials), amb la conseqüència d'haver de fer definicions implícites (parcials) dels predicats disposicionals mitjançant *sentències de reducció* com a postulats significants dins *L*. A més a més, es necessitaran consideracions (circumstancials i intensionals) extra-lingüístiques per a distingir generalitzacions legals de les accidentals.¹¹⁴

Podem il·lustrar aquesta incapacitat fent servir un dels exemples utilitzats per Fetzer i tret de Popper: 'Tots els moes moren abans d'arribar a l'edat de 50 anys' és un enunciat que no és refereix a un nombre finit d'instàncies, que és vertader, però que en no tenir capacitat per a sostenir condicionals contrafàctics i subjuntius no compleix el tercer dels requisits per a establir que és un enunciat nomològic. Aquella incapacitat representa que l'enunciat seria violat en canviar les seves condicions inicials, això és, sota circumstàncies en absolut problemàtiques de considerar. Explica Fetzer, si unes poques cries d'aquests animals extingits de Nova Zelanda fossin recollits, criats i alimentats per una família d'aborígens (de manera que en aquesta situació de cura domèstica, aquests animals evitarien ésser víctimes de les malalties de les quals són objecte en situació natural) llavors en aquest grup alguns moes arribarien a l'edat de 95 anys. La raó d'aquella incapacitat consisteix que l'enunciat fa esment d'una propietat transitòria, però no d'una propietat permanent dins la classe de referència. La perspectiva de vida de 50 anys no és una propietat que els membres d'aquesta específica espècie d'ocells no pugui perdre sense perdre la seva pertinença a la classe que descriu aquesta espècie. Per això l'enunciat no és legal, sinó només una generalització accidental.¹¹⁵ Com diu Popper¹¹⁶, com que és possible que el moa visqués més anys, l'enunciat universal "tots els moes moren abans de tenir cinquanta anys", encara que vertader -el fet que esmenta és degut únicament a condicions accidentals o contingents-, no és un enunciat que pertanyi a les lleis de la natura, les quals imposen certs límits a la possibilitat. Llavors, en desacord amb la doctrina inductivista, no és correcte afirmar que les lleis de la natura només siguin enunciats universals vertaders, "tenen *major força lògica* que els enunciats universals corresponents,"¹¹⁷ i encara resultaran menys accessibles a la inducció que els enunciats només universals, però per al falsacionisme de Popper només hem de tractar de l'intent de refutació de les nostres conjeitures en la contrastació¹¹⁸. Popper diu que, traslladant a la noció de necessitat natural o física la noció tarskiana de necessitat lògica (un enunciat és lògicament necessari només si és deductible d'una funció d'enunciats que se satisfà per tot model, que és vertadera a tots els mons possibles), cal dir que

"un enunciat és naturalment -o físicament- necessari si i només si és deductible de (la clausura de) una funció d'enunciats que se satisfaci a tots el mons que, com a màxim, difereixen del nostre món pel que fa a les condicions inicials."¹¹⁹

És cert que les lleis de la natura tenen un caràcter accidental o contingent quan són comparades amb les tautologies lògiques, llavors podrien suposar que hi ha mons amb lleis naturals diferents, mons estructuralment diferents.¹²⁰ En aquest sentit, el nostre món, món real o actual, compren tots els mons físicament possibles, però potser no compregui tots els mons lògicament possibles. La necessitat lògica dóna validesa en qualsevol món concebible i la possibilitat lògica només exigeix la no autocontradicció. Però la possibilitat física exigeix la no contradicció amb les lleis de la natura, que són conjeitures que expressen alguna propietat estructural del nostre món, i aquesta necessitat física imposa principis estructurals sobre el món, i.e., exigeix principis d'impossibilitat a propòsit de certs fets singulars -lògicament possibles- o determinades situacions alhora que dóna

permissibilitat a la contingència i singularitat de les condicions inicials¹²¹; com veiem la classe dels enunciats necessaris reclama, per a la seva definició, una classe simultània d'enunciats singulars.

Però en una manera més refinada de parlar no cal referir-nos al nostre món com contenint tots els mons físicament possibles, i.e., tots els esdeveniments i processos compatibles amb les lleis. Perquè en aquesta manera tosca diríem que en el nostre món s'hi realitzen, en algun moment, en algun lloc, totes les condicions inicials compatibles amb les lleis. Llavors, en la revisió refinada, diu Popper, que el conjunt de tots els mons possibles és, doncs, el conjunt de còpies del nostre món que només difereixen d'ell pel que fa a les condicions inicials, és el conjunt de totes les condicions inicials lògicament possibles. Almenys en un d'aquests mons hi viuen els moes en condicions ideals, arribant alguns d'ells a l'edat de 95 anys. No fa falta afirmar que 'han viscut' o 'viuran', perquè aquests mons o models del nostre món poden entendre's com a construccions lògiques¹²². L'avantatge de definir la classe dels enunciats necessaris fent servir la noció de 'condicions inicials' en lloc de fer-ho directament per la classe de les lleis naturals i les seves conseqüències lògiques es que s'evita la manera d'expressió subjuntiva (o contrafàctica).¹²³

Fetzer comenta que amb aquestes idees es vol remarcar la diferència entre necessitats naturals (que són vertaderes en tots els mons físicament possibles o mons que només poden diferir del nostre pel que fa a les condicions inicials), d'una banda, i generalitzacions universals, de l'altra. Aquestes darreres no són vertaderes de totes les històries possibles que aquest món podria haver rebut trobant-se les 'condicions inicials' a arbitràries variacions. En canvi, les primeres són descrites per sentències legals, i tenen a veure amb relacions entre universals (disposicions). Llavors les necessitats naturals i les disposicions expliquen els subjuntius i contrafàctics com a manifestacions seves. Les funcions d'enunciats, com " $Rxt \rightarrow Axt$ ", descriuen necessitats naturals o físiques. La seva conversió en una sentència vertadera o falsa pot fer-se mitjançant la seva quantificació produint una generalització universal, la forma lògica de la qual és ' $(x)(t)(Rxt \rightarrow Axt)$ ' 'Per a tot x i tot t , si x té la propietat R en el temps t , llavors x té la propietat A en t ' (on \rightarrow és el signe del condicional material, i amb \Rightarrow representaria el condicional subjuntiu).¹²⁴ De manera semblant a la de Popper, Fetzer afirma que una *propietat permanent* de cada membre d'una classe de referència és una propietat que, a més d'ésser satisfeta per tots els membres d'aquella classe en el curs de la història real del món M^* -a on arriba a mostrar un llenguatge extensional- també és satisfeta en qualsevol món M que difereix de M^* només en relació a les seves condicions inicials.

L'estructura ontològica del món físic, sota la influència d'un conjunt precipitant de condicions inicials, genera la història descriptiva del món.¹²⁵ És lògicament contingent el nombre i la varietat de diferents esdeveniments que poden ocórrer realment al llarg del curs de la història del món; depèn de les condicions inicials que s'obtenen a l'inici del món en conjunció amb el caràcter enormement complex del món, el qual és en part un sistema determinista i en part un sistema indeterminista, segons Fetzer. Sota diferents conjunts de condicions inicials, aquest món podria haver

exhibit moltes històries diferents. Es tracta de recollir els enunciats vertaders de tots els mons, separadament d'aquells enunciats que només són veritat d'un únic món. Això requereix canviar un llenguatge marc extensional L per un llenguatge intensional que és aquest llenguatge marc L (que és un llenguatge extensional) amb l'enriquiment L^* (que no és un llenguatge extensional) de l'afegidura, com a primitius sintàctics, del condicional subjuntiu i del condicional causal. Llavors, amb aquest darrer llenguatge intensional es pot subministrar la formalització dels condicionals, amb la conseqüència de proveir definicions explícites (parcials) dels predicats disposicionals, i distingir els dos tipus de generalitzacions, legals i accidentals.

3.L'ambigüitat radical de la interpretació propensional

Ara bé, seguint amb l'exposició que a l'anterior capítol s'ha fet de la interpretació freqüencial límit hipotètica, molts autors prenen com a anàlisi de referència l'enteniment de la interpretació propensional feta en l'article de Kyburg (*Propensities and Probabilities*, 1974). Abans de tot, Kyburg posà la mirada en un angle fecund per al desenvolupament de futures crítiques a la interpretació propensional. Perquè de bon començament hi ha una ambigüitat als textos inaugurals de la interpretació, ja que Popper oferí en diferents llocs una visió de la probabilitat com una propietat disposicional del dispositiu experimental i, alhora, apareix d'altra banda un enfocament com a freqüències virtuals o potencials. Kyburg aporta fragments de dos escrits de Popper en els quals, sense a penes discriminació, unifica la distinció afirmant les probabilitats per a fer assercions sobre la situació experimental i les seves tendències inherents; aquestes probabilitats depenen del preparatiu experimental i són, per tant, propietats seves. Quan sovint repetim l'experiment les probabilitats caracteritzen la disposició o propensió del dispositiu experimental per a donar lloc a freqüències característiques. Però, resulta que també afirma que aquestes freqüències virtuals poden ésser anomenades probabilitats. Com a exemples d'aquesta versió com a seqüència virtual de la interpretació propensional:

"Cada preparatiu experimental es troba *subjecte a produir*, si repetim l'experiment molt sovint, una seqüència amb freqüències que depenen d'aquest particular preparatiu experimental. Aquestes freqüències virtuals poden ésser anomenades probabilitats. Però ja que les probabilitats resulten dependre del preparatiu experimental, poden considerar-se com a *propietats d'aquest preparatiu. Caracteritzen la disposició, o la propensió*, del preparatiu experimental per a fer sorgir certes freqüències característiques *quan l'experiment es repeteix sovint*."¹²⁶

"Segons la interpretació propensional, els enunciats probabilitaris poden ésser exposats per a fer assercions sobre freqüències *virtuals*, però també poden ésser afirmats per a fer assercions sobre la situació experimental i les seves 'tendències' inherents."¹²⁷

"...podem interpretar "*b*" [en "*p(a,b)*"] com el nom d'una seqüència (potencial o virtual) d'esdeveniments..."¹²⁸

Kyburg se sent segur de creure que la parla freqüencialista de Popper és una reminiscència de dies passats encara influents. Encara que Popper pugui conservar influències freqüencialistes,

Salmon¹²⁹ considera que potser la majoria dels teòrics propensionalistes rebutjarien una versió propensional amb una explicació de freqüències i seqüències virtuals, i que almenys és clar -llevat del lapsus- que una de les bàsiques motivacions de Popper fou l'intent de proporcionar una interpretació de la probabilitat que s'apliqui directament a esdeveniments singulars. En efecte, anys després de l'article de Kyburg, quan publica el seu *Post Scriptum* i, sobretot, anys després d'aquesta publicació, Popper deixà ben clar que el seu propòsit havia estat, definitivament, referir les probabilitats objectives -de les tirades de daus, per exemple- a propietats reals de les situacions experimentals:

"Així doncs, el primer punt que desitjo assenyalar és que la tendència o propensió per a l'ocurrència d'un esdeveniment és, en general, *quelcom inherent en cada possibilitat* i en cada tirada particular".¹³⁰

Quan Popper publicà el seu *Post Scriptum* sembla que deixava clar¹³¹ que la probabilitat és una propietat física real de qualsevol situació física concreta, de l'experiment físic *singular* que alhora és, sens dubte, una situació experimental repetible. Encara que les lleis probabilistes o enunciats de probabilitat són enunciats sobre freqüències en successions virtuals d'experiments ben caracteritzats, en el sentit que són enunciats sobre els "pesos" assignats a les possibilitats; això vol dir que enuncien la nostra mesura de les *propensions interpretades com a tendències a produir freqüències relatives*. Per tant, els enunciats probabilístics són conjectures, on allò conjeurat sembla que acaba essent aquelles freqüències virtuals. Per a la contrastació d'aquests enunciats sobre freqüències en "una successió (virtual i virtualment infinita) de repeticions de l'experiment" es requereix en primer lloc que la situació experimental sigui típica, repetible, i aleshores es pot fer intervenir els enunciats estadístics corresponents, els enunciats sobre freqüències estadístiques reals en seqüències reals (finites) de repeticions reals de l'experiment.

La insistència de Kyburg en aquella ambigüitat té la seva importància perquè aquesta possible indefinició ha romàs a la teoria propensional convertida en dificultat per a establir allò del qual la probabilitat es predica, dificultat d'establir quines són les condicions que conservem constants al llarg de la repetició de seqüències que poden ésser descrites com a repeticions d'un experiment i de les quals diem que les propensions són propietats. Podem, ara, només deixar constància que hi ha, doncs, dificultats per a establir la "identitat" de les nocions contingudes en allò que anomenem 'situació experimental' o 'situació' en general -en els casos d'atzar- i que aquest ha estat un camí per a l'elaboració de crítiques a la interpretació propensional¹³². Com també ha estat un lloc pendent de superació aquell desenvolupat per Sklar¹³³ al voltant d'una confrontació entre la interpretació freqüencial i la propensional a propòsit de la respectiva susceptibilitat d'ésser enteses com a probabilitats subjectives.

III.2. 1.- Enteniment del concepte propensional

L'atribució d'una propietat disposicional es fer una afirmació sobre situacions físiques que, per tant, exclou la possibilitat de certes descripcions de la realitat física. Quan s'afirma que una cosa és

soluble en aquest món i es diu que és això és pel fet que aquesta cosa es dissolc col·locada en aigua en cada món possible el que es fa, comenta Kyburg¹³⁴, és una exclusió d'alguns mons com impossibles, que és una contracció del conjunt de mons possibles.

El contingut total intel·ligible de la interpretació propensional de la probabilitat consisteix, en la proposta de Kyburg, que la consideració de mons possibles ens permet d'obtenir la definició de les condicions de veritat de la versió intensional, S^* , del predicat $S(x, y, z)$. Com hem vist en el capítol 1, la visió freqüencialista de von Mises de seqüències interminables de proves, contemplada des de la perspectiva de mons ideals o hipotètics, condueix a Kyburg a considerar mons possibles i també el predicat intensional S^* que permetrà enllaçar aquella interpretació freqüencial límit hipotètica, *FLH*, amb les caracteritzacions preteses pels propensionalistes. Perquè " $S^*(x, y, z)$ " significa que la propensió o disposició de la seqüència x a produir membres de y és z "¹³⁵. Llavors, fer un enunciat legal probabilista, intensional, ha de consistir a dir quelcom sobre cada món possible que sigui prou gran; i s'ha de considerar mons possibles per a obtenir condicions vertaderes per a $S^*(x,y,z)$ en el sentit que, continua Kyburg interpretant la proposta de von Mises, $S^*(x,y,z)$ és vertader en el món actual, M^* , en cas que la corresponent sentència extensional, $S(x,y,z)$, sigui vertadera a cada extensió màxima x d'un membre del conjunt dels mons futurs, F , -o del conjunt de mons futurs legals $F \cap L-$, on l'assignació de $\cup Rx$ és infinita (i on, d'acord amb la teoria de von Mises, no hi ha procediment finit per a establir un sistema de joc guanyador¹³⁶). Amb això, la interpretació *FLH* 'estàndard' de S^* queda en l'establiment d'un enunciat " $S^*(x,y,z)$ com a vertader en el món actual en cas que $S(x,y,z)$ sigui vertader (quasi-vertader) en tota (quasi-tota) extensió màxima x d'un membre de F "¹³⁷. El significat que a la tirada d'un determinat dau la propensió per a treure un '6' és de $1/6$ s'interpreta com que la *freqüència relativa límit* dels '6' seria $1/6$ (si el dau fos a romandre inalterable al llarg d'una quantitat infinita de tirades). Llavors la propensió del dau a produir '6' és $1/6$ si i només si la freqüència relativa límit dels '6' a tots el mons futurs possibles és $1/6$).

Kyburg recorda, entre els propensionalistes, Fetzer, per a qui afirmar $S^*(x,y,z)$ seria afirmar un condicional nomològic. En efecte, Fetzer¹³⁸ considera l'intent de Kyburg, en relació als seus propis esquemes, com l'establiment de les condicions de veritat per a sentències de la forma ' $(Kxt \cdot T^i xt) \supset_n O^i xt^*$ ', és a dir, per a condicionals causals de caràcter probabilístic (o estadístic)¹³⁹.

A cada món possible, cada membre de $\cup Rx$ té la propietat disposicional estadística expressada pel predicat $Pr_{z,y}$ en amb el qual una probabilitat z de projectar un resultat pertanyent a y queda atribuïda a aquells objectes a (un *chance set-up* pertanyent a un conjunt en la seqüència de referència x). Una suficientment gran quantitat d'objectes amb dita propietat $Pr_{z,y}$ exhibiran, a mesura que s'incrementa la grandària de la mostra, i d'acord amb la llei dels grans nombres, això és amb probabilitat 1 , una freqüència de membres de y que està propera a z . Llavors $S^*(x,y,z)$ serà vertader en el món actual, M^* , en cas que sigui vertader en aquest món M^* que cada membre de $\cup Rx$ tingui la

propietat $Pr_{z,y}$, la qual cosa, al seu torn, és vertadera en M^* en cas que $S(x,y,z)$ sigui vertader a quasi-totes les extensions màximes x d'un món pertanyent a L .

Per a Kyburg, $Pr_{z,y}$ no afegeix res a $S^*(x,y,z)$. No només això, és que per a Kyburg el terme 'probabilitat' no apareix ni a l'explanans ni a l'explanandum de les explicacions científiques¹⁴⁰, les lleis estadístiques no contenen la paraula 'probabilitat', sinó més aviat funcions de distribució d'alguna quantitat o variable aleatòria i, encara que aquestes funcions satisfacin els típics axiomes de probabilitat, tot això li sembla amb escàs fonament per a, en aquest context, parlar del "significat de la «probabilitat»"¹⁴¹. Per la seva banda, en el seu rebuig de la intromissió propensional, Kyburg considerarà com a fonamental l'enunciat extensional $D(x,y,z)$ -en termes del qual poden ésser definits els enunciats de la forma $S(x,y,z)$, encara que no a la inversa- el qual afirma la funció de distribució del conjunt z segons la qual la quantitat aleatòria y es distribueix a la seqüència de referència x . Per a un tractament intensional de les lleis estadístiques es proporcionarà la semàntica dels mons possibles amb un predicat intensional D^* l'enunciat del qual és vertader en M^* en cas que el corresponent enunciat extensional ho sigui -s'acompleixi la relació freqüencial característica enunciada- a cada extensió màxima d'un membre de F .

Pel desenvolupament d'aquesta via s'hauria d'oferir la comprensió de la interpretació propensional de la probabilitat. Això comporta donar una proposta intel·ligible que incorpori les freqüències en llargues seqüències que repliquin una condició física, el preparatiu experimental atzarós, la seva estabilitat i convergència, la connexió de tot això amb les probabilitats que s'assignen a tots i cadascuna de les repeticions d'aquell preparatiu. En suma, construir la proposta propensional. I això vol dir resoldre aquella ambigüitat que s'arrela en aquesta interpretació, cosa que ha comportat el desdoblament del concepte propensional en dues versions, una comprensió de llarg termini i una altra de cas singular. Cap d'elles resulta satisfactòria, i sobre aquest problema de construcció reverteixen objeccions com les que exposarem en el capítol següent.

En general, segons Kyburg¹⁴², hi ha dues maneres de concebre la propensió com la propensió d'un *chance set-up* a produir un determinat resultat. O bé com una disposició per a una seqüència de moltes proves on l'experiment d'atzar produeix aquell resultat, o com una disposició perquè aquest experiment d'atzar exhibeixi un cert resultat amb una certa freqüència quan es troba repetidament subjecte a una classe de prova, si ho veiem en termes d'aquesta darrera. O bé una disposició per a la donada prova simple a produir aquell resultat, i.e., una disposició perquè l'experiment d'atzar projecti un cert resultat sota una classe de prova.

Kyburg recorda la diferència lògica entre tots dos enfocaments, entre parlar d'una disposició a caracteritzar la seqüència (possible o virtual) de proves d'una classe i parlar d'una disposició a caracteritzar la prova simple. En la primera opció, la freqüència de llarg termini equivaldrà a la força de la propensió com una qüestió de necessitat lògica, afirma Kyburg. En el segon cas, en una seqüència suficientment llarga de proves independents, la freqüència de resultats en una classe donada

equivaldrà molt properament a la força de la propensió per a cadascuna de les proves a produir cert resultat segons com se segueix del teorema de Bernoulli.

1. Teoria propensional de llarg termini

En la propensió de llarg termini, cada membre de la seqüència real té el mateix tipus de disposició, una propietat disposicional, $D(M^*,x)$. O sia, en cada membre singular d'una classe de referència es repliquen les condicions físiques rellevants, el que podem expressar, segons Kyburg, en els següents termes: cada element de la seqüència té la mateixa distribució de les condicions inicials. L'afirmació d'aquesta possessió constitueix un enunciat legal; cada membre de la seqüència posseeix la mateixa disposició com una qüestió de llei, en virtut d'una llei de la natura. Per tant, es tracta d'una disposició universal (o 'quasi-universal'). Llavors, la probabilitat atribuïda en el cas singular ha de referir-se com la seva "causa" a les condicions generadores físiques que són repetides al llarg de la seqüència, el que constitueix un mateix preparatiu experimental.

Llavors, el preparatiu experimental present en cada esdeveniment singular -com a membre d'una seqüència- conté una disposició universal (o quasi-universal) a produir una determinada freqüència relativa límit seqüencial. És a dir, en virtut de la repetició de les condicions físiques rellevants, la distribució de les condicions inicials que és la mateixa a cada membre seqüencial resulta que és també la mateixa que la distribució d'aquestes condicions al llarg de la seqüència. Així, la freqüència característica conjecturada en una seqüència s'explica com a generada per les característiques que defineixen el preparatiu experimental present en tots i cadascun dels elements de la seqüència. Aquestes característiques identifiquen un tendència fixa inserida en cada repetició de l'experiment. Per això, s'afirma com una qüestió de llei de la natura que la distribució de les condicions inicials és la mateixa a cada repetició de l'experiment i que és la mateixa que la distribució d'aquestes condicions al llarg de la seqüència de repeticions. D'aquesta manera, es diu que resulta una connexió lògica que la freqüència relativa per a un atribut A en la seqüència presenta una valor idèntic per a aquest atribut en cada element de la seqüència.

Eells¹⁴³ explica que davant la noció de l'extensió de la seqüència actual, la teoria propensional llarg termini, *PLT*, introdueix una funció diàdica D . Per tant, les estructures característiques *PLT* serien com les estructures de la interpretació freqüencial límit hipotètica exposada per Kyburg llevat de l'afegiment d'un component: una funció diàdica en propietats d'esdeveniments, on, sens dubte, $D(M,x) \in R$, on $M = \langle U, R \rangle$. La teoria idealitza els fenòmens rellevants en termes de D , i els objectes de la interpretació són les freqüències relatives finites observables. Llavors, en el model projectat, aquesta funció D té com a rang de valors un conjunt de propietats disposicionals d'un cert tipus; per a qualsevol món M i esdeveniment x , $D(M,x)$ és la disposició universal o quasi-universal del tipus rellevant amb la qual $M(x)$ es troba dotada, i una extensió admissible d'una seqüència $R'(B)$ consistent, diguem-ne, de just un esdeveniment $M'(x)$ -on

$M'=\langle U',R'\rangle$ és un model futur legal- seria una seqüència $R(B)$ en un món $M=\langle U,R\rangle$, cada membre del qual té la propietat $D(M,x)=D(M',x)=D(M^*,x)$.

Eells¹⁴⁴ també comenta que el concepte de llarg termini és un concepte de dos constituents, el concepte de disposicions universals (o "quasi-universals") i el concepte de freqüències límit. La disposició és una disposició a produir seqüències d'esdeveniments amb una característica freqüència límit. Llavors, el que sempre (o "quasi-sempre") observem (o, almenys podem observar en principi), a la teoria de llarg termini, és la interpretació física d'un dels dos constituents del concepte propensional de llarg termini: la manifestació directa de la disposició rellevant. No hi podem observar la disposició mateixa, però sí, en principi, una seqüència amb una freqüència característica (produïda per la disposició) de l'atribut rellevant.

En l'explicació del cas singular, la teoria propensional intenta trobar la solució per mantenir constants al llarg de la seqüència els factors causalment rellevants que intervenen en el cas singular. La interpretació propensional de llarg termini omet la pertinença de l'esdeveniment singular a una seqüència com a membre seu, aquesta pertinença no és, més aviat, la causa de la seva probabilitat, sinó que ho és la seva producció per part de la realització d'un conjunt de condicions, "les condicions generadores", com diu Popper, la repetició de les quals caracteritza la seqüència (actual o virtual) de referència apropiada. Per tant, un cas singular ha d'ésser referit a una seqüència de referència d'experiments repetits, però, una seqüència d'una mena que els seus membres es troben produïts pel "mateix" preparatiu experimental. Aquesta teoria, doncs, explica Eells¹⁴⁵, invoca dos conceptes nous - respecte de la freqüencial-: el de 'preparatiu experimental', B^* , i aquell 'd'un cert tipus de disposició de força universal (o "quasi-universal"). Llavors, ' $P(A/B^*)=r$ ' queda interpretat com que B^* posseeix una disposició universal (o "quasi-universal") per a produir -amb una suficient repetició de B^* - seqüències B on la *FRL* dels atributs A en B es r .

La propensió produeix la freqüència relativa en una seqüència d'assaigs independents. Aquesta freqüència estarà propera al valor de la probabilitat (o magnitud de la propensió). Però hi ha moltes seqüències possibles de manera que qualsevol freqüència relativa de llarg termini és compatible amb una distribució de probabilitat. La llei dèbil dels grans nombres mostra que en un nombre prou gran de llargs terminis ocorre qualsevol freqüència relativa amb una probabilitat arbitràriament propera a I . Llavors, diu Milne que és prou poc clar el que hauria d'ésser la manifestació característica d'una propensió perquè una propensió de llarg termini no resulta ésser "la propensió per a la producció d'una característica freqüència relativa llarg termini, ni tan sols per a la producció d'un determinat estret rang de freqüències relatives."¹⁴⁶ De manera que qualsevol freqüència relativa de llarg termini és compatible amb alguna distribució probabilística d'assaigs independents. Llavors, en la seva demanda, ell planteja la qüestió de la manera d'entendre o donar justificació d'aquella connexió lògica o identitat entre la força propensional present (realment) a cada prova i el valor freqüencial en un nombre prou gran de proves quan una llei dels grans nombres destrueix una identitat d'aquest mena en permetre seqüències amb diferents valors freqüencials. Per

tant, s'ha d'intentar veure com es podria afirmar que una freqüència relativa de llarg termini amb un valor pròxim a la magnitud de la propensió és la manifestació d'aquesta propensió.

Per consegüent, la teoria *PLT* entesa sota aquesta semàntica de mons possibles provoca la tasca d'acomodar les dues noves idees (la de disposicions de força universal -o "quasi-universal"- i la de preparatius experimentals) en una solució formal que satisfaci la condició anomenada per Eells de 'interpretació/idealització'. Es tracta, en primer lloc, de precisar la caracterització de l'expressió 'disposició de força universal (o 'quasi-universal)'. Per la mateixa classe de consideracions fetes en relació amb la teoria *FLH* es presenten tocant a la teoria *PLT*, on també s'ha d'utilitzar alguna idea de disposicions de força 'quasi-universal' [més aviat que força estrictament universal si independència entre proves], i, com explica Eells¹⁴⁷, romandrà la qüestió del significat de "quasi-tot món" -com a la *FLH*- sobretot davant la dificultat per a ésser una adequada idealització interpretativa del cas singular.

Per a veure aquesta deficiència no s'ha de deixar de tenir en compte que segons la teoria propensional de llarg termini, la identificació de la freqüència relativa límit amb la probabilitat del cas particular s'explica per l'existència d'una força tendencial al dispositiu experimental. El que correspon aleshores és la descripció d'aquest dispositiu d'una manera apropiada amb allò estipulat per la teoria, és a dir una descripció que inclogui una especificació de la tendència (quasi-universal) a produir alguna freqüència relativa límit "característica" d'un resultat.

Certament, continua Eells, hauria d'ésser incorrecte explicar la probabilitat en termes d'una disposició estrictament universal d'un preparatiu experimental per a exhibir la seva freqüència relativa "característica". Perquè si suposem que les probabilitats del cas particular tenen totes una valor, per exemple $1/2$, i si les proves són independents, llavors totes les seqüències de resultats són "equiprobables" com també hem dit abans. Encara sense independència i sense rellevants probabilitats del cas particular totes elles igual a $1/2$, encara sembla que hauria de concedir-se que és possible qualsevol seqüència de resultats, de *FRL*. Per tant, en principi, la 'universalitat' de la tendència té dificultats per a entendre's com que totes les seqüències produïrien el mateix valor freqüencial. Hi haurà seqüències, al llançament de monedes correctes, que no tindran com a freqüència "característica" aquella amb el valor $1/2$, es produiran fluctuacions, encara que una gran majoria assolirà el valor $1/2$. Però això dificulta la vinculació de la freqüència amb la probabilitat del cas singular sota el supòsit que l'experiment presenta una tendència a produir un valor freqüencial característic propi, perquè aquestes fluctuacions freqüencials incomoden l'explicació de la freqüència des d'una tendència fixa en valor inserida en cada repetició de l'experiment.

2. Teoria propensional del cas singular

Una interpretació propensional de cas singular, *PCS*, també intenta donar compte dels patrons freqüencials reals en termes de les condicions físiques inicials del sistema per a caracteritzar les seqüències pels seus determinants ontològics. Es diu que cada membre d'una seqüència té el mateix

conjunt de propietats disposicionals, D^* ; mitjançant aquesta propensió cas singular, $D^*(M^*,x)$, l'esdeveniment singular x exhibeix l'atribut A . Cada món-seqüència ha d'ésser constituït per un condicional nomològic l'antecedent del qual ha de contenir el mateix conjunt de propietats disposicionals. Això serveix com a principi de selecció dels models projectats, això és, que governa l'extensió de seqüències reals a seqüències ideals infinites que succeeixen en un món possible. La definició freqüencial de la 'probabilitat' és extensional relativa al món real, i la concepció disposicional (intensional) és extensional relativa a un conjunt ben definit de mons possibles, diu Fetzer¹⁴⁸. D'acord amb la distinció entre propietats permanents i transitòries, continua aquell autor, un món és físicament possible, en relació al món real M^* , si no presenta canvi en les propietats permanents; és a dir, per a coses del mateix tipus, diguem-ne els membres d'una classe de referència descrita apropiadament, és físicament impossible per a qualsevol d'aquests membres que no contingui aquella propietat disposicional permanent que se li atribueix en quant membre d'aquella classe, encara que no és físicament impossible la possessió de propietats transitòries.

Diu Fetzer¹⁴⁹ que en la interpretació *FLH* de Kyburg les seqüències hi manquen dels corresponents determinants ontològics, i d'aquesta manera la proposta de Kyburg no exposa el fonament o principi que seleccioni els models projectats, amb la conseqüència que per part de les seqüències no hi pot haver exhibició de valors determinats. Perquè la seva semàntica sigui adequada, Fetzer hi afegirà els canvis que considera derivats de la concepció de propietats disposicionals permanents. Sota la interpretació disposicional, les propensions cas singular reals d'objectes i esdeveniments en el món real M^* determinen l'estàndard específic per a seleccionar els membres de les classes de mons possibles que exhibeixen les propietats estadístiques en qüestió. Per consegüent, una funció selecció s'hauria de seleccionar tots i només aquells mons que són caracteritzats per les propietats disposicionals apropiades. Llavors, d'acord amb això, per a l'establiment dels mons lògicament possibles Fetzer introdueix el concepte de 'mons p ', on p és l'antecedent del condicional nomològic i esmenta un conjunt de propietats disposicionals posseïdes pels objectes (o esdeveniments) en M^* . D'aquesta manera, el condicional que constitueix cada seqüència-món ha de tenir contingut en el seu antecedent el mateix conjunt de propietats disposicionals. Els mons p inclouen (però no estan limitats a) els "mons futurs legals" de Kyburg. Les següents són les condicions necessàries i suficients establertes per Fetzer per a la veritat dels condicionals nomològics 'causals' de forma estadística (probabilista), les quals són lògicament adequades per a representar la concepció de propietats disposicionals com a tendències causals cas singular.

Una teoria *PCS* proporcionarà una explicació de la probabilitat que, a diferència de les de *FLH* i *PLT*, evitarà la necessitat de proporcionar els principis que governen l'extensió de seqüències actuals a seqüències ideals infinites que succeeixen en algun món possible, ja que els termes emprats per aquesta interpretació, exposa Eells¹⁵⁰, poden comprendre's amb independència de la noció de disposicions universals o quasi-universals, i, per tant, amb independència d'una funció D , component del model intentat de la *PLT*. L'objecte d'interpretació continua essent les freqüències relatives finites

observables, però ara s'idealitzen els fenòmens rellevants en termes de la funció diàdica D^* , on un conjunt de disposicions estadístiques cas singular per a la producció d'aquell desplegament estadístic forma el rang en el model projectat.

Sigui M_1, M_2, \dots una seqüència de mons futurs legals (de mons cadascun del quals obeeix totes les lleis universals que el món actual M^* obeeix i les seves històries són les mateixes com aquelles de M^* , almenys fins al temps de l'esdeveniment x), les condicions de veritat per a un enunciat ' $P(A/x)=r$ ' han d'acomplir la següent condició: (si i només si):

$$[*] \quad \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\# \{M_i: i < k \text{ i 'Ax' és vertader en } M_i\}}{k} = r$$

(On x és l'esdeveniment singular en qüestió, A és l'atribut rellevant, ' $P(A/x)=r$ ' és l'afirmació que la probabilitat cas singular de produir A en x és igual a r).¹⁵¹

Ara bé, per a l'enunciat probabilista en qüestió, es pot presumir que hi ha una gran quantitat no comptable de mons futurs legals rellevants. Es presenta aleshores la qüestió, abans apareguda amb la *FLH*, del principi de selecció en aquell conjunt no comptable de l'apropiada seqüència comptable, M_1, M_2, \dots , ja que les condicions de veritat per a ' $P(A/x)=r$ ' (amb r en qualsevol valor entre 0 i 1 inclosos) han de donar-se en termes de la seqüència comptable de mons que s'ha de seleccionar de la gran quantitat no comptable de mons rellevants per a l'enunciat probabilista. Com sembla que deuria haver-hi un nombre infinit de mons futurs legals Ax com també una quantitat infinita d'aquests mons $\neg Ax$, a condició que ambdós, Ax i $\neg Ax$, siguin físicament possibles, llavors hi ha alguna seqüència de mons, per a qualsevol valor de r , on es produeix la veritat de ' $P(A/x)=r$ '.

També hi haurà un nombre infinit d'aquestes seqüències (tal nombre infinit es pot obtenir només amb la reordenació, per a cada n finit, dels n primers termes) que en organitzar-les, al seu torn, sota algun ordre, permeten obtenir una seqüència de seqüències de mons futurs legals que donaran la veritat de ' $P(A/x)=r$ ' sota les següents condicions de veritat establertes per Fetzer i Nute¹⁵²:

$$[**] \quad \lim_{m \rightarrow \infty} \frac{\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\# \{M_i^j: i \leq k \text{ i 'Ax' és vertader en } M_i^j\}}{k}}{m} = r$$

Fetzer havia discutit les condicions de veritat establertes per Kyburg per als condicionals causals de caràcter probabilístic sobre el condicionament als 'mons futurs legals', en els quals són vertaders tant els condicionals nomològics com els enunciats històrics vertaders en M^* . Fetzer considera que són condicions necessàries però no suficients per a la veritat dels condicionals

nomològics 'causals' de forma estadística o probabilística, de forma bàsica: $(Kat^l \cdot Tat^l) \supset \text{---}_r O^i at^{l*}$. Així, substitueix els mons futurs legals pels mons p , un món lògicament possible és un món p si p és vertader en aquell món, on p esmenta un específic conjunt de propietats disposicionals (com a tendències causals cas singular) posseïdes per objectes (o esdeveniments) en M^* i pels mateixos objectes en el món lògicament possible en qüestió. La raó principal pel canvi a mons p és, segons Fetzer, establir com a teòricament irrellevant per al condicional nomològic probabilista, ' $p \supset \text{---}_r q$ ', la veritat o falsedat de la vasta majoria de condicionals nomològics no-probabilístics com d'enunciats històrics que són vertaders de M^* , és a dir, les sentències estadístiques no són afectades per la veritat de sentències en mons, excepte les mateixes sentències ' p ' i ' q ' segons la condició perquè el condicional sigui vertader del nostre món M^* exposada damunt i que es llegeix: per a quasi-tota seqüència no decreixent de possibles conjunts finits de mons p se satisfà que, al límit, la proporció del nombre de mons en la seqüència en els quals ' q ' és vertader en el nombre total de mons en la seqüència és igual a r . I després la precisió de "quasi-tota seqüència" significa la satisfacció de la següent condició, damunt expressada, per a la veritat de ' $p \supset \text{---}_r q$ ' en M^* : al límit, la proporció del nombre de seqüències que satisfà la condició anterior en el nombre total de seqüències és igual a l .

Però no es resolc el problema amb aquesta exigència per a permetre la veritat de ' $P(A/x)=r$ ' mitjançant la satisfacció de les condicions de veritat de [$*$] per 'quasi-tota' seqüència de mons futurs legals (o de mons p). Perquè seguim tenint novament plantejada, com al principi, però en un nivell superior, la qüestió del mode de selecció; aquesta vegada de l'apropiada seqüència de seqüències de mons des d'un nombre que es presumeix incontable d'aquestes seqüències. La solució donada per Fetzer i Nute pot ésser invocada un altre cop: sota una seqüència infinita de seqüències infinites de seqüències infinites de mons futurs legals, ' $P(A/x)=r$ ' és vertader si i només si les condicions de veritat esmentades a l'estadi inferior són satisfetes per 'quasi-tota' seqüència de seqüències de mons futurs legals. I de nou emergeix la dificultat comentada.¹⁵³

III.3.- Interpretació propensional de les lleis estadístiques (unificació de la forma legal)

En el cas de les lleis estadístiques, es diu que la predicció no pot mai referir-se a successos individuals, per això l'esquema explicatiu proposat per al cas en què intervé una llei estadística en l'explanans i un resultat individual en l'explanandum no és el d'una connexió lògica, deductiva, entre premisses i conclusió, sinó sols el que reflectirà una relació de suport inductiu. Amb la sostracció d'un esquema deductiu per a l'explicació d'un succés individual des de lleis probabilistes, s'està afirmant que l'assignació probabilista per al cas individual no presenta el tipus de legalitat que desenvolupa un esquema deductiu (això podrà ésser perquè un coneixement insuficient de les condicions inicials impedeix la presència d'una llei de tipus no-estadístic).

Per tant, el sentit diferent de causalitat, respecte a les deterministes (deductives), que diu Hempel que aporten les explicacions estadístiques (de casos individuals), és en el text de Hempel el d'una causalitat vehiculada des del 'suport inductiu' o freqüencial. Com que aquesta relació inductiva no comportava cap mena d'afirmació sobre el substrat probabilista de la realitat, en veritat el cas individual, sota el "sentit diferent de la paraula causalitat" estaria obert a la seva completa explicació si es tingués informació addicional. Aleshores, el que s'estableix a l'explicació estadística seria, més aviat, expectativa sota informació deficitària, causalitat insuficient sobre la que una subjacent explicació *D-N* sempre restituïria la vertadera causa, determinista, en una relació subsumptiva de la llei sobre la realització del resultat particular. El sentit estadístic de 'causa' és el d'una causa insuficient perquè hi ha una causa completa que seria donada per l'explicació deductiva, la qual conté una afirmació determinista sobre la realitat i subjectiva sobre les probabilitats assignades al cas individual des del desenvolupament d'una relació inductiva entre les proposicions que parlen de les condicions inicials i la que esmenta l'efecte esdevingut.

Encara que Hempel no desenvolupi la qüestió de la relació entre el seu esquema d'explicació deductiva i una descripció o explicació de tipus determinista, es pot advertir aquesta relació, per exemple, en assenyalar una distinció entre predicció i explicació com una diferència temporal. Podem dir que el vincle establert en la relació deductiva resulta atemporal en el sentit que permet la retrodicció com també la predicció amb anterioritat a l'experiència; sorgeix el fort suggeriment que el futur, la encara-no-realització, es troba (pre)determinada.

Una incertesa radical afecta la generalitat del coneixement científic i caracteritza les nostres induccions, això inclou les lleis universals no-estadístiques de les explicacions deductives. Havíem esmentat la relació probabilista d'una hipòtesi amb l'evidència. En l'anterior capítol tractàvem de la recerca d'un principi que justifiqui la projecció de l'abastament de les nostres lleis vers els casos futurs on res garanteix amb seguretat que no s'hi produiran excepcions o rebuig a les nostres lleis actuals. Per tant, es pot dir que sempre hi ha un coneixement incomplet de l'evidència que donarà el futur, on la projecció de les nostres hipòtesis podria resultar falsada per esdeveniments nous o per una ampliació de l'àmbit de realitat considerat, on la hipòtesi deixa de resultar amb validesa universal.

Però, segons Hempel, ni els enunciats universals han de mirar-se probabilísticament, ni els enunciats estadístics han de contemplar-se al marge de la legalitat que tenen els enunciats universals. Tots els enunciats empírics, incloses les oracions legals de forma estrictament universal, tenen en últim terme la base d'un conjunt finit, incomplet, d'elements de judici a la nostra disposició, sense que hi pugui haver seguretat de la seva exempció d'excepcions encara no identificades. Per tant, les lleis universals també haurien de qualificar-se d'enunciats probabilístics, que posseeixen "una probabilitat lògica o inductiva més o menys alta"¹⁵⁴ conferida pels elements de judici disponibles que els sustenten. Però, davant això darrer, Hempel adverteix de la distinció entre l'*afirmació* feta per un enunciat donat i els *elements de judici* disponibles per al seu sosteniment, per a l'establiment de la distinció entre enunciats legals de *forma universal* i enunciats legals de *forma probabilista*. Distinció que no té a

veure amb els elements de judici sustentadors, sinó amb el tipus de afirmacions que fan: atribució d'una característica a *tots* (o, altrament, a una *proporció específica*) els membres d'una certa classe. Els elements de judici són limitats per a ambdós tipus d'enunciats, però això no els unifica, ja que es distingeixen perquè mentre que en una llei de forma condicional universal, $(x) (Fx \supset Gx)$, s'afirma una relació entre dues propietats en tots els casos, la corresponent de forma estadística bàsica, $p(G,F) = 1$, la relació s'enuncia per a un gran nombre de casos amb pràctica certitud o alta probabilitat, és a dir, sota una inferència inductiva on l'explanans que conté la llei estadística no implica l'enunciat explanandum amb certesa deductiva¹⁵⁵. I també remarca la legalitat dels enunciats estadístics que, com en el cas dels universals, assenyalen que la possessió d'una propietat es relaciona amb la presència d'altra propietat, no només "en tots els casos que s'han observat fins ara o potser en tots els casos que s'han produït fins ara", sinó també "en tots els casos passats, presents o futurs, observats o no."¹⁵⁶ Així, els enunciats estadístics són legals perquè no atribueixen la propietat en una classe de referència finita, sinó que afirmen modes probabilístics de connexió entre classes potencialment infinites de successos, no són informes descriptius de freqüències observades en una classe finita de casos observats¹⁵⁷.

Com veiem, doncs, els enunciats estadístics són legals, atès que les seves afirmacions no es troben limitades a casos reals, sinó a casos potencials. També, la limitació del conjunt d'elements de judici ho és tant per als estadístics com per als universals. Però, en les explicacions estadístiques de successos particulars, la relació entre l'explanans i l'explanandum és només de suport inductiu, de la mateixa manera que en el cas del suport inductiu que l'evidència dóna a una hipòtesi, mentre que en les explicacions *D-N*, la relació lògica és de certesa deductiva. Ambdós tipus legals d'enunciats es distingeixen per l'atribució que fan d'una propietat a tots els membres d'una classe (observada o no), en les universals, o només a un percentatge, en les estadístiques; d'això la diferent relació lògica que aquests dos tipus d'enunciats legals produeixen entre l'explanans i l'explanandum quan es fan intervenir en l'explanans d'una explicació d'un succés particular.

Per tant, la raó entre el nombre de membres de la classe de referència i el nombre de membres de la classe atribuït és l'informe numèric de què parteix la interpretació freqüencial de les lleis estadístiques. Així mateix, la determinació d'aquesta raó és la que permet establir la diferència entre les lleis universals i les estadístiques. Una determinada generalització és de classe universal si cada membre de la classe de referència és també un membre de la classe atribuït, o és de classe estadística quan no és el cas anterior, sinó que la distribució estadística d'aquell atribuït dins la classe de referència ve indicada per la freqüència relativa. És a dir, els membres d'una particular classe de referència constitueixen una seqüència dins la qual ocorre amb una certa freqüència relativa un esdeveniment d'una certa classe, en l'atribució d'aquesta freqüència consisteix la llei estadística que restarà establerta pel nombre d'aquella raó.

Es pot dir que la seqüència ho és de membres ordenats, ja que almenys com a esdeveniments físics presenten entre ells relacions temporals. També és cert que a la majoria de les lleis estadístiques

en la ciència no apareix el terme 'probabilitat', sinó que pròpiament es parla de 'distribució' o de 'freqüències relatives' dins seqüències físiques esteses temporalment. Llavors, sota aquest tipus d'interpretació, en l'ús del terme 'probabilitat' parlem d'aquesta construïda com a freqüències relatives. Però, aleshores, es té el problema que d'aquesta manera no podem obtenir justificació que doni compte de la distinció entre generalitzacions, les regularitats que anomenen pròpiament lleis, i aquelles altres que són merament accidentals o 'correlacions'.

Per la seva banda, la interpretació propensional, afirma Fetzer, unifica les lleis universals i les lleis estadístiques sota la mateixa forma universal essencial. Ambdós tipus de lleis atribueixen tendències disposicionals a objectes i col·leccions d'objectes. La diferència és a la naturalesa disposicional dels membres de la classe de referència: "a la força de la tendència disposicional posseïda per cada membre de la classe de referència"¹⁵⁸. És la singularització del cas la que permet la unificació de la forma dels dos tipus de llei, ara es tracta que cada membre de la classe de referència posseeix una certa disposició -lògicament contingent; és una qüestió de la força de la propietat posseïda per cadascun dels membres. Al cas de les lleis universals, cada membre de la classe de referència posseeix una certa propietat disposicional que es tracta d'una disposició universal; és a dir, aquestes tendències són de "força universal 'u' per produir un objecte o col·lecció d'objectes que posseeix la propietat P", $(x) Tx \supset (Px \supset_u Ox)$ ¹⁵⁹. Al cas de les lleis estadístiques, cada membre de la classe de referència posseeix una certa propietat disposicional que es tracta d'una disposició estadística; això és, aquelles tendències són de força estadística per produir "un resultat de classe O a cada prova simple de classe T per a cada objecte o col·lecció d'objectes que posseeixen la propietat P", $(x) Tx \supset (Px \supset_p Ox)$ ¹⁶⁰.

Així, ambdós tipus de lleis no es diferencien per la quantitat de membres de la classe de referència ("tots" a les universals i un "percentatge" a les estadístiques) que posseeixen l'atribut rellevant sinó que tant unes com les altres són declaracions de (la mateixa) forma universal a propòsit de la pertinença de la classe de referència a la classe atribut. Apliquem, doncs, la consideració del valor d'una probabilitat com la força d'una disposició a produir un resultat específic en una prova singular d'acord amb l'aproximació propensional del cas singular. Segons aquesta versió propensional les probabilitats són propietats disposicionals d'experiments d'atzar per a produir un o altre entre diferents resultats en cada prova singular, on és després que proves repetides d'experiments d'atzar amb les mateixes propensions produiran (però no ho garanteix) similars freqüències de llarg termini. Aquest és, segons Fetzer, l'apropament més adient a la naturalesa de les lleis estadístiques.

Un criteri propensional de rellevància causal permetria identificar una propietat que és causalment rellevant per a un resultat de classe B en una prova de classe A, si les propensions difereixen ($m \neq n$) pel que es refereix a la seva presència i absència: $(x)(t) [(Axt \cdot Fxt) \supset_m Bxt^*]$ i $(x)(t) [(Axt \cdot \neg Fxt) \supset_n Bxt^*]$.¹⁶¹ Quant a aquest criteri, per tant, una classe de proves és determinada

pel conjunt complet de les propietats rellevants per a la producció d'un resultat d'una prova simple caracteritzada, per la seva banda, com a membre d'aquella apropiada classe de proves.

Pel que fa a la probabilitat inductiva assenyalada per Hempel en el seu model explicatiu, en la nostra discussió sobre l'objectivitat de la probabilitat, la qüestió és tenir un fonament (de tipus realista o que abogaria per una interpretació realista) que ens permeti afirmar que hauria de tenir el mateix valor numèric aquesta probabilitat inductiva que la probabilitat sobre l'ocurrència de l'esdeveniment explanandum. Llavors, afirma Fetzer, aquell fonament és subministrat per la interpretació propensional cas singular.

Es tracta de la identificació dels valors de dues probabilitats, diu Fetzer. D'una banda, "la probabilitat estadística p reflecteix la força de la tendència disposicional per a preparatius experimentals d'un cert tipus per a la producció d'un resultat d'un cert tipus *en una prova singular*,"¹⁶². D'altra banda, la probabilitat r representa el grau de suport que l'explanans dona a l'explanandum, el *grau d'expectativa nòmica* per a una instància individual específica donat per una descripció de les condicions antecedents rellevants i per les regularitats nomològiques corresponents; és a dir, caracteritza "la força d'un explanans relativa al seu explanandum -on l'esdeveniment a explicar és l'ocurrència d'un resultat particular en una prova simple."¹⁶³ Fetzer entén que la probabilitat inductiva r resulta l'anàleg metalingüístic de l'anomenda probabilitat estadística p , ambdues probabilitats són dos diferents punts de vista sobre un mateix contingut. El valor de r no es donat en un enunciat legal, una llei estadística, com la força en el llarg termini (la freqüència límit) amb la qual un enunciat sobre condicions inicials és acompanyat per un enunciat explanandum sobre un esdeveniment resultant, sinó que aquell valor caracteritza el caràcter de la connexió entre uns enunciats on es troba un enunciat legal rellevant juntament amb altres sobre condicions inicials amb el seu respectiu explanandum.

El fonament que el valor p serà igual a r no el proporciona l'enfocament freqüencial. Ara bé, tampoc no el proporciona una teoria *PLT*, afegeix l'autor. Sota les visions de llarg termini "els valors reflecteixen només 'coeficients d'apostes imparcials' assignats per raons pràctiques i de conveniència."¹⁶⁴ En tot cas, després de certes especificacions, Fetzer conclou que la identificació de probabilitats cas singular amb apostes cas singular -si es vol veure d'aquesta manera subjectiva- té una *justificació cas singular* sota la perspectiva cas singular. Però la identificació de probabilitats llarg termini amb les apostes cas singular té una *justificació de llarg termini* sota la perspectiva llarg termini. Llavors resultaria clara l'avantatge d'una interpretació cas singular, l'única capaç de subministrar un fonament arrelat en el cas singular per a identificar p i r .

Fetzer entén que hi ha una diferència clau en el paper del valor numèric de r en la perspectiva cas singular. Constitueix una *estimació* de la freqüència límit en el llarg termini, mitjançant l'aplicació del teorema de Bernoulli es proporciona una força *probabilitat aclaparadora* per a la igualtat amb les freqüències límit dels resultats d'aquell tipus descrits per les sentències que

seran vertaderes en una llarga seqüència de proves. Això significa que aquestes freqüències límit dels resultats en el llarg termini no es troben *garantides lògicament* per les probabilitats. Però també, declara Fetzer, constitueix una designació del grau d'implicació de l'explanandum per l'explanans en qualsevol prova singular, i això amb la força de la *necessitat lògica*. Es tracta de veure sota cada anàlisi, llarg termini i cas singular, com s'entén l'argument explicatiu que exposa que l'esdeveniment té un cert resultat. En relació a una explicació de llei cobridora que sorgeix d'aplicar la interpretació propensional de llarg termini a un cas particular, en la visió de la llei estadística general i enunciat de fets particulars inclosos a l'explanans, es mostra que allò era esperat amb el valor de la freqüència límit *sobre el llarg termini*; aquesta és la raó per la qual el valor freqüencial serà el valor apropiat assignat a r com el 'coeficient d'aposta imparcial' per a un resultat de cert tipus sota condicions d'un tipus específic. Mentre, per la seva banda, la construcció *PCS*, segons Fetzer, estableix el 'coeficient d'aposta imparcial' per a un resultat particular sota condicions del tipus especificat no només sobre el llarg termini sinó també per al cas singular. Perquè en l'anàlisi del cas singular es mostra que el resultat explanandum es esperat *en una prova singular* amb la força disposicional d'un valor numèric determinat, p_n ; és per aquesta raó que l'apropiat valor assignat a r com el 'grau d'expectabilitat nòmica' per a un resultat de cert tipus sota condicions d'un tipus específic és també p_n . Aquestes darreres probabilitats cas singular, com s'ha dit, no *garanteixen lògicament* les freqüències límit dels seus resultats llarg termini, però, mitjançant l'aplicació del teorema de Bernoulli proporcionen una probabilitat aclaparadora per a la igualtat (d'aquelles probabilitats) amb les freqüències límit dels resultats, i, a més a més, estableixen que l'explanandum se segueix de l'explanans en una relació de necessitat lògica -que una teoria *PLT* no proporciona.

III.4.- Adequació de la interpretació propensional de la probabilitat

Eells també ha exposat el comportament de les teories propensionals tocant a l'assoliment dels requisits d'adequació com a teories de la probabilitat. Segons la seva anàlisi, pel que pertoca al tret que anomena 'interpretació/idealització', la *FLH* és superior a la *PLT* i, com que la *PLT* resulta superior a la *PCS*, la *FLH* és superior a totes dues interpretacions propensionals. Contràriament, en 'adequació conceptual' la *PCS* és superior a la *PLT* que és superior a la *FLH*. Però, si perfilem aquests requisits des del problema de la probabilitat de l'esdeveniment particular, les dues interpretacions propensionals són insatisfactòries a propòsit de la 'interpretació/idealització' i la *PCS* és conceptualment superior a la *PLT*.

Quant a la condició de 'interpretació/idealització': La PLT o presenta les mateixes dificultats o acaba essent inferior a la FLH. La PLT presentava serioses dificultats, com en el cas

similar de la *FLH*, pel que fa a la satisfacció de la condició de la interpretació/idealització en resguard a l'encaix de l'expressió 'quasi-universal' que qualifica la força disposicional.

La noció de 'dispositiu experimental' invocada per la *PLT*, i que podria fer-se servir per a caracteritzar la noció de 'disposició', troba també dificultats per a acomodar-s'hi. Per aquesta via encara sembla que la caracterització del dispositiu experimental constitueix, com a qüestió de llei de la natura, una distribució de les condicions inicials; aleshores això permetria establir que una seqüència $R(B)$ és l'extensió màxima B d'un món futur legal $M=\langle U,R \rangle$ quan sobre els seus elements es troben distribuïdes les condicions inicials de la mateixa manera que són distribuïdes com una qüestió de llei actual en la seqüència actual $R^*(B)$. Però aquest principi que governa extensions per a establir la seqüència estesa apropiada no arriba a escapolar-se de la qüestió que la propensió per a aquella distribució és universal o quasi-universal, amb l'aparició del problema que es deriva d'aquestes expressions i que s'intentava evitar per la via de definir la noció de 'dispositiu experimental'. (Per a Eells podria ésser que l'opció hipotètica proposada o àdhuc la investigació empírica siguin la base per a la decisió i justificació sobre el grau d'universalitat d'aquella propensió¹⁶⁵. De fet, aquesta qüestió, traduïda al problema de la falsabilitat dels enunciats probabilitaris, havia estat tractada per Popper a *La lògica de la investigació científica* com veurem en VII.3.)

A l'inrevés, també es pot utilitzar la noció de 'disposició' per a caracteritzar la identitat de l'experiment tipus en ésser definit per la seva possessió de la mateixa disposició. Segons això, la *PLT* permet establir el valor d'una probabilitat $P(A/B)$, perquè en identificar el tipus de disposició que té cada membre d'una seqüència actual $R^*(A/B)$ estableix que la mateixa disposició ha d'ésser posseïda per cada membre de la seqüència admissible per a fixar la probabilitat. Això tindria significatius avantatges formals i interpretatius sobre la teoria *FLH*, perquè amb aquesta caracterització la teoria *PLT* posseeix, afirma Eells¹⁶⁶, allò que mancava a la *FLH*: un principi que regeix l'extensió de seqüències actuals $R^*(B)$ a seqüències virtuals infinites, o hipotètiques, $R(B)$, en extensions màximes B de mons futurs legals.

Malgrat la superioritat conceptual de la interpretació *PLT* sobre la *FLH*, gràcies a la introducció de la noció disposicional, resulta inferior en relació a la interpretació/idealització per la dificultat que té interpretar precisament aquell component addicional, la funció 'D': la disposició no pot ésser compresa mitjançant nocions tradicionals o conegudes del tipus que siguin -i que a més siguin nocions independents de les probabilitats. La seva analogia amb les tradicionals forces newtonianes, i el seu vessant més hipotètic, accentuen la impressió que el tipus rellevant de disposició "quasi"-universal només podria ésser entès en la seva condició conjectural metafísica, com també veurem després.

*Pel que fa a l'aspecte de 'interpretació/idealització', la PLT és superior a la PCS.*¹⁶⁷ La teoria *PLT* és millor que la *PCS* pel que fa a la 'interpretació/idealització' quan considerem la qüestió pròpia d'aquest requisit, que és l'abast en què les freqüències relatives observades assumeixen els trets o components de la idealització del concepte proposat per la teoria interpretativa en qüestió (per tal

com aquestes freqüències són l'eina, en ambdues teories, mitjançant la qual s'aconsegueix satisfer, en el vessant empíric, l'esmentat requisit). En el concepte disposicional de la *PLT* s'entén que la disposició és la disposició per a produir seqüències d'esdeveniments amb una freqüència límit característica de l'atribut rellevant. Aquesta freqüència, per tant, és la manifestació directa de la disposició rellevant, i, per consegüent, quan observem la primera hem d'entendre que estem assistint a l'observació de la segona. En relació a com una teoria *PLT* estableix la connexió entre els seus dos components, disposició i freqüències, segons aquesta teoria, encara que no resulti actualment observable la disposició mateixa, sí que és sempre (o 'quasi-sempre') observable la seva manifestació directa, la freqüència o interpretació física del component disposicional del concepte proposat *PLT*. En canvi, la freqüència seqüencial no és la manifestació directa de la disposició rellevant per al cas singular. En la teoria *PCS* no resulta actualment observable no solament la disposició mateixa, sinó tampoc la manifestació directa de la disposició rellevant, ja que aquí no tenim manifestacions directes de la disposició del cas singular, com sigui que les freqüències no hi tenen aquest status com en la *PLT* on són producte de la mateixa disposició. Segons la teoria *PCS*, les freqüències relatives observades es troben controlades, d'acord amb el teorema de Bernoulli, per la disposició estadística, però aquesta disposició té la seva operació directa en el mateix cas singular, no en el llarg termini on s'exhibeix la freqüència.

Això Milne¹⁶⁸ ho ha qualificat d'una deficiència essencial per a l'informe de la probabilitat física fet per la teoria *PCS*. Es proposa que el teorema de Bernoulli sigui la connexió entre les freqüències i la disposició estadística que opera directament en el cas singular, però la *PCS* no pot oferir una adequada interpretació de la llei dels grans nombres. La propensió del cas singular, es diu, és responsable d'aquella estabilitat freqüencial en llarg termini, però hem de tenir en compte, adverteix Milne, que aquell resultat estadístic, col·lectiu, constitueix *també una probabilitat*; no es tracta d'un enunciat probabilístic sobre una prova particular i concreta, sinó d'una afirmació probabilística sobre totes les seqüències infinites de resultats atribuïts que exhibeixen convergència de freqüències relatives. Es deixa com un tret matemàtic sense interpretar la mesura de probabilitat que conté totes les seqüències infinites de resultats que exhibeixen convergència de freqüències relatives. Encara que la teoria *PCS* intenti dir que es tracta de resultats freqüencials que són expressió d'una distribució propensional present a cada cas singular, i que per tant això darrer constitueix la veritable probabilitat física, Milne adverteix que és difícil veure com aquesta probabilitat pot ésser construïda com una propensió cas singular; és a dir, com pot ésser entesa sota una teoria *PCS* que afirma que només existeixen probabilitats reals de cas singular i que, en conseqüència, ha de negar el caràcter probabilístic dels enunciats on s'afirma que les seqüències convergents tenen una 'alta probabilitat' davant les seqüències divergents, o que 'totes (o quasi-totes)' les seqüències seran convergents, o bé ha d'afirmar que es tracta també de probabilitats cas singular. Però, no obstant això, és tracta d'una genuïna probabilitat o mesura. S'ha d'interpretar aquesta probabilitat -que en la seva condició és física per a una interpretació propensional- i que es tracta d'una *probabilitat d'ordre més alt sobre el camp*

Borel, perquè intervé en una explicació de la convergència de les freqüències relatives en el món físic. Conclou Milne que això desmereix la propensió cas singular com a explicació comprensiva de la probabilitat física; també, en canvi, pot ésser que la teoria *PCS* no pretengui donar compte d'això, llavors es requereix un informe suplementari d'algunes probabilitats físiques -que no són de cas singular.

Superioritat conceptual de les teories propensionals, PLT i PCS, en relació a la FLH. En resguard a l'adequació conceptual, les teories disposicionals es mostren superiors a la *FLH* en diversos aspectes. Per exemple, en la *PLT*, la referència dels esdeveniments singulars a les classes de referència, on són replicades a cada element les condicions físiques rellevants per a l'esdeveniment singular, fan aquesta teoria conceptualment superior a la teoria *FLH*.¹⁶⁹ Fetzer ha assenyalat que la primera, en la seva versió 'cas singular', *PCS*, dóna compte dels patrons freqüencials que succeeixen al curs de la història del món actual en termes de les condicions inicials del sistema, perquè l'ocurrència de les freqüències reals s'explica per les tendències disposicionals que les generen. Aquest tipus d'explicació de caire *mecanicista* no ho proporciona una teoria *FLH* on la base explicativa no és teòrica, sinó empírica i de caràcter teleològic: dóna compte de les freqüències actuals "en termes de la *configuració última del patró*, ja que l'ocurrència de freqüències actuals s'explica per referència a freqüències hipotètiques que les controlen".¹⁷⁰

La PCS és conceptualment superior a la PLT. El concepte cas singular és "més fort"¹⁷¹ que el concepte de llarg termini. Eells entén per 'concepte més fort' aquell que una major part del seu contingut necessitarà d'interpretació en termes dels objectes comuns de la interpretació: les freqüències relatives finites observables. Això vol dir també que el concepte més fort, en el sentit de més idealitzat, és el que representa una idealització més completament interpretada en termes de freqüències relatives disponibles, i, per tant, la seva teoria es troba més compromesa amb les esmentades freqüències. El concepte cas singular integra en un conjunt, més aviat que suma, els dos constituents o parts del concepte de llarg termini: la 'disposició universal o "quasi-universal"' i l'exhibició de caràcter estadístic. Perquè el concepte de 'disposició parcial o estadística' és més gran, o més fort, que el concepte de llarg termini -en comprimir dins el concepte disposicional la manifestació estadística-, també diu Eells que la teoria *PSC* es troba millor situada que la *PLT* a propòsit de la condició de la interpretació/idealització.

Superioritat conceptual de la PCS davant la PLT en relació al cas singular. Si s'estudia com l'apropament *PLT* s'adequa al cas singular, llavors la teoria *PCS* és conceptualment superior a la *PLT* pel que fa a l'atribució de probabilitats a esdeveniments singulars, perquè hi ha dificultats teòriques per a la concepció *PLT* perquè pugui donar bon compte del cas singular, per la raó que ofereix Eells¹⁷²: evidentment, no solament perquè el que es manté al llarg termini no sempre importa en el cas singular, sinó també perquè en la teoria *PLT* no necessita tenir-se en compte el que importa a la teoria *PCS*.

Segons la visió de llarg termini, existeix realment una propietat disposicional $D(M^*,x)$. Se suposa que la possessió d'aquesta propietat per cada membre d'una hipotètica seqüència infinita

d'esdeveniments en un món futur legal garanteix (o "quasi garanteix") que la freqüència relativa límit de A en la seqüència és, diguem-ne, r .

Segons la visió cas singular, hi ha realment una propensió cas singular, $D^*(M^*,x)$, gràcies a la qual x mateix exhibeix l'atribut A . No sempre importa allò que es manté en el llarg termini (un valor determinat de la freqüència relativa límit d'un atribut, això és garantit, en la visió de llarg termini, perquè cada membre de la seqüència posseeix la propietat disposicional).

Així, mentre que en la teoria *PLT* cada membre d'una hipotètica seqüència infinita d'esdeveniments en un món futur legal posseeix $D(M^*,x)$, en la teoria *PCS* els membres difereixen d'un cas a l'altre en la possessió que tenen de propensions cas singular per a exhibir l'atribut A , i també difereixen de la freqüència relativa característica r . Ambdues atribucions semblarien compatibles. Si existeixen, tant $D(M^*,x)$ com les propensions cas singular, llavors en una hipotètica seqüència infinita la possessió de $D(M^*,x)$ per part dels seus membres ha de garantir (o "quasi garantir") que la freqüència relativa límit de A igual a r és només la mitjana (igual a r) de les propensions cas singular per a A en la seqüència. Eells recorda com en la concepció de Popper sembla també possible que en la hipotètica seqüència infinita en un món futur legal, la possessió de $D(M^*,x)$ per cadascun dels seus membres garanteix merament que la mitjana de les propensions cas singular sigui r , perquè encara que configuracions diferents de condicions inicials donarien lloc a diferents propensions cas singular, encara la freqüència límit característica quedaria garantida (o "quasi garantida") per la distribució legal de les configuracions de les condicions inicials conjeturades sobre l'interval deixat obert a elles com una qüestió de llei física i, per tant, en mons futurs legals.

Per tant, conclou Eells, en el llarg termini és significatiu la distribució legal de les configuracions de les condicions inicials, dins un interval. Aquesta distribució garanteix la freqüència límit característica, r , (que és el valor mitjà de les propensions singulars). Però això no té en compte el que té significació per al cas singular: diferents configuracions de condicions inicials que donen origen a diferents propensions del cas singular.

Enlloc de considerar l'adequació al cas singular de l'apropament propensional de llarg termini, també es pot considerar l'acomodament al llarg termini de l'apropament propensionalista del cas singular. El resultat d'això, afirma Eells, fent ressò de la tesi de Fetzer, és que donats els valors de les probabilitats cas singular rellevants, sobre la base dels principis matemàtics (com el teorema de Bernoulli) per a les probabilitats estadístiques, poden fer-se els càlculs de les probabilitats llarg termini per a les diverses combinacions de resultats sobre diferents longituds de proves. Així, la interpretació *PCS* produeix una construcció que és teòricament significant per ambdues, la teoria *PCS* i la *PLT*, de manera que la interpretació *PCS* no sols explica el significat de les seves probabilitats cas singular, sinó que també resolc el problema de les probabilitats de llarg termini.

Pel que fa a l'atribució de probabilitats a esdeveniments singulars sembla que la teoria *PCS* és conceptualment superior a la interpretació *PLT*; almenys fins que el concepte de $D(M^*,x)$ no sigui refinat de tal manera que quedi mostrat a la seva caracterització que la possessió de $D(M^*,x)$ pels

esdeveniments rellevants hauria de garantir no solament la mitjana propensional cas singular per a l'atribut rellevant entre els esdeveniments singulars en qüestió, sinó que a més el concepte ha d'ésser precisat fins que la possessió de $D(M^*,x)$ no sigui feta conceptualment equivalent a la possessió d'una propensió cas singular. (Encara que, potser, ara, afegiríem nosaltres, no sabríem de quina manera es pot atribuir una valor fix de propensió cas singular en cada cas singular com un valor de probabilitat per a tots els casos singulars).

*Insatisfactori enteniment interpretatiu, per via empírica, del concepte propensional del cas singular*¹⁷³. A més dels mons possibles i seqüències de diversos tipus, i d'això amb l'afegiment de D o D^* , altra via per a aconseguir la satisfacció de la interpretació/idealització es pot fer en termes de procediments empírics per provar les hipòtesis de tipus rellevant; si això fos satisfactori permetria obtenir, si més no, una interpretació empírica. Es pot concebre la prova dels enunciats sobre casos singulars per referència a certes freqüències relatives tenint en compte la pertinença de l'esdeveniment singular a un tipus d'esdeveniment que engloba tots aquells esdeveniments singulars que, d'entrada irrepetibles, però caracteritzats per un particular conjunt de condicions que compona així aquella classe de totes les ocurrencies singulars. Es necessitarà, per tant, establir aquell conjunt particular de condicions rellevants.¹⁷⁴

Eells explica que hi ha dificultat (per exemple, pren el cas de la caiguda radioactiva) per a veure un procediment de prova que sigui distintiu de les hipòtesis propensionals per al cas singular; i que, en efecte, l'única evidència per als enunciats propensionals singulars és proporcionada per les freqüències relatives observades, en absència d'un marc teòric ben desenvolupat sobre la relació de l'estructura del nucli amb la seva vida mitjana. Els mètodes empírics de prova de les hipòtesis propensionals cas singular no proporcionen significativitat empírica a la idea que allò que es mesura es tracta d'una propensió individual i no d'una propensió llarg termini. Un exemple d'enunciat propensional de cas singular seria el que afirma que la probabilitat de la caiguda radioactiva d'aquest nucli després de 30 anys és de $1/2$. En el procediment estàndard dels tests empírics de les hipòtesis propensionals s'assumeix que cada nucli en una mostra d'un gran nombre de nuclis del mateix tipus té la mateixa vida mitjana que qualsevol altre.

Eells¹⁷⁵ discuteix les explicacions de Giere segons les quals aquest tipus d'assumpció, en aquest cas la veritat d'altres enunciats propensionals per tal de provar la hipòtesi propensional, no és únic a la ciència i correspon al tipus d'assumpcions que es fan en el càlcul de les forces; i afirma, al contrari, que en el cas de la mesura de les forces, les assumpcions són més febles i de tipus distint que les assumpcions suposades en el procediment estàndard de prova de les hipòtesis propensionals. Els nuclis individuals d'un cert tipus de nucli radioactiu es diferencien perquè realment poden tenir diferents vides mitjanes particulars, presentant-ne considerables variacions. Mitjançant algun procediment habitual es prova extensivament la seva vida mitjana en mostres aleatòries d'aquest tipus de nucli de manera que es mostra que sempre es produeix el mateix resultat, el qual presenta una

distribució estadística d'aquest ventall de vides mitjanes entre els nuclis individuals que és la distribució que s'esperaria si tots ells tinguessin la mateixa vida mitjana.

Però això no constitueix, expressa Eells, l'exposició d'un procediment per a provar hipòtesis propensionals de cas singular que pertanyen als diferents nuclis. Són proves de freqüència relativa les que donen aquells resultats com si tots els nuclis tinguessin la mateixa vida mitjana. Però això no representa un mètode de prova de les diferents vides mitjanes distribuïdes entre els nuclis, que resulta que coincideixen amb els resultats dels tests fets sobre mostres, sota l'assumpció que hi ha una distribució homogènia de les diferents vides mitjanes entre els nuclis del tipus rellevant.

Per tant sembla que aquest apropament mitjançant l'esbós general del mètode de prova de les hipòtesis propensionals cas singular no permet identificar quelcom que pugui distingir entre les interpretacions propensionals cas singular i llarg termini. Ambdues teories fan servir de la mateixa manera les disponibles freqüències relatives finites en les proves de les hipòtesis rellevants. Recordem que la idealització de *PLT* es fa en termes de *D* i en termes de *D** en la *PCS*; aquelles freqüències observables són els objectes de la interpretació en ambdós casos. Donada aquella indistinció, els procediments de prova de les hipòtesis propensionals no faciliten, per via de la interpretació empírica, l'assoliment de la condició de 'interpretació/idealització' per a la *PCS*.

En resum, conceptualment, les teories propensionals, *PLT* i *PCS*, són superiors a la *FLH*. Però, quant a 'interpretació/idealització', la *PLT*, o presenta les mateixes dificultats, o acaba essent inferior a la *FLH*. La *PLT* fa una millor interpretació/idealització que la *PCS* en tant l'objecte d'interpretació, les freqüències relatives observades, s'acoblen al concepte idealitzador de la *PLT* i no al de la *PCS*, perquè en el primer cas es presenten com a observable manifestació directa de la noció teòrica. Més compromès per a la *PCS* que per a la *PLT* resulta que els procediments empírics de prova dels enunciats singulars no permeten identificar els trets singulars de les freqüències que operen en el llarg termini. Però la teoria *PCS* conté un concepte "més fort, gran o idealitzat" que el que té la teoria *PLT*. Per tant, potser es pugui dir que la interpretació *PCS* sembla que és almenys tan dolenta com ho és la *PLT* pel que fa a la interpretació/idealització, encara que és conceptualment superior pel que fa a l'atribució probabilista a l'esdeveniment singular perquè el concepte disposicional de la *PLT* no recull adientment aquest cas.

Segons Eells¹⁷⁶, els dos conceptes constituents del concepte llarg termini, la disposició i la freqüència característica es troben en el concepte cas singular com a un tipus d'unió "orgànica" o "conjunt" d'aquestes dues parts. Així, conté el concepte d'una disposició parcial o estadística, que opera directament en el cas singular, que té una força específica a produir una exhibició estadística en la forma de freqüències relatives característiques. D'acord amb el teorema de Bernoulli controla les freqüències relatives que observem, i.e., les lleis dels grans nombres explicarien la convergència de les freqüències relatives.

P. Milne assegura que en la teoria PCS "la magnitud de la propensió no juga cap paper en la caracterització de la manifestació de la propensió"¹⁷⁷, i Eells també diu que "no hi ha manifestacions directes de la disposició cas singular"¹⁷⁸ perquè el que podem observar realment només són freqüències relatives en seqüències. Aquestes dues afirmacions les podríem entendre conjuntament de la següent manera. En general, des d'una perspectiva freqüencial, es diu que les freqüències són la manifestació i la mesura (o magnitud) de les probabilitats. Si la freqüència és la manifestació i una propensió té una magnitud pròpia en cada cas singular, llavors la magnitud de la propensió i la freqüència o manifestació no es troben correspostes directament, ni tampoc la freqüència com a manifestació és manifestació de la propensió cas singular.

Sobre la visió cas singular podem trobar la següent afirmació de Eells "no observem ni la disposició mateixa ni la manifestació directa de la disposició rellevant"¹⁷⁹, però, en canvi, Milne expressa el següent: "La manifestació d'una de les seves propensions és l'ocurrència de l'esdeveniment -si aquesta ocurrència succeeix."¹⁸⁰ Aquestes dues afirmacions no poden conviure: no pot ésser que no sigui observable la manifestació directa de la disposició i que alhora hi hagi una manifestació que és el resultat observable del qual és responsable la disposició. El resultat ocorregut en un cas singular és el producte d'una disposició present en aquell cas, així per a cadascun dels resultats possibles hi ha en cada cas singular una força disposicional, que té una magnitud, per a la seva realització. Llavors, segons això, i com diu Milne, la manifestació és el propi resultat. Per a comprendre, aleshores, l'afirmació de Eells, hauríem de confrontar això amb les propensions llarg termini, on el valor de la freqüència del resultat, és a dir un resultat estadístic, es correspon directament amb el valor de la força atribuïda a la propensió llarg termini. En aquest sentit, en el cas singular, la producció d'un resultat no es correspon directament amb la força estadística de la propensió, perquè la realització té valor '1'. En efecte, Milne diu que el resultat és la manifestació de la propensió cas singular, però la manifestació presa com el resultat ofereix una valor '1', un valor entre '0' i '1' l'ofereix (en tant mesura que sigui manifestació) la freqüència, i això es dona en el col·lectiu, no en el cas singular, per tant l'enteniment del que diu Eells al costat del que diu Milne ens duria a concloure que Milne estaria dient que la magnitud de la propensió és '1'.

Però Milne no ho diria, perquè ell té cura d'advertir la distinció entre la propensió i la seva magnitud¹⁸¹, i si hi afegim l'afirmació també feta per Milne ("la magnitud de la propensió no juga cap paper en la caracterització de la manifestació de la propensió"), llavors quan diu que la manifestació de la propensió cas singular és el resultat, no estaria dient que la magnitud té el valor de la realització, 1, perquè també en la caracterització d'aquesta manifestació no intervé la magnitud de la propensió. Però aleshores no podem comprendre a Eells quan afirma que en la teoria PCS, a més de no observar la disposició mateixa (com també passa en la teoria *PLT*), tampoc no observem la manifestació directa de la disposició rellevant, quan resulta que si el resultat és la manifestació de la disposició, com diu Milne, llavors la manifestació ha d'ésser observable per força. Eells considera que el resultat donat en la prova singular no és la manifestació, mentre que Milne afirma que sí ho és.

Capítol Quart. Distàncies bàsiques entre les propensions com a tendències causals i el càlcul de probabilitats

IV.1.- Dificultats de les propensions com a tendències causals per a assumir les probabilitats condicionals

Des d'un punt de vista matemàtic, la probabilitat és el càlcul de probabilitat, o sia, el conjunt d'axiomes que defineixen l'anomenat "espai de probabilitat". Fetzer¹ ens recorda en relació al càlcul de probabilitats que les propensions poden satisfer els principis d'addició, suma i multiplicació, però no satisfan la definició de probabilitat condicional (per tant, la probabilitat "inversa" i "directa") de les probabilitats estàndard. La raó d'això és que les hipòtesis propensionals, en ésser una concepció de la probabilitat com a tendència causal, han de posseir una sintaxi distinta d'aquella que comparteix la probabilitat condicional; perquè no pot ésser adequada qualsevol concepció de la probabilitat com a tendència causal que alhora es caracteritzi com una probabilitat condicional.

Aquest resultat, que les propensions no tenen les propietats prescrites per la teoria de la probabilitat, fou establert en un article per Humphreys². Comença cridant la nostra atenció sobre l'acord generalitzat sobre l'estructura correcta del càlcul de probabilitats i de la consegüent consideració de prendre aquesta teoria de la probabilitat com si fos necessàriament vertadera. Aquest notable acord és un resultat d'una trajectòria històrica d'axiomatitzacions (Kolmogorov, Reichenbach, von Mises, el mateix Popper). També aquesta hegemonia de la 'teoria estàndard' és deguda a la seva bona posició filosòfica, ja que presenta afinitats amb la lògica. Importants filòsofs adoptaren la perspectiva segons la qual la teoria (de la probabilitat) és una extensió de la lògica clàssica (Bolzano, Boole, Venn, Lukasiewicz, Reichenbach, Carnap i Popper). Aquesta visió sorgeix no solament del

sustentacle que l'aplicació de la teoria dóna a la consideració que té un status epistemològic afí al de la lògica, sinó també del suport de resultats que mostren que, en alguns casos, l'estructura lògica de l'espai de probabilitat pot ésser derivada dels axiomes de la teoria de la probabilitat. Això indica que la lògica sentencial clàssica és un cas especial de l'estructura imposada sobre les proposicions per la teoria de la probabilitat. En conseqüència, segueix Humphreys, es considera la 'probabilitat' com a terme primitiu que ha d'ésser interpretat mitjançant una definició implícita, i.e., s'ha arribat a la posició que la teoria de la probabilitat té un ús correcte dins la ciència, el qual consisteix en la separada axiomatització d'una teoria purament formal de la probabilitat i en afegir després, a aquests axiomes, els axiomes no probabilístics per a teories científiques específiques. Això comporta una condició d'adequació per a qualsevol interpretació de la teoria, que Humphreys anomena criteri d'admissió, pel qual la interpretació del terme 'probabilitat', almenys dins contextes científics, ha de satisfer un conjunt estàndard d'axiomes de la teoria abstracta de la probabilitat o una variant seva tancada.

Com ja dèiem, en *La lògica de la investigació científica* de 1959 Popper reeditava el seu estudi de la teoria freqüencial de la probabilitat amb l'aparició de noves notes³ que recorden el canvi cap a la teoria propensional explicada en la nova obra *Post Scriptum*. D'acord amb aquesta evolució, Popper proposa que poden acceptar-se diverses interpretacions del càlcul de probabilitats formal (axiomàtic) si es mostra que satisfan aquell sistema formal d'axiomes o postulats, i que és senzillament d'aquesta manera com s'ha d'abordar "la qüestió de les relacions entre les distintes interpretacions de la teoria de la probabilitat"⁴. Les interpretacions freqüencial i propensional són interpretacions *objectives* amb els seus respectius formalismes matemàtics: el càlcul freqüencial i el formalisme neoclàssic (o de teoria de la mesura), respectivament.

Humphreys afirma que no nega el resultat eventualment clarificador sobre les investigacions en la probabilitat que ha tingut el projecte axiomatitzador, però defensa que hem de renunciar al criteri d'admissió com a criteri acceptable per a una interpretació de terme 'probabilitat'; si més no, quan es tracta de la probabilitat en els contextes científics. Per a aquest abandó assenyala que existeixen diverses raons referents a les freqüències relatives límit, als graus de creença i a la teoria quàntica. Però, sobretot, i el fet que ens interessa aquí, perquè el criteri d'admissió -resultat de la perspectiva hegemònica emanada de la teoria estàndard de la probabilitat- fa una demanda irraonable sobre les propensions, com a conseqüència que aquestes propensions no tenen propietats que són establertes per la teoria de la probabilitat. D'acord amb l'informe matemàtic ortodox de les probabilitats, una distribució de probabilitat és una funció d'un argument simple des d'una àlgebra de resultats possibles -l'espai esdeveniment- fins a l'interval tancat $[0,1]$. Les probabilitats condicionals són introduïdes, com a termes definits, per parelles d'elements de l'espai esdeveniment. Com s'ha vist en el capítol anterior, un tret característic de la interpretació propensional de la probabilitat és que els valors numèrics de les probabilitats atribuïts als elements de l'espai esdeveniment depenen de les 'condicions generadores' que donen lloc als possibles resultats; això és un tret interpretatiu, que no es troba reflectit en el càlcul

formal matemàtic. Humphreys ens recorda la asimetricitat de les relacions causals, de la relació causa-efecte. Com que moltes disposicions deterministes són asimètriques (fins i tot encara que certament hi estigui la influència conversa), les propensions, com a classes particulars de disposicions -i encara que en donar-se en graus la situació tingui alguna diferència- haurien de posseir una asimetria temporal similar.⁵ La teoria de la probabilitat no recull això. En identificar les propensions condicionals amb les probabilitats condicionals, calcula des de la probabilitat condicional la probabilitat inversa i dóna, per tant, una resposta incorrecta per a les propensions. Les probabilitats condicionals satisfan la Llei de Bayes en el seu marc purament matemàtic (per a $P(A), P(B) > 0$: $P(A/B) = [P(B/A) \cdot P(A) / P(B)]$), però les propensions condicionals no ho fan.⁶ Des dels axiomes de la teoria estàndard resulta necessari que qualsevol influència en la propensió que sigui present en una direcció també ha d'ésser present en l'altra direcció. En canvi, no pot recollir que aquesta simetria és absent en la major part de les propensions -on el càlcul de la probabilitat inversa des de la probabilitat condicional dóna resultats incorrectes, excepte en casos especials.⁷

Així doncs, "les propietats de les propensions condicionals no són correctament representades per la teoria estàndard de la probabilitat condicional"⁸ i, llavors, com que no sembla que les propensions estiguin aparellades amb les probabilitats 'inverses', hi ha una limitació important en la identificació de les propensions amb les probabilitats: "els intents de formalitzar les tendències causals (probabilistes) mitjançant probabilitats condicionals són, en principi, desafortunats per a tenir èxit."⁹

IV.1.1.- Dificultats per a l'assumpció dels espais de probabilitat

Popper apuntà que el canvi des de la interpretació freqüencial a la propensional correspon a la transició des del càlcul de seqüències de von Mises cap a la teoria de la mesura i la teoria de conjunts que en primer lloc sistematitzà Kolmogorov. Després, aquest estàndard de representació de la probabilitat matemàtica, com una mesura en el sentit usual de la teoria de la mesura, és el marc de referència inevitable en totes les discussions sobre la interpretació de les probabilitats matemàtiques i constitueix el fons matemàtic per a la major part de la teoria de la probabilitat aplicada, e.g., la teoria dels processos estocàstics. Kolmogorov i posteriors teòrics de la probabilitat han tractat sobretot amb espais de probabilitat comptablement additiva.

A més de la consideració ressenyada en l'anterior apartat, Humphreys¹⁰ també recorda els següents fets que indiquen certa implausibilitat de la sintaxis probabilística. Perquè, encara que el material brut de l'estadística, el mitjà per a la connexió essencial entre probabilitats i dades experimentals, siguin les freqüències relatives i que es pugui mostrar que el càlcul de probabilitats és complet referent a les freqüències relatives en mostres finites, resulta que les freqüències relatives límit violen l'axioma d'additivitat comptable. R.N. Giere¹¹ explica que un exemple que mostra l'absència d'additivitat comptable per a les freqüències relatives seria una seqüència infinita d'ocurrències, on cadascuna d'elles pot exhibir només un conjunt d'atributs disjunts, A_1, A_2, \dots , si cada

atribut té freqüència relativa límit *zero*, és a dir, si suposéssim que A_1 apareix només en la primera ocurrència, A_2 només a la segona, etc., llavors, no obstant això, la unió comptable de tots els atributs apareix en cada ocurrència i , així, té freqüència relativa límit *un*. D'aquesta manera, les freqüències relatives límit no poden en general representar les mesures de probabilitat comptablement additiva assumides en la majoria de les aplicacions corrents de la teoria de la probabilitat. També assenyala Humphreys que, a menys que siguin afegides constriccions addicionals, no són camps-sigma els espais de probabilitat de les freqüències relatives límit. Giere indica que àdhuc no formen un camp les classes que tenen freqüències relatives, a diferència dels conjunts que tenen assignades mesures en l'actual teoria matemàtica estàndard; les freqüències relatives són finitament additives només sota l'assumpció que existeixin totes les freqüències que hi tinguin a veure, perquè la unió de les classes A i B pot no tenir una freqüència relativa límit única, àdhuc encara que existeixi la freqüència relativa límit d'ambdues classes. Segons alguns informes, observa Humphreys, l'additivitat comptable tampoc no pot ésser requerida per als graus racionals de creença. (I tampoc no s'hauria d'oblidar que hi ha certa discussió sobre la plausibilitat de la teoria tradicional de la probabilitat com a informe correcte de la teoria quàntica).¹²

En la seva teoria estàndard de mesura, Kolmogorov havia indicat que encara que $P(A)=0$, A encara pot ocórrer en unes sèries suficientment llargues de proves, i.e., que la impossibilitat de l'esdeveniment A no és implicada per $P(A)=0$. Llavors, les mesures *zero* no són assignables únicament a les impossibilitats físiques, encara que sigui correcte mesurar les impossibilitats físiques per l'assignació de mesures zero:

"Per a un esdeveniment impossible (un conjunt buit) correspon, d'acord amb els nostres axiomes, la probabilitat $P(\emptyset)=0$, però la inversa no és vertadera: $P(A)=0$ no implica la impossibilitat de A . Quan $P(A)=0$, des del principi (*b*) [i.e., *El Principi del Cas Singular*] tot el que podem afirmar és que quan les condicions z són realitzades, l'esdeveniment A és pràcticament impossible. En absolut afirmem, tot i així, que l'esdeveniment A no ocorrerà en una sèrie suficientment llarga de proves. D'altra banda, hom pot deduir des del principi (*a*) [i.e., *El Principi del Curt Terminí*] merament que quan $P(A)=0$ i n és molt llarg, la raó m/n serà molt petita (podria, per exemple, ésser igual a $1/n$).¹³

Giere parla de la 'paradoxa de Skyrms'. En el llibre *Causal Necessity* de Skyrms (1980) es pot llegir:

"No hi ha res més probable que quelcom improbable succeirà, però és impossible que succeeixi quelcom impossible. Tots els intents de fer servir la llei dels grans nombres en la defensa de la tesi que la probabilitat és la freqüència relativa s'esmunyen des de la improbabilitat a la impossibilitat amb un decisiu propòsit convenientment triat."¹⁴

Aquesta situació prové, recorda Skyrms, de la mateixa enunciació que per al llançament d'un nombre m de monedes, cadascuna tirada independentment de les altres un nombre suficientment gran n de vegades, la llei dels grans nombres afirma per a cada moneda o seqüència una alta improbabilitat per a l'alta divergència de la freqüència relativa (del resultat 'cara', per exemple) de $1/2$. Però aquesta afirmació de la llei no implica l'alta improbabilitat que alguna moneda-sequència tingui una

freqüència relativa del resultat apreciablement divergent de $1/2$. Pel contrari, si es pren una superseqüència o conjunt compost d'aquelles seqüències-moneda considerada cadascuna, amb les seves corresponents n tirades, com una "prova o superprova", essent m un nombre suficientment gran de proves que constitueixen la superseqüència, sí que se segueix de la llei que es tindrà una alta probabilitat que una freqüència relativa del resultat "seqüències-monedes «Tot Cares»" en la superseqüència sigui al voltant de $1/2^n$, i.e., hi ha una probabilitat de $1/2^n$ per a la producció d'una moneda-seqüència on tots els resultats siguin cares, amb aquella alta probabilitat, *a fortiori* almenys una seqüència tindrà tots els resultats cara.

Tampoc no resulta en una solució, explica Skyrms, l'extensió a freqüències relatives límit en una seqüència infinita de proves. Aleshores, hi ha una probabilitat "infinitesimal" que la freqüència relativa límit no sigui $1/2$, i.e., per a la divergència entre la probabilitat i la freqüència relativa; però llavors s'ha d'adoptar el principi que la probabilitat infinitesimal implica impossibilitat. Ara bé, la llei dels grans nombres significa una probabilitat infinitesimal no només per a les seqüències on el resultat cara té el valor 1, sinó també per a qualsevol altra seqüència amb un valor definit per al resultat en qüestió.

"Però la moneda ha de fer alguna cosa! No hi ha res més probable que allò improbable succeirà, però és impossible que quelcom impossible succeeixi. La probabilitat petita, àdhuc la probabilitat infinitesimalment petita, no significa impossibilitat."¹⁵

Atès que la igualtat entre probabilitat i freqüència vol dir impossibilitat de la probabilitat infinitament petita, però també la probabilitat infinitesimal no pot significar impossibilitat, no pot seguir-se de l'afirmació de probabilitat infinitament petita per a la divergència per a cada seqüència que hi ha una probabilitat infinitament petita perquè alguna seqüència en algun lloc tingui la divergència.

Giere¹⁶ recorda que les teories físiques corrents per a sistemes estocàstics ens suggereixen que hi ha esdeveniments físicament possibles als quals s'hauria d'assignar les probabilitats de mesura zero. Això xoca amb el desideràtum filosòfic d'identificar probabilitats físiques amb propensions i que la propensió zero correspon a la impossibilitat física. Com que els realistes prenen els informes despresos d'aquestes teories com la millor pintura representativa del món real i, continua Giere, atès que l'adopció del realisme¹⁷ científic ha estat la perspectiva més adient per a adscriure propensions als processos físics, cal, davant el dilema esmentat, que es clarifiqui, modifiqui, o potser es rebutgi algun d'aquests compromisos. Per a Giere tot aquest problema roman com una qüestió oberta. Ell, al final del seu escrit, i sense decidir-se sobre això d'una manera clara, sembla partidari de no identificar les propensions de mesura unitat amb les necessitats físiques:

"Si considerem el temps com a continu, el que sembla ésser la pràctica científica estàndard, llavors, segons la nostra teoria estàndard de mesura, cada instant de temps té probabilitat zero d'ésser el temps de desintegració. Però si l'àtom es desintegra alguna vegada, llavors almenys un instant temporal és físicament possible. Així, hem de renunciar a la identificació de necessitat física amb propensió unitat -almenys per a sistemes amb conjunts de resultats no numerables."¹⁸

Les distribucions contínues, així sovint emprades en estadística, són una font disponible d'aquests esdeveniments que poden tenir probabilitats zero i encara no ésser impossibles. Però l'exemple preferit pels autors per a la il·lustració d'aquesta qüestió ha estat el de l'enorme espai esdevenimental constituït per un tauler de diana i dards extremadament fins en relació a cada punt de la diana. L'espai d'esdeveniments possibles és constituït pel conjunt infinit de punts de la diana. Abans de llançar un dard, cadascun d'aquests punts tindrà una propensió zero per a rebre l'impacte, diríem que és físicament impossible que ocorri qualsevol resultat determinat. Però un o altre punt tindrà propensió unitat per a ésser el punt d'impacte, i.e., que és físicament necessari que ocorri algun resultat determinat. En conseqüència surt la paradoxa que és físicament necessari que ocorri algun resultat físicament impossible.

En realitat, aquesta qüestió afecta el cor de la naturalesa de la consideració propensional de la probabilitat com a tendència causal, perquè resulta que tindríem esdeveniments que succeeixen però amb propensió zero, és a dir, sense aparentment cap tendència causal que apunti la seva ocurrència. Fetzer¹⁹ no considera que aquest problema hagi de comportar l'abandonament de les propensions. Que teories físiques recents suggereixin que s'han d'assignar probabilitats zero a alguns resultats físicament possibles ens ha d'obligar només a prescindir de la identificació de propensions zero i la impossibilitat física.

IV.2.- Els enfocaments davant aquests problemes

Pel que fa a l'absència d'additivitat comptable per a les freqüències relatives, d'una banda, Giere²⁰ reconeix que l'ampli ús de les mesures de probabilitat comptablement additiva en estudis de fenòmens físics probabilístics demanda, amb forta necessitat, una fructífera interpretació de les probabilitats ontològiques. D'altra banda, recorda la llarga argumentació contra l'additivitat comptable de de Finetti, destacat proponent de la interpretació subjectiva de les probabilitats epistemològiques. Si, per exemple, es poden trobar raons persuasives per a rebutjar l'additivitat comptable, no caldria considerar aquelles deficiències com a fatals.

En quant al treball de Humphreys i el seu rebuig a l'adequació a l'axiomatització probabilista, Salmon²¹, per la seva banda, puntualitza que l'advertiment de Humphreys ens obliga -quan apliquem el càlcul de probabilitat- a recordar que algunes probabilitats (però no totes) poden construir-se raonablement com a propensions. Diu que això ens condueix a rebutjar la pretensió que les propensions constitueixen una interpretació adient del càlcul de probabilitats (encara que la noció propensional constituïria una bona base per a construir una *teoria probabilista de la causació*²²).

Quan Milne²³ recorda que l'informe de Humphreys mostrava que la formalització de les propensions com a condicionals condueix a interpretacions estranyes o absurdes de les probabilitats inverses, en conseqüència ell afegeix que les teories propensionalistes no poden mantenir-se com a interpretacions de l'informe matemàtic ortodox de les probabilitats.²⁴ Popper havia dit que la seva

proposta propensional "correspon a la transició des de la teoria freqüencial a l'enfocament de la teoria de la mesura."²⁵ Però com que la distinció entre la teoria de la mesura i la teoria de la probabilitat es troba en la definició de la probabilitat condicional (segons Kolmogorov), per tant, considera Milne, és irònic que, essent l'objectiu de les teories propensionalistes proporcionar la interpretació de la teoria de la probabilitat, s'arribi al resultat que no es pot fer un tractament adient de les probabilitats condicionals en les *interpretacions realistes del cas singular*.²⁶

Popper manifestava en *La lògica* el seu rebuig d'aquella interpretació objectiva que implica la idea metafísica d'una estructura indeterminista (o determinista) del món. Perquè en aquest tipus d'interpretacions es fan afirmacions sobre la constitució real del món, a la qual es conformen les lleis que ens permeten deduir prediccions que contrastem; per tant, i d'acord amb aquestes temptatives interpretatives, l'èxit d'aquestes prediccions s'explica per la consecució d'aquella conformitat. Si els nostres enunciats probabilístics prediuen amb èxit, interpretem, d'acord amb aquest objectivisme, que això és degut a la seva adequació a una Natura "indeterminada".

"Rebutjo, no gensmenys, tota interpretació dels enunciats probabilístics formalment singulars -o prediccions indefinides- que els converteixi en enunciats sobre una *situació objectiva* distinta de la situació estadística: em refereixo a l'opinió segons la qual un enunciat sobre la probabilitat $1/6$ en tirar un dau no és una pura confessió que no sabem res definit (teoria subjectiva), sinó més aviat una asserció sobre el fet que el seu resultat és, alhora, determinat i indeterminat, que és quelcom encara en suspens."²⁷

En la nova edició revisada de *La lògica* una nota a peu de pàgina matisa aquest rebuig en afirmar les coses següents: (a) cap objecció es planteja a l'opinió que un esdeveniment pugui estar en suspens, (b) es creu que una teoria de les propensions dels esdeveniments és la millor forma d'interpretar la teoria de la probabilitat; precisament aquesta teoria participa de l'opinió de la '*suspensió*' d'un esdeveniment. Però, tot seguit: (c) una objecció a que una teoria de les propensions hagi d'ésser la manera d'interpretar la teoria de la probabilitat. En conclusió: "considero la interpretació de propensions com una conjectura sobre l'estructura del món."²⁸

Per tant, hi ha en Popper una evolució des del despit vers una tesi objectiva de l'atzar -però sostinguda en la idea metafísica que "els esdeveniments són, o no són, determinats en si mateixos"²⁹- fins aquesta mateixa teoria metafísica "que ara -en el meu *Post Scriptum*- recomano encaridament, ja que em sembla que obre noves perspectives, suggereix solucions a certes serioses dificultats, i pot ésser que sigui vertadera"³⁰.

Popper admet que sempre reconegué, fins i tot quan escrivia la seva *Lògica*, el seu estudi freqüencial de la probabilitat, la subyacència de creences metafísiques. L'evolució consisteix que ara admet que es pot parlar sobre hipòtesis metafísiques rivals, ja que podem decidir sobre elles mitjançant la discussió racional. A més a més, també diu que, a més que el realisme de *La lògica* era una posició racionalment criticable i argüible, com es proposà mostrar en el *Post Scriptum*, també calia advertir que també ho era qualsevol posició metafísica, encara que no fos contrastable:

"no havia despertat al fet que cal argumentar racionalment contra certes doctrines metafísiques, i criticar-les -malgrat que no es poden refutar-."³¹

"...les teories metafísiques poden ésser susceptibles de crítica i argumentació, perquè poden ésser intents de resoldre *problemes* -problemes oberts potser a solucions més o menys bones."³²

De totes maneres, ara el problema per a les propensions encara seria si aconsegueixen amb allò que Popper o qualsevol altre pot entendre per una 'metafísica racional'. No sols perquè autors no allistats en aquesta perspectiva critiquin precisament els aspectes metafísics -i el seu caire- als quals s'aboca aquesta interpretació de la probabilitat. També, en un article publicat en el 1976 en defensa de la teoria propensional Giere no pot evitar d'admetre aquesta deficiència:

"L'objecció principal a la interpretació propensional no ha d'ésser que és massa vaga o vàcua, sinó que resulta massa extravagant metafísicament. No sols afirma que hi ha possibilitats físiques a la natura, sinó, a més a més, que la mateixa natura conté tendències innates cap aquelles possibilitats, tendències que tenen l'estructura lògica de les probabilitats. Així, la disputa bàsica entre els advocats d'una interpretació freqüencial relativa real i els advocats d'una interpretació propensional cas singular no és una qüestió d'epistemologia, sinó de metafísica."³³

El resultat de Humphreys deixava clar que les propensions com a probabilitats causals no poden ésser recollides pel càlcul de probabilitat. Això al mateix temps suposa, com assenyala Salmon, que no podem definir la 'probabilitat' en termes de propensions. Però, això també seria dir que no totes les probabilitats són causals de la mateixa manera com ho són les propensions. A més a més, hi ha àmbits típics d'aplicació de les probabilitats i que no semblen adients per a les propensions, segons ho admet un autor decididament propensionalista com Fetzer. Així, e.g., "els jocs d'atzar poden ésser entesos en termes dels axiomes elementals de la teoria de la probabilitat"³⁴, i el mateix Fetzer, en conseqüència, no considera que les propensions siguin adients per als jocs d'atzar sinó que ho són les freqüències (com veurem en el següent capítol). (Ens interessa principalment els àmbits *físics* d'aplicació, com la mecànica estadística clàssica que es considera en la mateixa situació que els jocs d'atzar).

Per la seva banda, Popper admet el contingut metafísic d'una interpretació propensional de la probabilitat. Contingut metafísic vol dir que es fan assercions sobre l'estructura real del món. Ell recorda el seu intent de mostrar que l'indeterminisme, el realisme i l'objectivisme són tres teories metafísiques compatibles per mitjà d'un model en el qual "nosaltres conjecturem *la realitat de les disposicions* (com potencials o camps) i *especialment de propensions*."³⁵ Per això mateix, la interpretació propensional ha d'utilitzar-se sense oblidar el seu status: és una conjectura, i en aquesta condició és la millor interpretació de la probabilitat que tenim.

"Però no estic tractant de proposar significats universalment satisfactoris per a les paraules 'probable' i 'probabilitat' ni tan sols una interpretació del càlcul formal aplicable universalment. Tracto de proposar una interpretació del càlcul de probabilitats que no sigui *ad hoc* i que resolgui alguns dels problemes de la *interpretació de la teoria quàntica*."³⁶

Però, com sigui que és una conjectura i que hi ha també altres interpretacions amb els seus propis formalismes, el seu ús correcte consistiria, segons el Popper de *La lògica* encara, en la seva inserció en la tasca de l'establiment de les relacions lògiques entre les distintes interpretacions de la teoria de la probabilitat. En el *Post Scriptum* ja remarca en diversos llocs que assumeix plenament el seu caràcter metafísic ("el que proposo és una nova hipòtesi física (o potser una hipòtesi metafísica)")³⁷, com correspon a un programa d'investigació ("per a la física, (...) i que, a més, sembla oferir possibilitats per a una unificació de les ciències física i biològica")³⁸ que resulti d'alguna concepció general sobre l'estructura del món i sobre la situació dels problemes en cosmologia física. També assenyala que les idees metafísiques incontrastables, que determinen els problemes explicatius i les respostes acceptables, dominen a totes les fases del desenvolupament de la ciència.³⁹ Abans de la publicació del *Post Scriptum* de Popper, Giere ja insistia, com accent de la proposta popperiana, del seu fort caràcter d'especulació metafísica directament vinculada a continguts dels darrers desenvolupaments científics:

"Metafísicament parlant, llavors, què són les propensions físiques? Són pesos sobre estats finals físicament possibles de proves estocàstiques -pesos que generen una distribució de probabilitat sobre conjunts d'estats. (...) Però, precisament, no és la tasca d'una interpretació propensional explicar què són aquests pesos? No, perquè això no pot ésser fet. Estem davant una nova categoria metafísica. Penso que aquest és el punt que Popper estava intentant suggerir, que la interpretació propensional és realment una nova hipòtesi física -una pretensió que presa literalment és lògicament incoherent."⁴⁰

Però aquesta naturalesa metafísica no ha d'ésser, segons Popper, considerada de cap manera com una deficiència, sinó que, en primer lloc, té un valor racional en una demarcació dins la metafísica enfront de sistemes metafísics sense aquest valor,⁴¹ per tal com pot ésser criticada i que espera que ho sigui,⁴² perquè llavors potser considerada com a temptativament veritable⁴³. També perquè aquest valor metafísic es troba en peu d'igualtat amb una interpretació que no considerés les partícules com a propensions, sinó "potser com a regions de l'espai que estan, temporalment, completament "plenes" de quelcom i que són indivisibles", i que també, al capdavant, constitueix només una altra concepció metafísica rival que hauria d'ésser abandonada i substituïda per la propensional:

"...per la concepció que les propensions són reals; que són descrites per equacions de camps; que les partícules poden ésser produïdes per propensions i que, almenys fins a un cert punt, les partícules *són* propensions; de manera que són, en aquest aspecte si més no, el que la teoria física ens diu -el que possiblement pot dir-nos-en."⁴⁴

En altre àmbit de coses, com el corresponent a l'acompliment satisfactori del requisit anomenat 'interpretació/idealització' abans tractat (II.1.), i exposades les dificultats per a la satisfacció d'aquesta condició per part de les teories objectivistes i en particular de les propensionalistes, també se suggereix, com fa Eells, que bona part de la naturalesa d'aquestes teories és que constitueix una "nova hipòtesi física o metafísica". Per això la dificultat que el concepte proposat arribi a ésser explicable, definible, en termes de nocions conegudes, o d'assolir la seva comprensió genuïnament independent de

trets de la noció probabilista. El complex caràcter de les atribucions propensionals queda exposat en la semàntica de la propensió del cas singular; on acaben per intervenir seqüències infinites de seqüències infinites que, ara bé, no aconsegueixen veure's com una definitiva expressió de la propensió singular. Aquesta perspectiva, que les propensions han d'ésser enteses com a entitats corresponents a una suposada "nova categoria metafísica", permetria, aleshores, a les teories propensionalistes justificar d'alguna manera la seva evasió de l'assoliment del requisit de 'interpretació/idealització' per a satisfer-lo d'una manera molt més feble que l'exigida. Romandria per a discussió, comenta Eells, l'acceptació d'una identificació del concepte propensional duta a terme amb aquestes concessions. Es tractaria, més aviat, d'aconseguir una certa interpretació/idealització mitjançant una acceptable adequació conceptual.

"on els objectes d'interpretació són, aleshores, coses com: explicacions teòricament adequades d'esdeveniments individuals, regularitats físiques, lleis causals, els mateixos objectes i esdeveniments, etc. (com és implícitament suggerit per Fetzer, 1981, pp. 295-96). Així, si aquestes coses poden ésser *identificades* (amb això vull significar compreses completament) abans d'una comprensió de les propensions, i si una teoria propensional de la probabilitat pot caracteritzar un rol que un cert concepte (això és, el concepte propensional) jugui en aquestes coses, s'haurà, per tant, establert quelcom com "principis pont" que connectin el concepte teòric de propensió amb les coses independentment identificables esmentades damunt, per tant, també es dona una definició implícita o parcial del concepte teòric."⁴⁵

Tot plegat, el problema esmentat, que la propensió es caracteritza per una asimetria peculiar, i aleshores les propensions no poden tenir les propietats de l'axioma multiplicatiu ni del teorema de Bayes i que, en conseqüència, no poden ésser interpretades directament com a probabilitats, és una qüestió que pot tenir respostes diverses. Hem exposat la descripció del problema feta per la tesi de Humphreys: hem de concedir que una interpretació de la probabilitat no hagi de donar compte del càlcul estàndard de la probabilitat, aquest càlcul s'hauria de rebutjar com a teoria correcta de l'atzar. També una resposta seria desatendre el problema i afirmar que no hi ha una necessitat estricta que les propensions satisfacin el teorema de Bayes, perquè les propensions generen freqüències i el càlcul freqüencial sí que satisfà aquell teorema. També hem dit que Salmon, per la seva banda, ens recomana que hem d'acceptar probabilitats que no són propensions. Sens dubte tenim òbvies evidències de la recomanació de Salmon: hi ha aplicacions de la probabilitat que ni tan sols corresponen a probabilitats objectives, sinó que de vegades usem les probabilitats com a autèntiques probabilitats subjectives, en problemes de decisió entre creences parcials rivals. A més a més, hi ha aplicacions de la probabilitat en àmbits físics, on en principi semblaria que es pot optar per afirmar l'objectivitat de la probabilitat, però on resultaria que, en veritat, no corresponen a propensions, com admeten propensionalistes rellevants com Fetzer. Mentre, Popper havia sostingut el seu èmfasi en les propensions en l'afirmació que la virtut d'aquesta interpretació resideix en la potència de la idea metafísica que conté, per tant en la seva força conjectural: les afirmacions que sobre l'estructura del món fa la teoria propensional són millors que les conseqüències en aquest sentit que es derivarien d'unes altres interpretacions. Si bé no es tracta d'afirmar que sigui la millor interpretació del càlcul formal de probabilitats, diu Popper, sí que

"és la millor interpretació que jo conec *per a l'aplicació del càlcul de probabilitats a cert tipus de 'experiment repetible' en física*".⁴⁶

Llavors, mentre s'està parlant d'una interpretació propensional de la probabilitat, envoltada de la dimensió d'aquest problema que tractem, és fa necessari aturar-s'hi i plantejar-se la sospita següent: que el que fa la interpretació propensional de la probabilitat, en el fons i per dir-ho d'aquesta manera, és invertir l'ordre de les paraules. Sembla que aquesta interpretació propensional proporciona un enfocament de l'aparell matemàtic de la probabilitat centrat en la insistència de la contemplació d'aquest càlcul com una eina que usem davant d'elements constitucionals de la realitat del món. Evidentment que aquest aparell matemàtic serveix per a altres "coses", com és el cas quan parlem de 'probabilitats subjectives'. Però sembla que des d'una *interpretació propensional* de la probabilitat d'allò que veritablement es tracta és d'una *interpretació probabilística de la propensió*. Mitjançant aquest concepte propensional *conjecturem* sobre la constitució del món, com pretenia Popper. Aquesta conjectura propensional vol dir que (encara que pugui servir per a diversos àmbits, cosa que pot donar lloc a dues interpretacions antagòniques, objectiva i subjectiva) el càlcul de probabilitats és l'instrument matemàtic que assenyalaria, en el seu ús en certes teories de la ciència física, un aspecte primordial d'una situació física, una naturalesa aleatòria, indeterminista, que presenten els sistemes físics considerats per aquelles teories físiques.

Segons un autor que ha presentat objeccions a la interpretació propensional, Milne⁴⁷, la probabilitat és prou ubiqua (demografia, estadística actuarial, psicologia, genètica, mecànica estadística i teoria quàntica) com perquè es pugui pensar que es tracta d'un terme teòric, i que és en aquest context teòric on adquireix el rol que li dóna, si més no, part del seu significat en funció, aleshores, de la teoria en qüestió. Aquest autor entén que l'ús que fem de la probabilitat no subministra cap fonament per a la visió "que la probabilitat és un terme teòric de qualsevol de les ciències; no fem servir diferents concepcions de les probabilitats: "en cadascuna d'aquelles disciplines -amb la possible excepció de l'última- les probabilitats obeeixen els mateixos axiomes i són provades emprant les mateixes tècniques estadístiques".

D'altra banda, P. Suppes⁴⁸ és de l'opinió que no hi haurà un informe tècnic general i precís de la propensió. Raona aquest escepticisme assenyalant tant la seva diferència amb altres conceptes generals presents a les teories científiques, com indicant la dificultat teòrica que presenten les propietats físiques del món en general per la seva naturalesa plural, com també per la comprensió del seu status com a semblant amb el d'un concepte metacientífic com el de causa. Hi ha moltes subdisciplines diferents en la física, i cadascuna tracta d'una manera profunda amb propietats particulars d'una classe de fenòmens. No hi pot haver, en conseqüència, una explicació profunda alhora que general de les propietats físiques del món; de la mateixa manera no hi ha cap subministrament acceptable d'aquest tipus d'informe, afirma Suppes, per a un concepte com el de disposició o com aquell de tendència. Per això, Suppes proposa un "pluralisme del concepte de

propensió" i rebutja una perspectiva general d'aquest concepte que pugui donar-se alhora que reculli amb eficàcia i coherència totes les seves formes:

"El que hi haurà serà un pluralista desplegament de molts informes de les propensions per a moltes situacions físiques diferents. No és més factible donar un informe detallat i general de les propensions que donar una teoria física detallada de les propietats."⁴⁹

A diferència d'altres conceptes generals que es presenten en les teories científiques, el concepte de propensió no es pot presentar, diu Suppes, d'una manera teòrica, només pot fer-se servir en descripcions informals dels experiments. Segons això, Suppes manté que l'enfocament de la propensió s'ha de fer veient el seu status com aquell del concepte de causa. També, a diferència de altres conceptes generals, el concepte de causa no es presenta gairebé mai en les teories científiques -dins la seva formulació es tracta amb conceptes i propietats més específiques-, sinó que correspon a la parla informal que volteja la teoria i sovint a les descripcions informals dels experiments o dels procediments observacionals. Això explica el pluralisme proposat que dóna lloc al seu escepticisme.

"[*el fet d'aquest pluralisme*] em fa escèptic sobre qualsevol teoria unificada de la propensió, de la mateixa manera que penso que no podem tenir una teoria simple, unificada i satisfactòria del tot del concepte general de causa. Podem tenir, per exemple, una bona teoria general de la causalitat probabilística, però no pas una teoria detallada de la causalitat que pretengui reflectir amb precisió els matisos rellevants dels fenòmens causals en diverses parts de la ciència."⁵⁰

A més a més, el suggeriment de Suppes sembla un afebliment de la perspectiva propensional que potser comenci a anunciar la seva invalidesa radical. (Maria Carla Galavotti⁵¹ critica l'informe propensional de Suppes perquè segons ella aquest informe no conserva cap tret vinculat als fonaments de qualsevol enfocament propensional). Però Suppes adverteix que de cap manera el seu propòsit és desafiar el concepte propensional en la seva utilitat, de la mateixa forma que no és admissible que hom se senti autoritzat per a anul·lar la importància científica del concepte de causa perquè el terme no formi part explícita de l'establiment d'una teoria. L'apropament a les teories científiques ens mostra que hi ha molts diferents tipus diferents de coses que són causes; i el terme 'causa' té la seva utilitat, hem de suposar que diria Suppes, per a referir-se al fet general estructural que unifica conceptualment aquestes diverses presències. També, moltes classes de coses diferents són propensions. El terme 'propensió' és, en les pròpies paraules de Suppes, una manera de parlar de fenòmens causals disposicionals.

IV.3.- Caracterització causal de la propensió

Convé examinar una mica més a prop quin és el comportament de les propensions com a tendències causals. Primer de tot hem d'insistir com el problema de les probabilitats condicionals es troba connectat amb la naturalesa causal de la propensió i com aquesta qüestió afecta l'atribució d'aquesta naturalesa a les propensions. Milne⁵² assenyala que les propensions hereten la asimetria de causa i efecte perquè s'usa el terme propensió per a denotar tendència causal. Humphreys mostra que

han d'ésser abandonats els usuals axiomes de la probabilitat quan, sota l'enteniment de les propensions com a tendències causals, les tendències causals condicionals han d'ésser formalitzades com a probabilitats condicionals. Milne⁵³ recorda que les relacions causals s'obtenen entre esdeveniments⁵⁴ i que les proves són esdeveniments. Una prova és l'esdeveniment que té tendències causals per a produir altres esdeveniments, els resultats possibles. Com que la tendència causal es dóna entre esdeveniments -un que produeix l'altre, el resultat- llavors la mesura de probabilitats sobre els resultats és la mesura de la força de la tendència causal. Però els diferents resultats no tenen tendència causal per a produir-se els uns als altres.

Una caracterització tòpica de la propensió com a tendència causal és la que feu Giere. En principi, Giere vol que les disposicions de força estadística I , que diria Fetzer, quedin assimilades a les de força universal u . Explora les relacions entre propensions i necessitats. Les primeres són enteses com a "tendències inherents del sistema per a assolir els diversos estats finals possibles."⁵⁵ I aquestes propensions, com les corresponents necessitats causals, s'assumeix que funcionen sobre proves individuals del sistema. Giere pren en consideració la discussió filosòfica sobre la naturalesa de les lleis científiques, o de la causalitat centrada en les condicions de veritat per a enunciats que afirmen l'assignació d'un "causa" A a un efecte X , $L(A) \in x$. Assumirà que aquests enunciats poden ésser veritaders del món ocorrin o no les proves; significant $L(A) \in x$ que les proves individuals amb *input* A han de dirigir-se amb necessitat física a l'esdeveniment *output* X . Llavors, S és un sistema de transició simple, finit, *determinista* si i només si té un conjunt finit d'estats $I=\{A_i\}$ inicials possibles, un conjunt finit $O=\{O_i\}$ d'estats finals possibles, i hi ha una funció L des de I fins a O . Aquesta funció assigna un únic estat final a cada possible estat inicial. Una àlgebra del conjunt O inclou totes les unions i complements dels subconjunts de O , inclòs O mateix. 'Esdeveniments' és el nom dels elements d'aquesta àlgebra $F=\{X_i\}$.⁵⁶

Això permet definir la 'necessitat del sistema', $Nec(x)$, per a un sistema determinista: (SND) $Nec(x) =_{Df.} (A)[L(A) \in x]$. Per a cada *input*, les lleis del sistema projecten l'esdeveniment *output* x . El conjunt d'estats inicials possibles és en el conjunt de mons possibles on una prova singular pren lloc; i hi ha un i només un esdeveniment necessari, i.e. l'esdeveniment corresponent al conjunt sencer de resultats, O . Aquesta noció de necessitat física s'aplica de manera incondicional a esdeveniments *output* del sistema, sense referència a un estat inicial particular. És un sistema *estocàstic* de transició simple, finit, si i només si, a més de $I=\{A_i\}$ i de $O=\{O_i\}$, també hi ha per a cada estat inicial una distribució de probabilitat, $P_A(x)$, sobre els esdeveniments composts de subconjunts del conjunt O . Queda definida la noció de necessitat del sistema per a un sistema estocàstic: (SNE) $Nec(x) =_{Df.} (A)Pr_A(x)=1$.⁵⁷ Per a comprendre el significat que un esdeveniment sigui un estat final físicament possible del sistema, cal definir la noció de 'possibilitat del sistema' per a un sistema determinista. Això vol dir informalment que un esdeveniment és un resultat possible d'una prova del sistema si hi ha

un món possible on sigui l'esdeveniment resultat. En un sistema determinista, un esdeveniment *output* possible és físicament necessari relatiu a algun *input*.

" $Pr_A(x)=r$ simbolitza la propensió d'algun sistema en estat inicial a assolir un estat final sobre alguna prova particular, o conjunt de proves."⁵⁸ La definició 'necessitat del sistema' per als sistemes estocàstics en termes de propensió unitat parteix de la intuïció bàsica que una propensió hauria de correspondre a la necessitat causal. En les definicions estàndard d'espais de probabilitat finita, l'únic esdeveniment necessari és l'espai mostra sencer; amb això correspon que en el sistema estocàstic l'únic esdeveniment que és sistema necessari és el conjunt sencer de possibles resultats, i.e., O mateix, i.e., la necessitat del sistema no hi correspon simplement a una propensió unitat, sinó a la propensió unitat en tots els mons possibles. La caracterització informal de la noció de possibilitat del sistema per a sistemes estocàstics finits és que correspon a propensió positiva en algun món possible. En un sistema estocàstic, cap esdeveniment *output* elemental ha de tenir propensió unitat en relació a algun *input*, només ha de tenir-hi propensió positiva.

Aleshores, com veiem, resulta desitjable identificar necessitat estocàstica (propensió unitat), en general, amb necessitat física, i impossibilitat estocàstica, i.e., propensió zero, amb impossibilitat física. Per tant, en principi, l'esdeveniment necessari físicament és el conjunt finit sencer de resultats o espai mostra, que en el sistema estocàstic tindrà assignada la propensió unitat.

Sapire⁵⁹ comenta sobre Giere que la noció 'tendència causal' que adopta es troba vinculada a la de sistema estocàstic. Però, com que aquesta tendència causal és de naturalesa essencialment probabilista, aquesta noció de sistema estocàstic no és suficientment primitiva perquè, en canvi, la tendència causal no es vincula amb els sistemes que denomina *caòtics*, els indeterministes no-estocàstics. L'enfocament de Giere pateix de l'absència d'una comprensió de les propensions amb independència de les nocions probabilistes que se suposa que les propensions han de dilucidar. En aquest informe, $P(E)=r$ significa que la força de la propensió del sistema per a produir el resultat E en alguna prova L és r . El sistema es defineix com a estocàstic: un sistema amb un conjunt d'estats inicials possibles, un conjunt de resultats o estats finals possibles, on cada estat inicial determina una distribució de probabilitat sobre el conjunt d'estats finals possibles. Però la comprensió de les propensions fent servir aquesta noció resulta circular, ja que un sistema estocàstic és definit en termes probabilistes.

Després d'advertir aquesta inadequació de la interpretació propensional de la probabilitat perquè la noció interpretativa no emprava nocions independents de la noció per interpretar, es pot ara tractar la resolució que pren Giere quan entén en el sistema estocàstic que l'esdeveniment físicament necessari és el conjunt finit sencer de resultats o espai mostra, conjunt que té assignada la propensió unitat, i llavors la necessitat estocàstica (propensió unitat) és identificada amb necessitat física, i impossibilitat estocàstica (propensió zero) amb impossibilitat física. Fetzer⁶⁰ interpreta que la principal motivació d'aquesta maniobra de Giere consisteix en mantenir un paral·lel amb les anomenades

'probabilitats inductives' on els esquemes bayesians permeten l'assignació d'una probabilitat (inductiva) I a una hipòtesi només si la hipòtesi és una proposició lògicament necessària.

La tesi de Fetzer⁶¹ adverteix que mesures *zero* i *un* de probabilitat han d'ésser lògicament compatibles amb nombres arbitràriament grans d'excepcions (ja que la força de les propensions cas singular s'exhibeix mitjançant freqüències relatives); relacions freqüencials teòricament indispensables per a expressar les conseqüències completes de la naturalesa '*seria*' del cas singular. La veritat de ' $p \supset \neg q$ ' ha de permetre que ' q ' podria ésser fals fins i tot encara que ' p ' fos vertader, i.e., que ' $p \supset \neg q$ ' (i ' $p \supset q$ ') siguin falsos; i la veritat de ' $p \supset \neg_0 q$ ' ha de permetre que ' q ' podria ésser vertader fins i tot encara que ' p ' fos vertader, i.e., que ' $p \supset \neg_0 q$ ' (i ' $p \supset q$ ') siguin també falsos. S'ha de distingir, per una banda, entre la *necessitat física*, el condicional de *força universal* (' $p \supset \neg_0 q$ ') i els enunciats que afirmen *probabilitat 1* (' $p \supset \neg_1 q$ '); i, d'altra banda, entre la *impossibilitat física* (' $p \supset \neg_0 q$ ') i la *probabilitat 0* (' $p \supset \neg_0 q$ '). Fetzer diu que, totes dues, les condicions (iii) i (iv) de la seva teoria de models per al càlcul causal probabilístic resulten bastant essencials per a permetre de fer aquella distinció, però que s'ha de dubtar de l'adequació de la concepció que Giere recomana perquè viola aquelles condicions.⁶²

Contràriament, per a Sapire s'ha de permetre que *propensions infinitament petites* no siguin equivalents a *propensions zero* alhora que la propensió zero d'un succés impliqui la impossibilitat d'aquest succés. En el seu apropament, $P(A)=0$ implica que A és l'esdeveniment impossible i les propensions *zero* es troben diferenciades de les propensions infinitament petites. Ell admet que la probabilitat d'algun resultat experimental pugui prendre el valor *zero* com a *qüestió matemàtica* que, no obstant això, no pot ennuvoliar la nostra visió del cas que es presenta com una *qüestió física*, com sigui que tal probabilitat *zero* té significat només quan les probabilitats estan aplicades a experiments idealitzats. Amb una idealització que contingui assumpcions empíriques com, per exemple la continuïtat de l'espai, del temps i de la matèria hi pot haver una probabilitat exactament 0 . Però aquestes idealitzacions, segons Sapire, o estan fora de joc d'una forma palesa o, sinó, només poden consistir en assumpcions empíriques qüestionables. Si teories científiques contemporànies tenen en compte, com assenyalen Giere i Fetzer, probabilitats de mesura zero per a esdeveniments físicament possibles, per la seva banda, Sapire pren la decisió pràctica de descartar aquests resultats per correspondre a casos on les probabilitats s'apliquen a experiments idealitzats on adquireix significat l'aspecte matemàtic de la propensió zero d'un succés, $P(A)=0$. Però un concepte físic d'experiments no tan idealitzats admet que es pugui operar de forma que l'espai d'esdeveniments del típic tauler de la diana -el conjunt de resultats possibles d'aquest experiment que és l'espai dels llocs d'aterratge que constitueixen la diana- se subdivideixi en àrees prou grans -en lloc de per punts matemàtics idealitzats- amb la conseqüència que ja no hi ha propensions de força zero que equivalguin a les propensions de força infinitament petites que sí que existeixen.⁶³ Per tant, sota la raonabilitat de l'adopció de la hipòtesi que cap resultat d'un *experiment* (el que ell anomenarà una '*causa general*') té de fet

probabilitat zero (parlar de l'existència de propensions de força zero és com si parlessin de fer el mesurament d'un bastó de longitud zero)⁶⁴, aquesta *propensió zero* ha de quedar restringida només al conjunt \emptyset , el *succés impossible* o *resultat nul*, quan l'ocurrència d'una causa general (o experiment) no produeix cap efecte. Llavors la probabilitat d'una causa és zero només quan no es produeix el seu efecte, $P(A)=0$ només si $A=\emptyset$ -perquè $P(\emptyset)=0$ -, on \emptyset no és un conjunt de propensions especials, és l'únic conjunt que no té propensions; la impossibilitat causal, l'ocurrència d'una causa no produint cap efecte, s'identifica amb la propensió zero. I que una causa no té cap propensió per a produir cap efecte no vol dir que té una propensió però que és de força zero. A més, la propensió unitat i la necessitat causal es troben identificades de manera que $P(A)=1$ només si $A=\mathbf{E}$ -perquè $P(\mathbf{E})=1$ -, el valor extrem '1' només correspon al cas de l'esdeveniment necessari: la probabilitat d'una causa té el valor '1' quan la causa produeix el seu efecte; i.e., la necessitat causal d'una ocurrència d'una causa produint un efecte és identificada amb la propensió unitat. En el cas finit (nombre finit de resultats i de les corresponents propensions) cap propensió (o conjunt de propensions) té forces de 1 o 0. Per convenció s'assumeix que la força productiva global d'una causa general C o experiment té el valor $s(PR(C)) = u = 1$, essent $PR(C)$ el conjunt sencer de propensions en una situació de tipus S. Tot això coincideix amb l'opinió que havia manifestat Popper:

"La causació* no és sinó un cas especial de propensió: el cas en què la propensió és 1, una força o demanda *determinant* de realització."⁶⁵[*L'autor es refereix a la causació clàssica o determinista]

"La propensió 1 representa el cas especial d'una força clàssica en acció: d'una força quan produeix un efecte. Que una força sigui menor que 1 pot representar l'existència de forces en conflicte, que empenten en direccions oposades però no produeixen ni controlen cap procés real. Quan les possibilitats són discretes i no contínues, dites forces fomenten distintes possibilitats, no podent existir aleshores com a resultant una possibilitat pactada. Les propensions zero no són propensions, senzillament, de la mateixa manera que el nombre zero significa 'ningú'. (Si després de dir a un autor que he llegit cert nombre dels seus llibres he d'admetre que el nombre és zero, llavors li estava enganyant: no he llegit cap llibre seu. De la mateixa manera, una propensió zero significa cap propensió.) Per exemple, la propensió d'obtenir el número 14 en la pròxima tirada amb els dos daus normals és zero: no existeix dita possibilitat i, per tant, no hi ha cap propensió."⁶⁶

Encara que Giere identificava *necessitat física* amb propensió unitat i *impossibilitat física* amb *propensió zero*, com ho fa Sapire, i que Fetzer no dóna suport a aquesta identificació, Sapire entén que les propostes de Giere i Fetzer pateixen d'un error fonamental en la seva caracterització de la causalitat i en el lloc causal de la propensió; això repercuteix en la qüestió esmentada, però també acabarà tenint incidència en la qüestió de la probabilitat condicional. La teoria de Fetzer, també com la de Giere, identifica causalitat determinista i indeterminista; la causalitat probabilista i la no-probabilista no es troben distingides des d'un concepte més primitiu que aquests tots dos. Fetzer no realitzaria una anàlisi suficient de les nocions causals que es troben a la base de la seva teoria. La relació 'C causa E' és, com a noció primitiva, la tendència causal de quelcom a produir quelcom. Una mateixa noció, la de tendència causal, pot ésser o bé de força (probabilística) estadística, o bé de força universal. En aquest desdoblament de la noció bàsica, la confusió entre causalitat probabilista i no-

probabilista es torna en la distinció entre propensions de força de 0 a 1 i les de 'força universal' u , on totes dues són propensions. Aquesta distinció duu a no diferenciar entre propensions *infinitament petites* i *propensions zero*.

Hi ha hagut diverses maneres d'entendre la conceptualització del par determinisme/indeterminisme sota la noció de causalitat. Per exemple, Bunge⁶⁷. La indeterminació correspon a la irregularitat, il·legalitat o arbitrarietat; en particular, no hi ha causes. El determinisme general, o més ampli, és un concepte filosòfic de la determinació. El principi de determinació ("tot és determinat segons lleis per alguna altra cosa; les condicions externes tant com les internes), un supòsit filosòfic de la ciència, és la fusió dels principis de legalitat i de productivitat. El primer diu que hi ha lleis, que en la seva versió més forta o universal afirma que tot fet particular és legal, és el lloc d'un conjunt de lleis, que és determinat segons lleis com a formes immanents dels fets. La condició de legalitat, o condicionalitat regular, vol dir que la mera condicionalitat no és suficient per a la determinació. El segon principi -que Bunge també anomena 'principi genètic'- enuncia que "res surt del no-res ni es converteix en res"⁶⁸. Bunge explica que es poden distingir diverses categories de determinació o tipus de producció legal. Entre d'ells: la determinació causal, la mecànica, la estadística, la teleològica,.. Els jocs d'atzar, diu, no és un fenomen indeterminista, sinó que correspon a la determinació que empra lleis estadístiques. La determinació anomenada "causal", o simplement 'causació', és, doncs, una categoria particular del determinisme general que es caracteritza per contenir una 'connexió constant i necessària'⁶⁹. El 'causalisme' és la doctrina que afirma que aquest tipus de determinació causal no és tal tipus, sinó que constitueix l'única categoria de la determinació, que són sinònims, que té una validesa il·limitada. L'autor també afegirà que entre els diversos tipus de determinació es donen relacions. Però encara l'interès que provoca parlar d'una determinació teleològica, o d'una dialèctica, i dels dominis ontològics on predominen els diversos tipus i que cap d'ells es dona d'una manera pura, no es veu com aquestes formes de relacions sota la classificació adoptada segons els criteris de Bunge poden d'una manera clarificadora abordar la nostra qüestió: el tipus de connexió o de separació entre les tendències causals universals i les probabilístiques, amb els problemes que envolten aquest assumpte.

Com ara veurem, la proposta de Sapire considera el que anomena 'causa' (*general o indeterminista*)⁷⁰ com a noció primitiva que es pot classificar en '*no-estructurada*' (on les forces de la propensió no són estables) i en '*estructurada*'; aquesta darrera permet caracteritzar la '*probabilista*' i la '*determinista*' com a cas especial. (Si n'hi poden haver, o no, inestructurades -o 'no-probabilistes' i, també, 'no-deterministes'- es deixa de banda, però es deixa oberta aquesta possibilitat). Així doncs, per a Sapire la indistinció entre propensions infinitament petites i propensions zero prové de la distinció entre propensions de força de 0 a 1 i propensions de força universal ' u ' generada per la confusió entre causalitat probabilista i causalitat no-probabilista. Per a Fetzer, una mateixa noció bàsica, la tendència causal, es desdobla en o bé tendència causal de força estadística o bé en tendència de força universal. Això comporta, adverteix Sapire, que la força estadística 1 no és equivalent a força universal ' u '; alhora, per provenir ambdues d'una mateixa noció bàsica desdoblada, no es distingeix la

general (finita) amb el conjunt d'efectes \mathbf{E} en S i $E \in \mathbf{E}$. D'aquesta manera, la *teoria tradicional* es considerada com el cas especial de la *teoria general (finita)*, el cas on el conjunt d'efectes té un únic membre $\mathbf{E} = \{E\}$ en S . I C és una *causa tradicional* amb l'efecte E en S si i només si C és una *causa general (finita)* amb el conjunt d'efectes $\mathbf{E} = \{E\}$ en S .

D'això se segueix que la teoria tradicional és el cas especial (determinista) de la teoria general (finita) on el conjunt \mathbf{E} té un únic membre, un únic efecte E . Per tant, una definició de causa determinista ha de recollir que tot concepte tradicional de causalitat comparteix aquest aspecte més general. Una *causa tradicional* o *determinista*, C , amb l'efecte (total) E en S compleix les condicions següents: (i) 'El Principi de Productivitat': $P(C, S, E)$; (ii) 'El Principi Mínim'; (iii) 'El Principi Màxim': el conjunt dels efectes possibles (totals), $\mathbf{E} = \{E | P(C, S, E)\}$, té com a màxim un membre; és a dir, les causes no produeixen efectes (totals) de més d'un tipus, diu Sapire, per tant un únic efecte es troba associat a la mateixa causa. La *causa general* C en S té una propensió general a produir E_i (del conjunt d'efectes \mathbf{E}), pr_i , que és la tendència o disposició d'una ocurrència c de tipus C en una situació S per a produir un efecte de tipus E_i . Per tant, a continuació Sapire defineix una *causa general finita estructurada* (amb el conjunt d'efectes \mathbf{E} en S) sota les condicions següents: (i) Hi ha un nombre real no negatiu, $s(pr_i)$, per a cadascuna de les seves propensions, pr_i , el qual dóna la seva "força". Aquesta força és, per a totes elles, objectiva i estable; (ii) Hi ha una funció $s(x)$ que és additiva, estimada real, no negativa en el conjunt de propensions de C en S , $PR(C)$. Per tant, les forces d'aquestes propensions tenen la propietat de l'additivitat: la força de la propensió de C en S per a produir E_i o $E_j = s(pr_i) + s(pr_j)$, per a tota pr_i i pr_j en $PR(C)$ amb $i \neq j$. Òbviament, la funció $s(x)$ sobre $PR(C)$ pot ésser estesa a cobrir qualsevol subconjunt A de $PR(C)$: $s(A)$ que serà una mesura de la propensió dels C per a produir algun dels seus efectes mútuament exclusius capturats per A , $s(A) = \text{SUMA } s(pr_i)$, per a pr_i en A . $s(PR(C))$ és la força productiva global de C que s'adopta que és la necessitat causal: $s(PR(C)) = u$. En efecte, comenta Sapire, el valor de $s(PR(C))$ depèn de l'elecció d'una unitat o escala; adoptem que el seu valor és 1 . Excepte que la propensió que constitueix la necessitat causal sigui indivisible (cas determinista o tradicional), la propensió unitat i la necessitat causal són la mateixa cosa. I una *propensió general és estructurada* quan és una propensió d'una causa general estructurada. La propensió singular, pr , de la *causa tradicional* C per a produir E en S té some força estable constant $s(pr) = u$ (u és el mateix per a totes les causes tradicionals, totes les causes tradicionals són igualment eficaces); és a dir, les *causes tradicionals són estructurades*.

Les nocions probabilistes són introduïdes ara per a construir una *teoria general probabilista de la causalitat* en combinar les nocions probabilistes amb els conceptes previs. En aquesta teoria es defineix una *causalitat general probabilista* i una *causa general probabilista* que és una causa *tradicional* -quan el conjunt d'efectes $\mathbf{E} = \{E\}$, un cas límit de la causació general estructurada, quan la necessitat causal, $s(PR(C)) = u = 1$, resulta indivisible-, essent, per consegüent, la *causa tradicional* o *determinista* un cas especial de la *causalitat general probabilista*; i aquesta última, al seu torn, és una

cas especial de la *causalitat indeterminista o general*, val a dir, que l'altre cas serà aquell d'una causalitat indeterminista o general, de manera que els fenòmens probabilistes formen una subclasse pròpia dels fenòmens d'atzar. Llavors cal considerar la noció d'un *experiment* com un procediment, procés, repetible, o condició $\$$ amb la qual hi ha associat l'*espai mostral* (els seus membres són els punts mostrals, i *els esdeveniments en l'espai mostral* són subconjunts de l'espai mostra). Aquest espai mostra associat amb l'experiment és el conjunt de tots els resultats possibles de tipus $\&$, un i només un dels quals sorgeix en una repetició, prova o ocurrència de l'experiment. Sigui $\$$ un experiment amb l'espai mostral finit $\&$. Llavors $\&$, el conjunt de resultats possibles, és un *espai clàssic de probabilitat* si i només si associat amb cada esdeveniment A en $\&$ hi ha un nombre $P(A)$ anomenat 'la probabilitat de A ' (que té certes propietats⁷¹). Que hi hagi una funció donada objectivament $P(A)$ sobre els esdeveniments de \mathbf{E} on aquest conjunt d'efectes és un espai de probabilitat és el requisit perquè una *causa general finita* (amb \mathbf{E} en S) sigui *probabilista*. La inexistència objectiva d'una funció donada $P(A)$ sobre els esdeveniments de \mathbf{E} tal que \mathbf{E} sigui un espai de probabilitat és la condició que defineix que una *causa general (finita) C* sigui qualificada de *no-probabilista* (amb el conjunt d'efectes \mathbf{E} en S).⁷²

Les idees específicament probabilistes eren absents en la definició del conjunt $PR(C)$ d'una causa general estructurada. Però, ara les anteriors propietats fan explícit que $PR(C)$ té de fet l'estructura d'un *espai de probabilitat* quan C és estructurada. Per últim, una *causa general estructurada* és una *causa general probabilista*. Una *causa general probabilista* és una *causa tradicional (determinista)* quan el conjunt d'efectes $\mathbf{E}=\{E\}$. Com que les causes tradicionals eren estructurades, les *causes tradicionals* són *causes generals probabilistes*.

Com s'ha vist es tractava d'aconseguir nocions causals que siguin d'allò més primitives -per això la noció mínima de *productivitat causal* abans presentada- fins a arribar a distingir entre causalitat (general) no probabilista i probabilista, les quals són subclasses pròpies dels fenòmens d'atzar -de la causalitat indeterminista o general-. D'aquesta manera, les propensions generals ja no són essencialment probabilistes. I llavors s'arriba a distingir (el que no farien ni Fetzer ni Giere) entre *propensions probabilistes* (o *estructurades*) -dins les quals s'inclou la propensió de la idealització causal determinista- i *propensions no-probabilistes* (o *no-estructurades*); les primeres es caracteritzen per l'estabilitat de la seva força i les segones per la inestabilitat.

La descripció de la gènesi en Popper de l'assumpció de "treure fora"⁷³ de l'espai mostral els efectes als quals se les assigna probabilitat zero, assumpció que segueix també Sapire, podem contemplar-la en una línia d'arribada al concepte propensional que es troba en una de les preocupacions originals de Popper sobre la probabilitat.

Popper recorda que Bernoulli i Poisson consideraven que existia una pont lògico-matemàtic des de supòsits no estadístics a conclusions estadístiques (sintètiques, sobre freqüències de successos) representat en les seves derivacions de les vàries formes de la llei dels grans nombres. Aquesta creença

consisteix en l'error d'interpretar com a afirmacions fetes sobre l'ocurrència de fets ("quasi-sempre ocorre") els enunciats sobre la certesa o coneixement en aquells fets ("quasi-segur", "quasi-conegut", "es creu amb fermesa"). Però no podem obtenir una conclusió estadística de premisses no-estadístiques sobre graus de creença, que expressen incertesa, com assenyalaren von Mises i el mateix Popper.⁷⁴ No és vàlid el pont⁷⁵ (la llei dels grans nombres, o llei forta dels grans nombres) des de la teoria subjectiva a freqüències objectives. Aquelles lleis no poden derivar-se en la teoria subjectiva perquè aquesta interpretació subjectiva contradiu la suposició d'independència en la qual es basa la derivació d'aquelles lleis.⁷⁶ Les conclusions estadístiques poden deduir-se de premisses estadístiques o d'altres premisses probabilistes, no estadístiques. En aquest darrer cas la "deducció" és la quasi-deducció des d'aquelles premisses, la qual necessita de la interpretació de les probabilitats o mitjanes 0 i 1 com "quasi-mai" o "quasi-sempre".⁷⁷ Popper assegura que l'objecció de von Mises⁷⁸ contra la interpretació clàssica pot superar-se fàcilment si els enunciats de probabilitat -com a enunciats sobre freqüències en successions virtuals (finites) d'experiments ben caracteritzats- són entesos com a enunciats sobre alguna mesura d'una propietat (una propietat física, comparable a la simetria o la asimetria) de tot preparatiu experimental repetible (que és una mesura d'una freqüència virtual), i els enunciats estadístics corresponents -com a enunciats sobre freqüències en successions reals (finites) de l'experiment- són entesos com a enunciats sobre la freqüència real corresponent. És a dir, en els enunciats de probabilitat els 'pesos' atribuïts a les possibilitats són mesures d'aquelles freqüències virtuals (conjecturals), i són contrastades mitjançant freqüències estadístiques reals. Aleshores el 'pes' significa, segons Popper, una mesura de la propensió o tendència (la mesura de la qual és la freqüència relativa (virtual) en una successió (virtual i virtualment infinita) de repeticions de l'experiment) per a la producció d'un resultat en repetir-se l'experiment.⁷⁹

Per a Popper, el nostre problema estadístic (explicar l'estabilitat estadística del resultat) es resolc mitjançant una teoria probabilista. Un supòsit probabilista, però no estadístic, sobre les condicions inicials ocultes: té la probabilitat o mesura zero el conjunt de les condicions inicials que no formen un col·lectiu fortuït. El supòsit o premissa probabilista explica el supòsit o conclusió estadística sobre freqüències virtuals que suposa un teoria purament estadística. El primer supòsit és una afirmació de summa improbabilitat, que hauria de tenir una mesura o una probabilitat zero l'ocurrència de qualsevol altra seqüència que no sigui la (del supòsit merament estadístic que explica el caràcter aleatoriforme de les seqüències suposant el mateix caràcter a la seqüència de les condicions inicials ocultes) d'un col·lectiu aleatori que constitueix (la seqüència de) les condicions inicials. Això significa, en primer lloc, la suposició de la validesa d'una teoria de mesura no-estadística de la probabilitat per a la distribució de les nostres condicions inicials, i també la interpretació física, propensional, d'aquesta teoria de la probabilitat o de la mesura, és a dir, la interpretació de la mesura zero com una propensió zero.⁸⁰

Milne⁸¹ ha recordat que les generalitzacions causals estan enllaçades a generalitzacions nomològiques i distingides de les generalitzacions accidentals. Llavors, la vinculació estreta de la probabilitat a la causalitat planteja la qüestió que hi ha probabilitats ordenades nòmicament i generalitzacions estadístiques accidentals; en conseqüència, les probabilitats, com a tendències causals, han de distingir-se en el seu si d'acord amb això, i.e., només les probabilitats legals són tendències causals, o bé cal apostar per una consideració de la probabilitat on totes les probabilitats són tendències causals. Si les lleis probabilistes, continua Milne, són lògicament prèvies a les tendències causals (el que significaria que els condicionals causals sostenen contrafàctics; si el sustentacle dels contrafàctics és el segell de la no accidentalitat, cap de les propensions són accidentals) llavors totes les probabilitats són tendències causals. Milne acaba proposant el rebuig de les teories probabilistes de la causalitat; aquestes teories suposen que l'estructura causal del món és fundada en les lleis de la natura, i, d'acord amb això, les lleis probabilistes són lògicament prèvies a les tendències causals, de manera que la comprensió de la probabilitat precedeix la comprensió de la causació i totes les probabilitats són tendències causals.

Sens dubte, com proposa Milne, no totes les probabilitats són tendències causals. Hi ha probabilitats emprades en altres dominis que la causació, com graus de confirmació d'hipòtesis o com graus de creença racional. També hi ha enunciats de tipus probabilístic que concerneixen al domini de la causalitat més directament pel seu defecte: generalitzacions estadístiques, meres correlacions o enunciats freqüencials que no apunten una relació causal, sinó que indiquen la seva absència o desconeixement. En l'informe propensional se sol afirmar que les propensions són tendències causals. En el plantejament de Sapiro la causació és la propensió⁸², i aquest concepte ha de considerar-se previ al de probabilitat. Per tant, es pot dir, les lleis de la natura, deterministes o probabilistes, són fundades en l'estructura causal (indeterminista) del món. I els enunciats probabilístics seran legals si poden ésser referits a tendències causals, com a propensions. Tot això, en l'informe de Sapiro, no impedeix que es pugui parlar d'una teoria probabilista de la causalitat, però només en el mateix sentit quan abans anunciàvem que, més que una interpretació propensional de la probabilitat, es tracta més aviat d'una interpretació probabilista de la propensió; volent dir amb això que quan s'interpreten propensionalment les probabilitats, d'allò que es tracta és -mitjançant probabilitats- d'interpretar la realitat anunciada o entrevista per la hipòtesi metafísica (i física) de la propensió, que és una noció que apunta les estructures causals en el món. Això no obliga a dir que totes les probabilitats són propensions, ni que les propensions hagin necessàriament d'encaixar en totes les característiques del càlcul probabilista, ja que la noció de propensió no és constreta a la de probabilitat. La teoria probabilista de la causalitat (o interpretació probabilista de la propensió) no exhaureix la causalitat o propensió que l'antecedeix, només és una subclasse pròpia de la causalitat indeterminista en l'informe de Sapiro. Les generalitzacions legals continuen essent causals. I l'existència de probabilitats no-causals, i per això no-legals, és a dir, sense propensions involucrades, només indica que la probabilitat és una manera d'apropar-se a la causalitat, a la realitat propensional, però no és la propensió. Per això, no hi pot haver

cap interpretació propensional de la probabilitat en el sentit usualment requerit; perquè, des de la nostra perspectiva, la propensió no pot reduir-se a la probabilitat, i la hipòtesi propensional no pot realitzar un encaix perfect com a interpretació adequada del càlcul probabilístic. Es poden utilitzar probabilitats per a entendre les propensions, com per a entendre altres coses on no hi ha propensions, però les propensions no tenen l'obligació d'interpretar la probabilitat. L'objecció òbvia és que mentre la probabilitat resulta un concepte presentat en un càlcul, les propensions són una hipòtesi. Llavors la seva plausibilitat es troba en la seva raó d'ésser per a suggerir propostes a certes qüestions que inevitablement es plantegen amb l'aplicació del càlcul de probabilitats a certs contextes, que es plantegen perquè la probabilitat per si sola no hi pot respondre. Encara romandria quins graus d'encaix i de satisfacció conceptual, tanmateix, han de requerir-se.

IV.3.1.- Les probabilitats condicionals

Per a explicar la dificultat de la interpretació propensional davant les probabilitats condicionals, Milne⁸³ recorda que el fet que totes les probabilitats reals del cas singular siguin trivials, i.e., que només poden tenir valors 1 o 0 , és una implicació del determinisme. El que fan les probabilitats trivials és que l'ocurrència de l'esdeveniment condicionat sigui determinada abans (o simultàniament) per l'ocurrència de l'esdeveniment condicionador. Però, en els universos indeterministes el futur és obert pel que fa al passat i al present, i l'ocurrència de l'esdeveniment condicionador no determina l'ocurrència de l'esdeveniment condicionat. A més, s'ha de tenir en compte que per a una teoria realista de la probabilitat les probabilitats són físiques, localitzades en el món, i no només objectives. Llavors, si dues monedes són tirades una després de l'altra, en un univers indeterminista, on les probabilitats no són trivials, no té sentit preguntar per la probabilitat d'un resultat determinat en la primera tirada sobre la base del resultat obtingut en la segona, perquè quan aquesta segona tirada (l'esdeveniment condicionador) s'ha realitzat, no hi ha cap atzar o indeterminació sobre el resultat de la primera tirada (l'esdeveniment condicionat). Només quan l'esdeveniment condicionat succeeix després (en el futur) que l'esdeveniment condicionador (en el passat o present) són possibles, aleshores, les probabilitats condicionals no trivials.

Les propensions com a probabilitats reals contenen, per tant, l'afirmació d'un món realment probabilista, i.e., d'un rerefons indeterminista. Les probabilitats físiques cas singular requereixen d'un univers indeterminista, per tant només són útils en aquest univers. La interpretació realista de cas singular considera les probabilitats sota el cas singular; si l'univers és determinista, les probabilitats del cas singular són trivials -en universos deterministes totes les probabilitats són trivials.

Això comporta, assegura Milne, dos problemes específics per a les interpretacions propensionals del cas singular. Una qüestió és que, per raó d'aquest realisme ontològic compromès, les propensions realistes quedaran excloses d'aquells àmbits on intervinguin probabilitats i siguin considerats contextes deterministes; hi seran, aleshores, una funció de la nostra ignorància. Un altre és

el problema que presenten les propensions amb el càlcul ortodox de probabilitats en relació a les probabilitats condicionals en quant condueix a probabilitats trivials; amb això les propensions queden excloses del càlcul de probabilitats. Perquè, com s'acaba d'exposar damunt, les probabilitats condicionals, preses de mode realista, no subjectiu, condueixen a probabilitats trivials que eliminen la indeterminació sota una situació determinista.

Encara que no tota teoria propensional és una teoria de cas singular ni tota teoria realista (de la probabilitat) cas singular és una teoria propensional, Milne considera que el seu argument es dirigeix contra tota interpretació realista cas singular de la probabilitat. Milne advoca pel rebuig de la probabilitats reals de cas singular com la millor sortida davant la seva conclusió en tres vies de solució que són rebutjables cadascuna d'elles. O bé ignorar completament les probabilitats condicionals i renunciar a obtenir el càlcul de probabilitat; d'aquesta manera, diu Milne, s'aconseguiria "una interpretació realista cas singular de mesures normalitzades". També es podria trencar l'enllaç entre les interpretacions realistes cas singular i la indeterminació. O bé, afirmar que tant indeterminats es troben el passat i el present com el futur.

En l'enfocament de Sapiro -que no seria una sortida que Milne, segons allò immediatament damunt expressat, pogués acceptar- la paraula 'propensió' no és una mera substitució de la paraula 'probabilitat'. La probabilitat apareix com un cas especial de les propensions donades sota una causalitat general o indeterminista, i les probabilitats condicionals donades en aquella causalitat probabilista només adquireixen sentit dins una consideració realista de la indeterminació última de fons. Llavors es tracta d'especificar amb claredat l'experiment o causa general, perquè els espais de probabilitat es defineixen en relació a experiments amb els seus espais mostra associats. Aquesta manera d'interpretar la probabilitat condicional ajuda a evitar la confusió en la interpretació del teorema de Bayes. La probabilitat condicional $P(B/A) = r = P(AB)/P(A)$ no pot ésser entesa com la propensió de A per a la producció de B o bé de B per a la producció de A ; com hem recollit abans, en una interpretació realista de les propensions cas singular és inadmissible que els resultats es causin els uns als altres (si l'experiment és definit, els successos són independents). També, com que la mesura de probabilitat sobre cada resultat és la mesura de la força de la causa per a produir aquell efecte, llavors, afirmacions com 'una màquina té una propensió per a la producció d'una peça defectuosa' (o 'un dispositiu de llançament d'una moneda té una propensió perquè la moneda surti cara' o 'una extracció d'una urna té una propensió de força ics per a treure'n una bola negra'), en general, la causa C té una propensió per a produir E , si és entès com $P(E/C)$, és inevitable que alhora sigui $P(C/E)$ i trenqui la asimetricitat causal, i.e., 'una peça defectuosa té una propensió per a haver estat produïda per una màquina' (o 'una moneda que surt cara té una propensió perquè hagi estat tirada per un dispositiu de llançament' o 'la propensió d'una bola negra per a haver estat extreta de l'urna'). Aquestes afirmacions no poden ésser vàlides amb sentit. La funció $p(x)$ mesura la força de les propensions d'un experiment probabilista vers els seus efectes, i aquesta és la interpretació dels enunciats probabilistes. Per a qualsevol subconjunt A de l'espai de resultats E es defineix el corresponent subconjunt A' de les

propensions per a produir els resultats en A , $A'=\{pr_i \mid E_i \text{ és en } A\}$; i ' $P(A)=r$ ' és vertadera si i només si $p(A')=r$.⁸⁴ Això vol dir que aquella probabilitat condicionada, $P(B/A)=r=P(AB)/P(A)$, només pot significar una relació entre mesures propensionals on, segons els associats subconjunts de l'espai esdeveniment definits, unes forces propensionals s'estableixen en relació a unes altres. Així, "la força de la propensió de C per a la producció d'un efecte inclòs per ambdós conjunts A i B , relativa a la força de la seva propensió per a la producció d'un efecte inclòs en A , és r ." El que Sapire no aclareix és sobre quin criteri -si és que existeix- qualificariem la naturalesa d'aquesta relació que estableix una força propensional relativitzada a una altra, si la relació reflecteix una relació causal, o si n'expressa una d'altra mena, de quin tipus es tracta?

IV.4.- Pintura general de la visió del món propensional

Pel que es veu es tracta més aviat d'oferir un 'programa metafísic d'investigació', on una imatge⁸⁵ unificadora del món aplegui tant una unificació de les ciències físiques en la resolució filosòfica de la seva crisi de pèrdua d'una imatge unitària, com també de les ciències físiques amb les biològiques, i també d'una reconciliació de la ciència en general amb la filosofia. Aquesta nova metafísica de la física -o física metafísica o física especulativa- proporciona les arrels metafísiques d'un nou programa d'investigació per a la física, on aquest esquema unificador ofereixi consistentment una cosmologia general, el coneixement, la ciència, sota una imatge unificadora de la realitat. Aquest programa s'apunta en certes idees de partida, com l'oferiment d'una teoria realista de la probabilitat, la proposta d'un coneixement on el determinisme es presenta com un error, un nou sentit de la idea de llei física, i la decidida acceptació de la influència de les ciències de la vida en la nostra visió global del món físic i en els trets que les teories científiques han de recollir. Es pot il·lustrar aquests aspectes per les pròpies afirmacions de Popper com també fent servir les propostes que un científic com Prigogine (i Stengers, encara que farem servir el nom del primer només) fan en els seus escrits especulatiu.

Popper sosté que ha aconseguit oferir una teoria objectiva de la probabilitat en incloure les possibilitats, en les quals es basava la teoria clàssica de la probabilitat, dins les propensions, i així ampliar la teoria a les possibilitats desiguals (amb pes: propensions). Com veiem, el caràcter real de la propensió adquireix el seu sentit últim de la postulació d'un món real canviant -el món real està en desplegament, és desplegament, canvi, i per això és real. Per tant, les propensions permeten que cert tipus de realitat sigui atribuïble a les pures possibilitats (fins i tot a aquelles que encara no han estat realitzades), però les propensions són actuals, reals com les forces d'atracció newtonianes (invisibles però amb poder d'actuar) o com els camps de forces. En introduir la noció de força com una caracterització de les propensions, aquestes no són meres possibilitats sinó realitats físiques. També, "introduir les propensions equival a generalitzar i ampliar de nou la idea de força"⁸⁶:

"Les forces són propensions a accelerar. Els camps de força són propensions distribuïdes sobre alguna regió de l'espai, i potser canvien contínuament en aquella regió (com a distàncies a partir de determinat origen)." ⁸⁷

Els camps de forces (que són reals, que existeixen) són camps de propensions. Popper pensa que amb la seva descripció del món la teoria de les propensions ens permet treballar amb una teoria objectiva de la probabilitat: "les propensions canviantes són processos objectius i no tenen res a veure amb la nostra manca de coneixement" ⁸⁸. L'estabilitat de les mesures estadístiques és la manifestació de la tendència, de les forces de les propensions, i com a tal manifestació són la seva prova. Però la tendència o propensió en l'ocurrència d'un esdeveniment és constitutiva de cada possibilitat i de cada ocasió. L'ampli nombre d'ocasions que presenten l'ocurrència real de l'esdeveniment és la mesura de la tendència. Òbviament, és sota condicions invariants que l'estadística roman estable, però el seu manteniment depèn necessàriament de les propensions com a forces existents en cada ocasió o possibilitat.

El determinisme no és un joc d'ulleres que sempre puguem superposar a les situacions focalitzades com a indeterministes, ni tan sols és una qüestió per resoldre, per a Popper el determinisme és una qüestió que més aviat es resoldria com a falsa. Això s'estén d'aquesta manera sota dos aspectes simultanis i recíprocs: la naturalesa del coneixement i els trets de la realitat. La ciència (com qualsevol empresa humana) pateix la nostra fal·libilitat. Els resultats de la ciència són errors. La veritat, en el desenvolupament científic, és una esperança que té un fonament (per això justament és esperança): les proves que permeten refutar o no una teoria (si no la refuten tenim l'esperança de la veritat d'aquella teoria). És aquesta contrastació la que converteix la nostra fal·libilitat en coneixement conjectural. En el desenvolupament de tal coneixement conjectural, les hipòtesis científiques van obrint pas a hipòtesis cada vegada millors.

Per a Popper, el canvi és com la condició essencial de la realitat, la seva naturalesa mateixa.

"L'indeterminisme i la interpretació propensionista de la probabilitat ens permeten traçar una nova imatge del món físic. Segons aquesta imatge, (...) totes les propietats del món físic són disposicionals, i l'estat real d'un sistema físic, en qualsevol moment, es pot concebre com la suma total de les seves disposicions -o les seves potencialitats o possibilitats o propensions." ⁸⁹

Això incideix en la seva consideració de les tres fases esquemàtiques del temps. El passat és fix, ha estat actualitzat, se n'ha anat, remet a la "congelació". Diu Popper, "quan les propensions s'han realitzat, ja no són processos reals." ⁹⁰ El present és un continu procés d'actualització ("cristal·lització", congelació) de propensions, aquí les propensions són processos continus mentre es van actualitzant o realitzant-se. El futur no el coneixem, és obert, objectivament obert. Que el món real és canviant vol dir que canvia la situació i, amb ella, les possibilitats, i.e., les propensions. El canvi no s'atura al món. A més, la noció de canvi és perfilada per Popper com aquella de la preponderància d'una atracció de futur, com ara possibilitats que atrauen (i no d'un passat que ens empenya vers el futur). El canvi

descriu un món en desplegament, aquest és el món real: un món real canviant. També Prigogine participa d'una mateixa idiosincràsia en la seva mirada al món:

"El temps no és ja el centre dels fenòmens immutables; ara no són les situacions estables i les permanències les coses que més ens interessin, sinó les evolucions, les crisis i les inestabilitats. Ja no volem estudiar només allò que roman, sinó també el que es transforma".⁹¹

"La ciència dels processos irreversibles ha rehabilitat en el si de la física la idea d'una naturalesa creadora d'estructures actives i proliferants."⁹²

El món real és canviant, està sempre atret pel futur, pel conjunt de possibilitats, és realització de potencialitats, i, un altre cop, les realitzacions són disposicions, diferents de les possibilitats prèvies a l'actualització. L'últim fons de la realitat és el canvi, però no ho és la "congelació" o "cristal·lització" de les possibilitats: "Així doncs, podem descriure el món físic com consistent en *canviants propensions al canvi*."⁹³ Això explica la permanent fal·libilitat del coneixement humà, en quant congela, s'atura en l'actualització. Però, en un món obert cap al futur, aquestes "cristal·litzacions" del pensament humà són parades en allò actualitzat -són passat-, en allò que ja no és real, perquè en la realitat el procés de canvi és pensament i empenya, des del futur obert de possibilitats, a refutar les teories.

Si els resultats de la ciència són "errors", el determinisme en particular és com ara una antítesi de la realitat; consisteix en aquella concepció segons la qual la futura situació és determinada per la situació passada. Aquesta determinació s'estableix a través de la causació. La causació estableix, en el marc d'una teoria acceptada, una relació de causa a efecte quan des d'un estat de coses es prediu altre estat de coses (esdeveniment o esdeveniment-efecte). Es tracta d'una relació deductiva entre la descripció d'ambdues situacions mitjançant la descripció de les condicions d'estat inicials que permet la predicció de l'esdeveniment-efecte, la predicció des del passat vers el futur. En aquesta relació la probabilitat de l'efecte és igual a 1, $p(\text{efecte}, \text{causa}) = 1$.⁹⁴ Així és com la propensió és igual a 1. Més aviat, la causació com un cas particular de la propensió vol dir que el determinisme és només un tipus de causalitat, una forma d'entendre-la. L'indeterminisme, l'atzar, tradicionalment s'entén com a molt proper a 'acausalitat' i 'desordre', però en la teoria propensional es fa palès que l'indeterminisme no vol dir absència de real dependència causal, física. Hi ha condicionament físic en el desenvolupament de la situació experimental fins que es produeix un estat-resultat futur, perquè les propensions són responsables dels resultats individuals i dels resultats freqüencials en una seqüència; les propensions són propietats de la situació física, del dispositiu experimental. El que passa és que aquesta relació de dependència física entre successos no s'entén a la manera determinista; la força propensional per a produir freqüències no té la força involucrada en una situació descrita amb un grau absolut de precisió determinista. Però la situació indeterminista ofereix també una mesura, un càlcul que correspon a la naturalesa ontològicament indeterminista de la situació. I aquest càlcul probabilista estableix un grau de precisió que no té la 'força' -universal- determinista, sinó la corresponent a les lleis estadístiques. Però, segons Popper, és fals l'esquema que les passades situacions determinin -predeterminin, amb la

dependència causal de tipus determinista, infinitesimalment- la futura situació. El futur de l'evolució de l'univers no es troba pre-contingut en el passat o en el present (en tant en quant aquesta determinació és la que proporciona la imatge laplaciana de l'univers). Les passades situacions determinen propensions, les quals influeixen sobre la futura situació (però aquest influx no constitueix pas una determinació d'una manera única), i l'ordre inherent a l'univers no és el procedent de les teories deterministes, sinó que és un ordre estructural que recorre un món permanentment en situació d'obertura, un ordre corresponent a un món propensional, on tot és propensió.

Sota l'influx de la idea d'evolució present en les ciències de la vida, Prigogine propugna una modificació del concepte de llei física que hem heretat de la mecànica clàssica, de manera que les lleis de la física es puguin desprender de certes connotacions atemporals que no reflecteixen la idea d'història expressada en el concepte d'evolució. Amb la perspectiva de la dinàmica, les lleis no expliquen el canvi, allò marcat per la novetat, si no com una indefinida repetició de les mateixes identitats, del passat en el futur, també en quant el futur és entès des d'aquelles lleis com contingut en el passat. Semblantment, l'absència de la direcció del temps que es desprèn de la simetritat reflectida en aquestes lleis mecàniques. Aquesta absència té el seu paradigma en la periodicitat dels fenòmens i es construeix en una idealització en la qual evolucions semblants es dedueixen d'una semblança dels sistemes; això és present en l'estat d'equilibri, en el moviment del pèndol, en les òrbites planetàries. Però la representació així construïda només correspon al cas particular dels sistemes anomenats 'estables', afirma Prigogine.

La reformulació de la idea de llei física, segueix Prigogine, pot provenir d'una renovació de la mecànica, però sempre que hi quedin expressats aspectes fonamentals del món, els quals caracteritzen la idea d'evolució. Llavors, cal tenir en compte no solament que la llei d'evolució clàssica, en tenir com el seu objecte la descripció determinista d'un sistema individual, acabava per no reflectir la ruptura de la simetria temporal entre passat i futur que és manifestada a la naturalesa irreversible d'una evolució. A més a més, necessitem de la precisió física de la noció de succés (històric) en quant en la caracterització de tal noció és continguda la possibilitat de la no producció del succés realitzat. Prigogine assenyala que si bé les lleis probabilistes permeten deixar constància de l'existència de possibilitats i de l'existència d'una decisió entre aquestes possibilitats per mitjà dels successos, tot i així, no és suficient la sola descripció probabilista. Hi ha una característica en la noció de succés que la pura probabilitat no la dona reflectida, i és que els successos són "portadors de sentit". Prigogine parla de lleis probabilistes "per si mateixes"⁹⁵. Nosaltres podem comprendre aquesta "mateixitat" de la probabilitat en el sentit de la seva consideració exclusiva a un càlcul lògic estàndard. Com diguérem abans, la probabilitat com a estructura matemàtica és un lloc de consens bàsic; sobretot per als matemàtics, la probabilitat és l'espai de probabilitats. També això harmonitza bé amb una apreciació subjectiva de la probabilitat: existeix un determinat aparell matemàtic i un subjecte que l'aplica a la seva comprensió del món, perquè està limitat en la seva aplicació d'un instrument més

òptim en la predicció. Podem pensar que per a Prigogine la probabilitat només reflecteix trets físics essencials a la naturalesa del món, i, per tant, semblantment a Popper, amagaria sota la superfície del seu caràcter purament instrumental la cosmovisió d'una nova hipòtesi física i metafísica.

En el context d'aquest món possibilista de successos, una concepció que tinguem en filosofia de la ciència, semblant a aquesta caracterització que assenyala la insuficiència de la probabilitat per a donar compte del contingut físic de la noció de succés, és la que estem tractant de la probabilitat considerada com a propensió. La nova idea de les lleis com a enunciats que puguin expressar la naturalesa física d'aquella característica essencial dels successos que anomenen possibilitat queda en consonància, si més no, amb els suggeriments que envolten la concepció del món que Popper fa des d'un perfil propensional.

La idea de propensió es concebuda com la imatge d'un univers on la realitat adopta la 'possibilitat' en el seu si.

"Les propensions, com les forces d'atracció newtonianes, són invisibles; com aquelles, poden actuar: són actuals, reals. Ens veiem, per tant, obligats a atribuir cert tipus de realitat a les meres possibilitats, i, en especial, fins i tot a aquelles que encara no han estat realitzades, el destí de les quals només quedarà decidit amb el curs del temps, potser en un futur llunyà."⁹⁶

Aquest món obert propensional "possibilitat" allò que s'anomena l'emergència: l'aparició evolutiva de noves estructures (més "complexes", "superiors", "ascendents" o "perfectes"). El sorgiment d'elements o entitats noves a l'univers obert és el fet de la formació tant d'estructures astronòmiques, per exemple, com el desenvolupament d'organismes vius. El món propensional, continent de possibilitats que poden o no realitzar-se, ofereix d'aquesta manera una imatge més escaient a la realitat (on és un fet l'existència d'un procés de creació o 'novetat') que la proporcionada per un determinisme que preconcep o pre-conté el futur des del passat; això darrer, en efecte, impedeix entendre l'aparició de significatives noves estructures i té l'efecte contrari de fracturar la unitat del món. El món propensional mostra un procés on l'aparició de noves realitats, com la mateixa vida, ve determinada per les situacions anteriors, però no pas d'una manera on des d'aquelles situacions passades fossin establerts de manera fixa els sistemes o objectes de nova naturalesa. La idea de propensions, amb el seu indeterminisme inherent, vol conceptualitzar la noció comuna que el caràcter evolutiu de les ciències de la vida també es troba com una característica essencial de l'univers sencer. D'aquesta manera es construeix una imatge on puguin tenir sentit enllaços entre la física i la biologia i, més lluny, entre les realitats estudiades per aquestes ciències i el món cultural humà.

Tant Popper com Prigogine s'inspiren en la influència de la biologia per il·lustrar els seus respectius punts de vista. Així, Popper⁹⁷: "Els biòlegs sempre han treballat amb propensions", "El propi terme 'propensió' és, sens dubte, un terme biològic o psicològic." Ell concep la interpretació propensional com una justificació de l'esperança cap a un desenvolupament de les ciències, on la seva unitat quedi cada cop més expressada; també com un apropament del món físic cap a fenòmens que, encara que donats en aquest món, es presenten com a fenòmens llunyans de la física: "L'objectiu és una imatge del món on hi hagi lloc per als fenòmens biològics, per a la llibertat humana i per a la raó humana."⁹⁸

Per a Prigogine⁹⁹ és justament la teoria darwinista la que il·lustra els requisits mínims que com hem vist exigia per a les noves lleis. La irreversibilitat implícita al naixement i a la mort, els nínxols ecològics com a creadors de noves possibilitats d'evolució. El *succés* determinant de l'aparició d'una nova espècie, i dels individus com a microsuccesos que formen una població fluctuant, estadísticament homogènia -i dels quals una part constituïran fluctuacions que, en un canvi d'escala, transformen l'espècie (adquisició de sentit) mitjançant el mecanisme de la selecció natural.

El mètode científic, caracteritzat com a error, esperança en un coneixement conjectural i millorament de les hipòtesis, és, en opinió de Popper, el mateix que el mètode de la vida. És per assaig, per revelació i eliminació d'errors al llarg de proves com succeeix "la conquesta de nous mons". I això es fa així com l'avenç de la vida vers formes superiors. Concretament, l'organisme, en funció de la seva recerca de "quelcom millor", es planteja quins problemes li interessin; això fa que es posseeixin preferències, i la solució donada al tipus de problemes forma part dels accidents, les possibilitats. Parlar de millorament, d'evolució vers formes superiors és parlar d'una estirada des de davant, d'una atracció del futur. Com a solucions a problemes donats per l'organisme en un comportament preferencial dirigit a allò millor, les possibilitats, com a possibilitats, són futur (estan al futur), i el futur (encara que possible) és real en aquesta nova descripció del món. El canvi pot venir per les preferències d'algun organisme d'una situació a una altra, o si descobrim una possibilitat on abans no n'hi havíem vist. Per tant, segons el pensament més agosarat de Popper, la nostra pròpia comprensió del món (els nostres desigs, preferències¹⁰⁰, motivacions, esperances, somnis, fantasies, hipòtesis, teories) canvia, per la seva banda, les condicions del món real canviant.

El progrés en ciència, diu Popper, es realitza: mitjançant la crítica -les proves de refutació- el coneixement humà s'adequa al canviant món real. Com que el món real és canviant, cal estar sotmetent constantment a prova les nostres teories; aquestes no es poden refermar, perquè el món que examinen no s'hi atura mai. I així com dins el món real el món de la vida, en les seves transformacions, ha anat evolucionant fins a formes superiors, també la ciència realitza un procés d'aproximació del coneixement, perquè en el seu seguiment del canvi al món, i impel·lida per aquest aspecte fonamental, s'ajusta cada vegada més a la naturalesa real del món.

Aquestes influències que expressen el punt de vista de Popper (i que podrien tenir arrels anteriors, potser en antecedents d'algunes de les claus del pensament divuitesc) estarien, si ara atenem les paraules de Prigogine, concretant-se en algunes línies d'especulació i investigació en camps científics.

"Al segle XIX la vida, les diferents espècies, l'existència dels homes i de les seves societats es conceberen com a productes de l'evolució. A l'actualitat, a finals del segle XX, res sembla que pugui ja escapar-se en el futur d'aquesta mena d'intel·ligibilitat, ni la matèria, ni tan sols l'espàcio-temps."¹⁰¹

Capítol Cinquè.- Sistemes ònticament deterministes i epistèmicament indeterministes

V.1.- Caracterització dels sistemes (no tancats)

V.1.1.- Descripcions que no són màximament específiques.

Un lloc comú

En un dels seus articles, Fetzer¹ examina un criteri d'existència o realitat de Einstein, com també la seva definició d'una descripció completa, i el significat de les lleis causals de Reichenbach. En absència d'alteracions sobre un sistema, amb una anàlisi prou elaborada dels fenòmens en qüestió s'obté una descripció completa d'un sistema físic, S , durant algun interval temporal T , que ens permet la predicció amb certitud de cada atribut de S , de manera que sigui precisament determinat per a cada instant $t \in T$. Aquest tipus de predicció del valor futur d'una quantitat física permet la descripció del sistema com a governada per lleis estrictament causals i també, sota una perspectiva realista, afirmar que existeix un element de la realitat física corresponent a aquella quantitat física.

Però la conclusió d'això és que és impossible teòricament duu a terme una interpretació realista de l'indeterminisme òntic. Fetzer es pregunta si hi pot haver un element de la realitat física corresponent a una quantitat física quan la predicció del valor d'aquesta quantitat no és una predicció amb certitud, sinó amb un valor de probabilitat menor que la unitat. La predicció amb $Prob < 1$ del valor d'una quantitat física en un sistema S no pertorbat, d'acord amb els criteris esmentats, duu a dues

alternatives. O la descripció no és completa (hi ha variables ocultes) o el sistema no és governat per lleis causals estrictes. Sens dubte que aquesta segona alternativa correspon a una situació indeterminista, on les lleis són probabilístiques.

Fetzer versiona una definició de Feynman de 'experiment ideal' per tal de "millorar" el criteri de Einstein, i permetre un criteri de realitat on càpiguen les situacions indeterministes. En un experiment ideal es troben completament especificades les condicions inicials -actuals- i les condicions finals -possibles-. Llavors, que un sistema S sigui un element determinista de la realitat física és una conseqüència del fet que aquest sistema, en un experiment ideal, permeti la predicció amb certitud deductiva dels seus estats futurs, i S serà un element indeterminista de la realitat física si aquella predicció només té confiança probabilística. Per tant, perquè sigui teòricament possible una interpretació realista de l'indeterminisme deu ésser almenys lògicament possible que la nostra descripció d'un sistema pogués ésser completa àdhuc encara que el sistema no sigui governat per estrictes lleis causals.

La satisfacció del *requisit de màxima especificitat (RME)* significa que el sistema així descrit és un *sistema tancat*² en relació a l'ocurrència dels seus resultats. Sistemes tancats són aquells per als quals cap condició que fa una diferència a la seva conducta ha estat exclosa de la seva especificació. Això és acompanyat de les següents definicions:

-*Sistemes deterministes*: sistemes tancats on els mateixos resultats són invariablement produïts pels mateixos tests sota les mateixes condicions.

-*Sistemes indeterministes*: sistemes tancats on diversos resultats són produïts pels mateixos tests sota les mateixes condicions.

Així, els àtoms radioactius (com a sistemes tancats) són sistemes indeterministes a propòsit de llur caiguda; els jocs d'atzar, qualificats com a sistemes tancats, són sistemes deterministes que són únicament "fenòmens d'atzar" com a funció de la nostra ignorància. Segons això resulta que: "La concepció de les probabilitats com a freqüències sembla apropiada per als jocs d'atzar, mentre la concepció de les probabilitats com a propensions sembla escaient per als àtoms radioactius."³

Perquè les freqüències relatives, continua Fetzer, poden ésser el resultat que s'ha d'esperar de diferents preparatius deterministes i de similars preparatius indeterministes. El primer cas, que és el cas del llançament de monedes, tirades de daus,..., el caracteritza com un sistema tancat (on les mateixes condicions sempre produeixen el mateix resultat) en el qual, quan tenim ignorància de descripcions màximament específiques de les condicions en cada cas -o no sabem les lleis que governen sistemes d'aquest tipus- encara posseïrem coneixement sobre les corresponents freqüències que puguin ésser adients per a fer prediccions (i basaríem aquestes darreres en aquelles freqüències).

Referint-se a les probabilitats com a graus de creença Fetzer torna a insistir que són d'allò més comú quant a les tirades de monedes, daus, i jocs d'atzar en general, els quals són ònticament deterministes i només epistèmicament indeterministes com a funcions de la ignorància⁴. Per tant: "Si els jocs d'atzar comporten sistemes deterministes amb freqüències que són funcions de la nostra ignorància, els valors d'aquestes freqüències poden veure's com a probabilitats subjectives".⁵

De la mateixa manera que els jocs d'atzar, com a sistemes ònticament deterministes però epistèmicament indeterministes, és qualificada la mecànica estadística clàssica (M.E.):

"Perquè tractem-hi amb circumstàncies -com en el cas de les lleis del gas- que comporten nombres enormes de coses molt petites. Fins i tot si concedim que, en principi, aquests nombres enormes de coses molt petites actuen microscòpicament d'una manera exactament igual a com ho fan les boles de billar, per exemple, no gensmenys el seu comportament, quan considerem el gran format, en ésser tantes i tant petites, resulta com una qüestió pràctica que ens és virtualment impossible posseir la classe de coneixement sobre les seves condicions inicials que necessitem per a una predicció amb èxit de la seva conducta -fins i tot encara que considerem que els fenòmens de la mecànica estadística són últimament deterministes ònticament, és a dir, de manera que només si poguéssim tenir mesures suficientment precises de les condicions inicials, les lleis adients de la mecànica estadística podrien aplicar-se, i projectarien una predicció exacta d'allò que ocorreria en cada cas singular -sense excepció! Això no obstant, d'una manera característica, no hi estem en tal posició, sinó més aviat en una posició d'indeterminisme epistèmic. Això es pot veure de diverses maneres diferents, que els fenòmens són complexos, que tenim una absència de coneixement, i que les prediccions estadístiques són fiables com una funció de la nostra ignorància."⁶

Per tant, Fetzer admet que la noció de propensió no es pot emprar en aquest tipus de sistemes qualificats d'aquesta manera. Però això contradiu la intenció de Popper. Els esdeveniments indeterministes són qualificats per Popper com aquells sobre els quals "ni el més complet coneixement de les 'circumstàncies' faria predictable el resultat."⁷ Tot seguit Popper diu que a més d'aquests sistemes volem també "aplicar la teoria a llançaments de monedes com a esdeveniments macrofísics on ningú creu que siguin indeterministes" en el sentit que acabem d'esmentar. Per tant, mentre que per a Fetzer les probabilitats atribuïdes a sistemes deterministes només poden ésser degudes a la nostra manca de coneixement de la condició suficient per a la producció del resultat, en canvi Popper fou explícit en la seva exigència de considerar un assumpte bàsic de la interpretació propensional l'aplicació de probabilitats reals als sistemes deterministes.

És un lloc comú dir que el coneixement del comportament d'un gas exigeix que en algun temps inicial precisem les velocitats i posicions de totes les molècules constituents. Veiem, per exemple, com expressa Borel la nostra impossibilitat d'estar en possessió de dita descripció completa:

"Si coneguéssim molt exactament, en un instant donat, la posició de totes aquestes molècules i els seus moviments recíprocs, el problema de preveure els moviments ulteriors seria un problema de mecànica, teòricament molt simple, encara que pràcticament insoluble per raó del tan gran nombre de molècules. No és possible pensar de conèixer individualment cada molècula; la vida humana és molt curta: no passa d'un o dos mil milions de segons; un home hauria de pensar en molts milers de milions de molècules per segon, per a haver pensat, a la fi de la seva vida, en totes les molècules d'una petita massa gasosa.

És doncs impossible conèixer les velocitats de les molècules que xoquen en un instant donat contra una certa porció de la paret"⁸.

A la mateixa impossibilitat es refereix Nagel en termes semblants:

"..la teoria suposava que un gas és un agregat d'un nombre molt gran de partícules o molècules minúscules, els moviments de les quals poden ésser analitzats en termes de les equacions newtonianes de la mecànica. D'altra banda, no és realment possible establir l'estat mecànic de tal sistema de molècules. A més a més, encara que poguéssim fer-ho, seriem incapaços de predir els estats mecànics futurs del sistema a causa de les greus dificultats matemàtiques que presenta el problema de resoldre un nombre enorme d'equacions diferencials simultànies del moviment. Per eludir aquestes dificultats s'adoptà un enfocament estadístic, de manera que, encara que no es pugui predir el moviment individual de les molècules, sigui possible, en canvi, predir certs valors mitjans de magnituds associades a aquests moviments individuals."⁹

Així doncs:

"La mecànica estadística pot ésser interpretada com l'estudi de les possibilitats diverses que poden ésser deduïdes de dades parcialment indeterminades. Aquesta indeterminació parcial de les dades s'imposa necessàriament a l'esperit, des del moment que hom es col·loca davant la realitat: és només des d'un punt de vista purament abstracte que es podria assajar concebre un problema mecànic on els valors inicials fossin coneguts amb una precisió absoluta. Ara, és fàcil adonar-se que en la teoria cinètica dels gasos, la multiplicitat dels xocs té com a conseqüència augmentar amb una molta gran rapidesa, i en una proporció enorme, les més lleugeres indeterminacions."¹⁰

També Ayer comenta la mateixa impossibilitat del coneixement pel que fa als jocs d'atzar (traduïbles al conjunt molecular) on, no obstant això, els resultats són causalment determinats (s'ha d'entendre que amb això molts autors volen dir *causalitat determinista*, no hi ha el costum de parlar habitualment de *causalitat indeterminista*):

"Com que el càlcul de probabilitats és una branca de la matemàtica pura, no ofereix per si mateix cap conclusió sobre la versemblança d'esdeveniments reals. Podem fer-lo servir per a inferir que si es donen certes proposicions en una classe d'esdeveniments reals, llavors també han de donar-se altres proposicions determinades. L'aplicació del càlcul als jocs d'atzar (chance) depèn del supòsit empíric que els objectes que s'hi usen es comporten de forma que concorda amb la distribució matemàtica de les probabilitats. Això no vol dir que la seva conducta no sigui causalment determinada, encara que és essencial per a l'interès d'aquells jocs que els factors determinants, si és que existeixen, siguin tan complexos que el resultat de qualsevol tirada determinada no sigui previsible en la pràctica. Això tampoc no significa que el seu comportament no sigui determinat, sinó tot al contrari."¹¹

Aquesta causalitat determinista podria establir-se si el punt de vista de l'observador pogués detallar tots els aspectes físics de la situació completa causalment rellevant en el joc d'atzar, com explica Planck; llavors l'atzar és el resultat d'una observació "grossera" o "vasta" de la realitat, on no es té en compte tots els seus detalls:

"En parlar de la ciència física sota aquest aspecte, hem de fer sempre la distinció entre dos mètodes d'investigació diferents. L'un és el macroscòpic, que maneja l'objecte de la investigació d'una manera general i sumària. L'altre és el mètode microscòpic, més delicat i matisat. És sols per a l'observador macroscòpic que hi ha un atzar i una probabilitat, la magnitud del quals depèn naturalment de la mesura dels coneixements que disposa respecte a l'objecte, mentre que per a l'investigador microscòpic només existeixen exactitud i causalitat rigorosa. L'investigador macroscòpic compta només amb valors combinats, sols coneix les lleis estadístiques; l'investigador microscòpic, en canvi, tracta amb valors individuals i hi aplica lleis dinàmiques ben determinades. Si poguéssim observar microscòpicament el joc de daus abans esmentat, és a dir, si a més de la naturalesa del dau en si, o sigui, el seu caràcter asimètric i la situació exacta del seu centre de gravetat, tinguéssim també en compte exactament en cada cas particular la seva posició inicial i la seva velocitat inicial, la influència de la taula en el seu moviment, la resistència de l'aire i tota altra peculiaritat que el pogués afectar, llavors ja no podríem parlar d'atzar, perquè sempre estariem en condicions de poder calcular exactament el lloc on s'aturaria el dau i sabríem també en quina posició final ha de quedar."¹²

W. Pauli és un exemple de com des d'una subjacent qualificació determinista de la realitat com l'apropiada i única per al coneixement científic sorgeix una caracterització plenament subjectiva que arriba fins a un concepte abans establert termodinàmicament com l'entropia:

"La primera aplicació del càlcul de probabilitats en física, fonamental per a la nostra comprensió de les lleis de la natura, és la teoria estadística general de la calor establerta per Boltzmann i Gibbs.

Com és sabut, aquesta teoria conduí necessàriament a la interpretació de l'entropia d'un sistema com una funció del seu estat, la qual, a diferència de l'energia, depèn del nostre *coneixement* sobre el sistema. Si aquest coneixement és el màxim que resulta consistent amb les lleis de la natura en general (microstat), l'entropia és sempre nul·la. D'altra banda, els conceptes termodinàmics són aplicables a un sistema només quan el coneixement del seu estat inicial és inexacte; llavors, l'entropia es mesura de forma apropiada mitjançant el logaritme d'un volum en l'espai de les fases."¹³

En relació amb uns sistemes que aquí caracteritzem, com són els jocs d'atzar i també sobre altres casos, Nagel parla d'ignorància en unes pàgines on tracta de clarificar el possible significat de la paraula 'atzar':

"La paraula 'atzar' es predica d'un succés en un altre sentit: o bé quan hi ha una ignorància pràcticament completa sobre les condicions determinants del succés, o bé quan se sap que aquestes condicions pertanyen a alguna classe de tipus alternatius de condicions, però no se sap a quin dels tipus particulars d'aquesta classe pertany."¹⁴

I tot seguit esmenta el temps atmosfèric i l'exemple típic de la caiguda a cara o creu d'una moneda com a qüestions o fets d'atzar:

"...se suposa generalment que, si bé és possible establir un conjunt exhaustiu de possibilitats per a la posició inicial de la moneda, i les forces que actuen sobre ella, per a determinar el seu estat final, de fet no sabem quina d'aquestes possibilitats es realitzarà."¹⁵

Insisteix, també, en aquesta absència de coneixement com a característica de la qualificació d'azarós per a un succés:

"també és essencial, observar, a més a més, que dir d'un succés que es produeix per atzar, en aquest sentit, no és incompatible amb l'afirmació que és causat; perquè admetre ignorància concernent a les condicions específiques que determinen un succés òbviament no implica negar l'existència d'aquestes condicions."¹⁶

Una decisiva visió de tipus determinista sobre la probabilitat i l'atzar és l'exposada per Poincaré¹⁷. Així, és el cas quan una "causa molt petita, que se'ns escapoleix, determina un efecte considerable que no podem ignorar". Si només podem tenir un coneixement aproximat de la situació inicial, però les imperceptibles "petites diferències en les condicions inicials" produeixen diferències molt grans en els fenòmens finals (n'esmenta els exemples de la meteorologia, de la distribució dels planetes petits en el Zodíac, del joc de la ruleta). La *complexitat* de les causes s'afegeix a la "*petitesa* de les causes" en els xocs d'un nombre molt gran de molècules en un gas, o en la distribució de les vases d'aigua en un plovisqueig; simulem la incidència d'un gran quantitat de perturbacions diverses quan barregem les cartes de joc, amb un gran nombre de permutacions successives o complexitat. Llavors l'atzar és el nom que nosaltres donem a qualsevol conjunt de causes complexes. També les causes són complexes o múltiples en la teoria dels errors on els petits errors produeixen efectes menyspreables, però en l'acumulació de mesures, i d'aquells errors, els resultats considerables d'això poden provocar la nostra atribució a l'atzar d'uns efectes incontrolats. Una tercera característica epistèmica en l'enteniment de l'atzar: "La nostra debilitat no ens permet abastar l'Univers sencer i ens obliga a dividir-lo". Hem de discriminar en el conjunt complet de condicions inicials només unes

quantas. Això que semblaria poder qualificar al determinisme d'una idealització només limitadament fiable com a mirall de la realitat, en resulta en un recolzament ontològic, constitueix la visió completament determinista de la realitat presa sencera, en tota la seva plenitud, com la seva veritat total, profunda i final. Perquè, segons l'exposició de Poincaré, si totes les parts de l'univers fossin presents en la informació, en la descripció de la situació anterior, i no només les parts pròximes i menys estranyes al sistema o fet en qüestió, el sistema romandria tancat, sense perturbacions o influències no contingudes en el càlcul, l'aparició de les quals, aquesta acció mútua, produeix un resultat que *ens sembla degut a l'atzar*.

Peter Milne, al voltant d'un problema plantejat a les propensions de llarg termini, diu que el resultat és que les propensions estan massa limitades a propòsit de l'espai de la seva aplicació:

"Poden ésser invocades per a dispositius experimentals que siguin pràcticament immunes als disturbis externs, com és el cas de la desintegració radioactiva. El seu domini d'aplicació no és més gran que aquell comunament atribuït a les propensions del cas singular. Dins aquest domini queden exclosos la mecànica estadística clàssica i els jocs d'atzar en universos deterministes."¹⁸

Com hem vist al començament d'aquest capítol, Fetzer no trobava cap problema en admetre que la teoria propensional (en la seva versió '*single-cas*') no pot donar compte d'aquestes situacions que considerem. Llavors la teoria propensional queda reduïda a un exemple com l'esmentat per Milne. Segons això, com Christina Schneider¹⁹ també reconeix, només és possible parlar de propensions, a la ciència física, en aquell àmbit la problemàtica del qual estimulà Popper a aixecar el concepte, la física quàntica, un terreny de la física que per la polèmica sobre la seva significació per al mateixos físics, i que per la manca d'unanimitat sobre el basament del seu status, seria propici perquè un concepte fosc com aquest de la propensió pogués encara continuar-se utilitzant. Més aviat, segons Kyburg, la teoria propensional ha servit per donar joc a la lliure imaginació:

"Un dels encisos de la teoria propensional és que permet -sembla posseir, efectivament, una propensió a provocar- una desassenyada especulació metafísica en un context on hom se sent amb llibertat enfront de limitacions quant a l'objectiu de proporcionar arguments metafísics."²⁰

No solament Fetzer allunya una interpretació propensional per a sistemes representatius com els jocs d'atzar o pròpiament físics com els de la M.E. clàssica, també un propensionalista com Giere s'inclina pel mateix parer:

"el domini quàntic proporciona els únics exemples convinents de sistemes ontològicament indeterministes. Aquest fet aixeca una seriosa qüestió sobre l'aplicabilitat d'una interpretació propensional a classes de sistemes tradicionalment associats amb la teoria de la probabilitat, e.g., jocs d'atzar, ja que tots els sistemes es troben almenys molt a prop d'ésser purament deterministes."²¹

V.1.2.- "Determinisme" i "subjectivisme". Buit (i accés) epistèmic

Ara bé, al mateix temps es pot assenyalar, com per exemple fa Février, que aquest indeterminisme és un 'indeterminisme de fet' en tant que no coneixem els moviments reals de les partícules, i nega que es doni un 'determinisme ocult'. Ho insinua pel procediment d'invocar un text de Costa de Beauregard et d'Espagnat on s'afirma que un atzar que produeix efectes objectius és necessàriament objectiu per si mateix, present a les coses com una indeterminació, i no un atzar present només en el nostre esperit com una ignorància. Mitjançant afirmacions de Beauregard²² d'aquesta mena, Février exposa una contradicció: "Però llavors, de fet, suposar el caràcter objectiu de l'atzar, és renunciar al vertader determinisme microscòpic del qual s'havia partit."²³

Aleshores la declaració de Février consisteix a negar que sigui possible afirmar la mecànica estadística com una teoria amb 'indeterminisme aparent i determinisme ocult', perquè si hi ha indeterminisme aparent, aquest ha d'ésser subjectiu, però si neguem la subjectivitat de l'indeterminisme, aquest ha d'ésser un indeterminisme de fet; i si és així, no hi ha determinisme. En qualsevol cas, l'afirmació que al principi es fa d'un determinisme ocult suposa negar que hi hagi un indeterminisme objectiu, però com que hi ha presència de l'atzar, val a dir, hi ha la intrusió d'un càlcul de probabilitats, llavors aquesta situació ha de donar entrada a la subjectivitat. Perquè el problema és que no és gens fàcil d'ometre una interpretació subjectivista de les caracteritzacions probabilístiques que són presents en aquesta física estadística. Com la mateixa Février reconeix en un moment donat, la hipòtesi del caos molecular "correspon a una concepció de l'atzar connectada amb la idea subjectiva d'imprevisibilitat"²⁴, i que el seu aspecte subjectiu consisteix en l'enteniment que la hipòtesi indica l'estimació de les possibilitats per a un observador que fa mesures sobre el gas.

I aquesta interpretació subjectivista té el seu seient en l'afirmació d'un determinisme de fons, i viceversa. Per a un partidari del determinisme mecànic, l'atzar hauria de reduir-se a la "nostra ignorància de les condicions microscòpiques reals i determinades, però inaccessibles."²⁵ Sembla de totes maneres que és clar que si s'adopta un rerefons determinista de les coses, si es qualifica els sistemes físics de deterministes, cada vegada que hi hagi una presència de probabilitats a les nostres teories no hi ha més remei que afirmar que aquestes probabilitats remetent exclusivament a alguna mena d'intromissió subjectiva. Com diu Settle, "el que podríem anomenar indeterminisme epistèmic es troba aparellat amb el determinisme òntic", i exposa un text de Keynes que és reflex del pes ambiental d'aquesta visió en el clima d'opinió de la seva època.

".. un acurat examen de tots els casos on diversos escriptors mantenen que es detecta la presència d'un 'atzar objectiu' confirma el punt de vista que 'l'atzar subjectiu', el qual té a veure amb el coneixement i la ignorància, és fonamental, i que l'anomenat 'atzar objectiu', és realment un tipus especial de 'atzar subjectiu'. Perquè cap dels defensors de 'l'atzar objectiu' desitja qüestionar el caràcter determinista de l'ordre natural."²⁶

Popper descriu el lligam entre determinisme i concepció subjectiva de la probabilitat en la seva incidència sobre la teoria física que ens interessa:

"Avui comprenc perquè tants deterministes, i fins i tot ex-deterministes que creuen en el caràcter determinista de la física clàssica, creuen seriosament en una interpretació subjectivista de la

probabilitat: és, d'algun mode, l'única possibilitat raonable que poden acceptar; perquè les probabilitats físiques objectives són incompatibles amb el determinisme; i, si la física clàssica és determinista, ha d'ésser incompatible amb una interpretació objectiva de la mecànica estadística clàssica."²⁷

Una manera neta i planera d'exposar els sistemes en resguard al seu "determinisme"/"indeterminisme" és l'exposició que fa Schneider²⁸ atenent a la potència predictiva sobre la successió d'estats d'un sistema. Una situació o dispositiu experimental determinista, SD , per a la família d'esdeveniments ($E : k \in K$) comporta una o més condicions suficients per a la realització d'un i només un esdeveniment E dels esdeveniments ($E : k \in K$). En una SD clàssica, com és la tirada del dau, hi serà realitzat un i només un dels resultats anticipats; és una situació on només es produeix un esdeveniment. En el curs del procediment de la tirada del dau s'obtenen i són exhibits, diu Schneider, tots els paràmetres, els seus valors i les condicions inicials. La SD és el procediment de tirada, amb un aparell estandarditzat, el dau, la superfície on el dau caurà. La situació establerta inclou l'establiment d'una condició suficient (complexa) per a la realització de l'esdeveniment associat. Malgrat que hi hagi de fet incorporada una situació sencera, només es troba sota descripció una part de la situació S , és a dir $SU \in S$. Aquest subconjunt, el SU , constitueix el conjunt de paràmetres 'controlats' o 'fixats' (o condicions inicials de l'experiment que estem considerant), i comporta, per a la família d'esdeveniments ($E : k \in K$) una condició (complexa), c , necessària per a cadascun dels esdeveniments E , però no comporta una condició suficient per a la realització de cadascun del esdeveniments; llavors, des de SU no és inferible quin esdeveniment es produirà. És així com, en relació a quin esdeveniment es realitzarà, es produeix un accés epistèmic incomplet des de SU , des del desconeixement d'almenys alguna condició suficient.

L'expressió 'propensió' serà restringida a denotar una entitat física independent en situacions o dispositius experimentals indeterministes, en les S que són ' SI '. En les S que són deterministes, SD , la noció de propensió no pot expressar, o no pot referir-se, a cap entitat física independent (simple o complexa). I si la propensió és exclusiva per a les SI , també a les SI l'ús del terme 'propensió' només té com a referent una genuïna entitat física però res més. La solució de Schneider té com a lloc d'origen -segons ella mateixa- el dilema que presenta la interpretació propensional de la probabilitat que féu Popper: en contextos deterministes la propensió resulta d'un buit si s'agafa referida a alguna situació física -interpreta Schneider que és la conclusió d'aquell dilema. La propensió només pot ésser significativa en aquells contextos deterministes quan és entesa com una mera noció epistèmica sense capacitat per a representar-hi cap fet físic. Aquest rebuig de la propensió o interpretació física en SD es deu al fet que en aquestes situacions hi ha quelcom "objectiu" -però no pas físic- (i aquest quelcom pot ésser qualificat i quantificat per una mesura de probabilitat). Anomena accés epistèmic (incomplet) a aquest "quelcom". L'expressió "objectiu" no ha d'ésser entesa com a referència a entitats físiques (complexes) independents, sinó que simplement significa "independent de subjectes, creences

personals" i de coses semblants. Per tant, Schneider reemplaça "objectiu" per "normatiu" com a paraula més escaient.

Com a tal entitat normativa, la mesura de probabilitat no pot qualificar-se de "vertadera" o "falsa", només com a "adequada" amb referència a certs criteris que, per la seva banda, tampoc no són "vertaders" o "falsos" sinó "adequats" o "intel·ligibles". Diferents criteris conduiran a diferents entitats matemàtiques adients per a qualificar (quantitativa o comparativament) l'accés epistèmic. Les mesures de probabilitat són teòricament ben establertes i una teoria com és la teoria estadística, produeix un ric magatzem de mètodes. A més a més, les mesures de probabilitat enllacen l'accés epistèmic amb les dades empíriques.

És 'accés epistèmic' perquè comporta una condició necessària, i és 'accés epistèmic incomplet' perquè no comporta cap condició suficient dels esdeveniments ($E : k \in K$) com a possibles realitzacions dels esdeveniments anticipats. Per tant, la noció d'accés epistèmic es presenta en *una relació que no és una relació física*, perquè es dona entre una entitat física, la condició (complexa), c , el SU associat amb una situació (*determinista*) S ($SU \in SD$) i els esdeveniments associats a aquesta situació SD , la família d'esdeveniments ($E : k \in K$), que constitueix una família d'entitats (complexes) només físicament possibles. Aquesta família donada a l'altre extrem de la relació, no es realitza a cap lloc físic, només s'hi realitza un dels seus membres en cada situació determinista, només un esdeveniment serà físicament real, però la família, sencera, com un tot, no és físicament real, només és una família de ben definits i ben concebuts estats de coses físicament possibles. Aquesta noció relacional d'accés epistèmic reflecteix, per consegüent, el fet que la situació determinista es trenca com a tal totalitat, des de la insuficient informació per a inferir des de les condicions conegudes els esdeveniments que s'obtenen dels esdeveniments físicament possibles, el conjunt del quals constitueix, diu Schneider, una ficció epistèmica, i, especialment, els esdeveniments de la família que es produeixen.

V.1.3.- Qüestió bàsica sobre la caracterització. Tipus de descripció (segons Nagel). Explicació internivells

Aleshores tenim que el nostre coneixement insuficient del sistema ens fa caracteritzar d'una manera indeterminista un sistema que en realitat és determinista. Però hi ha un punt de vista força assumit segons el qual aquesta manera de considerar l'assumpte podria estar constituint una parla pre-lògica, metafísica, confusa,.. La història de la ciència ens ha mostrat com teories donades per vertaderes han resultat falses o parcialment vertaderes, unes altres teories han vingut a limitar l'abast de la validesa de les primeres. Podríem assistir a un procés de la ciència on les teories caracteritzen la realitat a la seva manera, i possiblement en el futur aquestes teories siguin substituïdes per unes altres en una evolució potser interminable. En aquest context d'idees (on la mateixa noció de 'veritat' és qüestionada) que s'han donat al nostre segle, la noció de 'determinisme' s'ha precisat d'acord amb la

nova situació; ja no és una qualificació feta sobre la realitat. Perquè les teories científiques s'hi troben lluny de semblar definitives. Les teories caracteritzen sistemes on la realitat sembla ressaltada en alguns dels seus aspectes. Nous sistemes són caracteritzats (on apareixen ressaltats nous aspectes de la realitat) amb el canvi i la substitució de teories, o amb l'encontre de teories més amples (més abastants). Si deu mantenir-se un mot com el de 'determinisme' no serà doncs com a qualificació de la realitat mateixa, o de la relació del nostre coneixement amb la realitat, sinó que haurem de cenyir-lo més a les característiques dels productes sorgits del nostre coneixement.

Així, quan es parla de teories (científiques) distingirem allò que denominem la veritat de la teoria, el seu grau de certesa, la certitud de les seves prediccions. Això pertanyeria a l'àmbit de la confirmació o desconfirmació de la teoria, on intervenen contrastacions entre els valors de les variables amb processos de mesures reals. Aquest àmbit genera la seva pròpia problemàtica, però no li pertanyeria el terme 'determinisme', sinó que aquesta noció pertany a un altre aspecte de les teories que cal identificar, a la demarcació més interna a la pròpia teoria, a la seva estructura lògica. Per tant, és un punt de vista molt sovintejat dir que el terme 'determinisme' s'aplica fonamentalment a teories, i, per consegüent, que es presenta dins un context lògic; de manera que només pot predicar-se d'una teoria en relació a la caracterització que aquesta fa del sistema, i.e., en relació a algun conjunt específic de variables d'estat, a les propietats dels constituents del sistema. Així, per prendre'n un exemple, un autor com Rudner²⁹ explica que 'determinisme', correctament aplicat, és una informació sobre les propietats lògiques de la teoria, i només d'aquesta manera pot emprar-se, lingüísticament. Aquesta estructura lògica, en quant constitueix (o no) la teoria en determinista, presenta una qüestió independent a l'assumpte de si la teoria és probable o certa, i és una qüestió que presenta un "contingut relacional" en quant és relativitzada a les variables característiques que la teoria està emprant. D'acord amb això podem predicar el terme 'determinista' de la noció de sistema de la següent manera: "un sistema és determinista, en relació amb algun conjunt específic de característiques, només si hi ha una teoria determinista que prediu o explica els seus estats amb relació a dites característiques"³⁰.

Dir que la paraula 'determinisme' només pot ésser aplicada a les teories en el sentit relatiu a les variables dels sistemes és dir que la teoria és determinista en relació als seus sistemes. Això darrer pot semblar obvi, i donar la impressió d'estar envoltat en un cercle. Nagel³¹ també enuncia que "un conjunt de variables només pot ésser considerat com la classe de variables d'estat d'un sistema si hi ha una teoria que sigui determinista en relació a una descripció d'estat definida per aquelles variables." Explica aquest autor que, sobre un tema d'estudi empíric, i en el context d'un sistema determinista S, necessitem una teoria causal (si més no, en el sentit que "relaciona variacions en el temps d'un conjunt de magnituds amb altres magnituds"³²) que acceptem com a base per a decidir quines propietats seran les variables que ens permetin una definició (adiant a aquest tema d'estudi) de l'estat del sistema S. Nagel no deixa de banda que encara que sigui "una ximpleria afirmar això, no és trivial fer-ho."³³ Perquè allò que està enrera de l'afirmació que tota teoria causal és determinista en relació a la descripció d'estat d'un sistema (descripció emprada per aquesta teoria), és el fet d'una teoria causal,

però "indeterminista" en algun sentit, que obliga a resoldre el problema atenent a la descripció d'estat que fa la teoria.

Però la física quàntica no és el tema d'aquest treball, i ja hi ha plantejat un problema de clarificació amb el 'tipus de sistemes' que abordem ara. Àdhuc des del punt de vista que hem presentat amb el text de Rudner, no sembla que la qüestió s'aclareixi satisfactòriament perquè, quan a propòsit de la M.E., s'està dient que els seus "sistemes" són deterministes, això es diu per raó que aquests sistemes són els de la mecànica clàssica de partícules (MC), i es diu que resulta un indeterminisme epistèmic perquè el sistema pertanyent a la MC resulta ésser el mateix sistema (se suposa que el clàssic) sota consideració, només que, aquest sistema clàssic, en considerar-se un nombre molt gran de partícules mecànico-clàssiques constituents del sistema, inclou les mateixes variables estadístiques i, per tant, és, també alhora, un sistema de la mecànica estadística. Per tant, no sembla en principi que (sense ulteriors addicions) aporti una clarificació convincent aquest enfocament del determinisme pel determinisme de la teoria d'acord amb l'especificació dels seus estats.

En *L'estructura de la ciència* Nagel discuteix i nega la correcció de l'afirmació que la mecànica clàssica de partícules no sigui una teoria determinista. Però també hi discuteix i nega l'afirmació que la MC sigui l'única teoria determinista. Defineix una teoria determinista de les següents maneres:

"No obstant això, és correcte anomenar 'determinista' a una teoria si l'anàlisi de la seva estructura interna revela que l'estat teòric d'un sistema en un instant determina lògicament un estat únic d'aquest sistema en qualsevol altre instant. En aquest sentit, i a propòsit dels estats mecànics definits teòricament, la mecànica és, indiscutiblement, una teoria determinista."³⁴

La definició general de 'determinisme' ve donada per una anàlisi de la definició d'estat físic; la freqüent identificació excloent de "determinisme" amb "mecanicisme"³⁵ és equivocada perquè l'estructura (determinista) d'una teoria es defineix en relació amb la manera que té la teoria d'especificar l'estat del sistema que defineix. Les característiques genèriques de la descripció mecànica d'estat són, recorda Nagel, la 'finitud', la 'instantaneïtat' i 'individualitat'. Il·lustra i indica breument una manera sistemàtica de classificar tipus de descripció d'estat alternatius de la definició mecànica d'estat; perquè cadascuna d'aquelles tres característiques pertany a una família de característiques alternatives, podem obtenir tipus diferents de definir descripcions d'estat mitjançant l'ús d'una característica contrària a la que és pròpia de la descripció mecànica d'estat. Hi ha almenys tres parelles de característiques genèriques contràries que produeixen que hi hagi almenys vuit tipus lògicament possibles de descripcions d'estat. Com a teories que no fan una descripció d'estat com la que es fa a la MC indica la hidrodinàmica i l'elasticitat, la cinètica de gasos, l'electromagnetisme. La característica de "individualitat" en la descripció mecànica d'estat és explicada com segueix:

"...l'estat mecànic d'un sistema representa el que anomenarem una propietat *individual*, això és, una propietat que només pot ésser predicada amb sentit d'una massa puntual particular o d'un conjunt d'individus presos distributivament però no col·lectivament."³⁶

Ara bé, quan la variable no representa una variable que només pot ésser predicada, amb sentit, d'individus, sinó que representa una propietat estadística, tenim llavors un tipus alternatiu de descripció d'estat d'acord amb aquest tipus alternatiu de variable d'estat. Aquesta descripció d'estat que és definida en termes de valors d'una variable que representa una propietat que només pot ésser predicada d'un col·lectiu és aquella que es dóna, v.g., en la mecànica estadística, on les variables d'estat representen "valors mitjans de magnituds associades amb propietats de masses puntuals"³⁷: "Encara que la mecànica estadística no prediu els estats mecànics individuals de les molècules d'un gas, seria erroni concloure d'això que la mecànica estadística no és una teoria determinista."³⁸ Nagel en dóna dues raons. En primer lloc, la M.E. inclou les suposicions de la MC. Llavors, almenys en teoria, l'estat mecànic inicial de les molècules individuals determina unívocament l'estat mecànic en qualsevol altre instant. En segon lloc, la descripció d'estat mecànica-estadística es defineix en termes de variables d'estat estadístiques (no en termes de les variables d'estat de la MC). Llavors, la M.E. és una teoria estrictament determinista pel que es refereix a la seva pròpia manera d'especificar l'estat d'un sistema. Ambdues raons semblen independents l'una de l'altra. Si amb la primera Nagel ens diu que la 'M.E. "inclou" les suposicions de la MC', llavors el que sembla dir-nos és que la M.E. té com a sistemes als sistemes de la MC. Però amb això no es pot defensar el caràcter determinista de la M.E: si s'admet que els seus sistemes són els de la MC, el problema era que no podia donar compte d'aquests sistemes tal qual ells són d'aquesta manera (determinista); i que precisament, per aquesta impossibilitat, la M.E. produïa un indeterminisme epistèmic. Llavors hem de passar a la segona raó, on se'ns diu una altra cosa. Se'ns diu que el sistema és un altre que el d'abans, perquè l'estat no és definit com a la MC, sinó que les seves variables són estadístiques, i que, pel que fa a aquests estats de grans agregats d'individus, la teoria és tan determinista com ho és la MC sobre partícules individuals. Així, e.g., una afirmació d'una tenor com la següent conté una idea no explicitada que en certa mesura es compenetraria amb la caracterització que fa Nagel:

"Encara que Newton definí la llei que governa el moviment dels cossos sotmesos a recíproques interaccions, ningú, fins ara, ha trobat una solució explícita al problema pel que fa a més de dos cossos. (...) No obstant això, tota l'experiència acumulada demostra que, *a nivell macroscòpic, el determinisme és obligat.* (...) El gran nombre de graus de llibertat del sistema macroscòpic permet explorar, d'un cop, totes les possibilitats: *la combinació estadística dels comportaments de les molècules o de les partícules condueix a l'anul·lació de les fluctuacions locals.*"³⁹ [cursives són nostres]

Però allò que Nagel no fa, i hauria de fer, és mostrar de quina manera això que diu és compatible amb la seva definició de determinisme esmentada abans. Ha de mostrar que l'estat així definit permet que el sistema d'un instant a l'altra torni a ésser definit amb un estat únic (en lloc de mitjançant uns quants), amb un conjunt únic de valors de les variables (en lloc de diversos conjunts).

La preocupació de Nagel, que es fa palesa llegint tota la resta d'apartats del capítol, és assenyalar que hi ha determinisme⁴⁰ (i el rerefons dels seus arguments és la física quàntica). Però, precisament, aquesta és la qüestió: que hi ha determinisme; però que la teoria no prediu de la mateixa manera que es prediu a la teoria determinista de la MC. Es produirà un únic esdeveniment, i la teoria

només en pot predir diversos que possiblement es realitzaran; però no es produiran (ahora) tots ells. És, llavors, un resultat probabilístic que té el seu origen a les mesures estadístiques d'un conjunt molt gran. Això, segons Nagel, representa una "determinació lògica" relativa a l'especificació d'un estat definit amb variables estadístiques. Però, en canvi, la característica essencial d'una teoria determinista quant als seus sistemes, on sembla que gairebé tothom podria coincidir, és aquella que expressa Rudner quan diu que afirmar d'una teoria que és determinista és dir una cosa com la següent:

"A tota descripció de l'estat inicial d'un sistema, i per a un lapse de temps donat, la teoria hi assigna *una, i només una*, descripció d'estat terminal (és a dir, de les lleis de la teoria i de la descripció d'estat del sistema en t serà deduïble una i només una descripció d'estat per al sistema en $t'=t$)."⁴¹[*ausives són nostres*]

Cal tenir en compte que les explicacions estadístiques almenys es donen entre dos nivells diferents: "l'explicació estadística és, doncs, una explicació interpretativa i internivell"⁴². Bunge repeteix definicions d'explicació estadística que es poden resumir dient que consisteix a descobrir i mostrar com es produeixen estructures col·lectives (estadístiques) a partir de lleis del comportament individual dels membres d'aquell agregat estadístic, o dient que allò que explica és una regularitat pròpia d'un determinat nivell com a resultat del joc a l'atzar d'un gran nombre d'entitats d'una determinada classe (molècules, persones,...) pertanyents a un nivell inferior. També assenyala que les lleis individuals poden ésser determinístiques (no probabilístiques) o probabilístiques (indeterministes o estocàstiques). El que convé és assenyalar els nivells que són incorporats en la M.E., i com es correspon amb ells l'afirmació -defensada per Fetzer- que els sistemes d'aquesta teoria són "ònticament deterministes i epistèmicament indeterministes".

Nivell 1 (N.1). Que suposa el coneixement de totes les condicions inicials i la capacitat de seguir el moviment microscòpic. És un coneixement sobre totes i cadascuna de les molècules i el seu respectiu entorn, que ens en donaria la trajectòria en qualsevol instant. En aquest nivell es resol·drien les equacions dinàmiques de totes i cadascuna de les molècules.

Nivell 2 (N.2). On allò que es coneix són els valors mitjans, estadístics, dels valors de les variables corresponents al N.1. És a dir, consisteix en el tractament estadístic de les lleis dinàmiques de trajectòria del nivell inferior, les quals són aplicades a un conjunt de partícules i no s'apliquen als estats de cada particular molècula.

Nivell 3 (N.3). En el qual es coneixen un conjunt d'equacions diferencials mitjançant la intervenció de variables fenomenològiques, que se suposa que tenen una correspondència amb aquells valors mitjans de les variables del N.2.

En el nostre assumpte, el N.1 és aquell nivell que permet parlar d'un 'sistema ònticament determinista', el N.2 és el que correspon a la M.E., i el N.3 és la termodinàmica. Quan es parla de 'sistema ònticament determinista i epistèmicament indeterminista' es té en compte alhora els nivells 1 i 2, això és legítim perquè el N.2 treballa amb les variables i les equacions del N.1, encara que sigui sota un tractament estadístic, de manera que hi parlem per exemple de 'variables estadístiques', com deia

Nagel. Ara bé, entre el N.2 i el N.3 no es pot parlar sobre un mateix sistema com es fa amb N.1 i N.2, perquè les variables són distintes, aquí es tracta de distintes descripcions d'estat, els sistemes són diferents, i òbviament les teories corresponents. Tanmateix, el contingut de la M.E. és constituït per l'establiment de correspondències entre les variables corresponents a aquests diferents sistemes, de manera que les variables mecàniques estadístiques (respecte al N.1) en les quals consisteix la M.E. es relacionen amb les variables observables del N.3, la termodinàmica, i en conseqüència fan aparèixer a aquestes darreres variables fenomèniques també com a valors estadístics. L'indeterminisme epistèmic del N.2 es concreta per exemple en el fet que les seves mitjanes estadístiques no recullen les fluctuacions aleatòries de les molècules individuals. Les equacions del N.3, per la seva banda, corresponen a una descripció determinista, però si es té en compte la interpretació molecular que de les seves variables fa la M.E. tenim que aquestes variables s'expliquen com a resultants estadístiques que no tenen coneixement de les fluctuacions, això era el que donava lloc a parlar d'indeterminisme en la M.E., però ara també la termodinàmica és una teoria connectada amb l'indeterminisme. Si, al contrari, s'autonomitzen els nivells ocorre, tanmateix, que es pot dir, com deia Nagel de la M.E., que pel que fa a la seva pròpia descripció d'estat (estadística) el sistema (descriu al N.2) és determinista. Més encara, si es té en compte que les mitjanes estadístiques tenen la seva estabilitat gràcies a la cancel·lació de les fluctuacions, i.e., que les desviacions són menyspreables per al sistema constituït pel gran conjunt de molècules, llavors algú podria dir que és determinista la M.E. que hi fa un tractament deliberadament estadístic de les variables dinàmiques, com ho és la termodinàmica constituïda per variables que estan identificades com a estadístiques gràcies a la M.E..

Es pot insistir que la cosa correcta és la caracterització dels sistemes d'acord amb la descripció que ells contenen, i que segons això és permès parlar fins a un cert punt del mateix sistema per a N.1 i N.2, però que parlar com ho hem fet de la relació entre N.2 i N.3 per a la caracterització dels seus respectius sistemes és un procediment desautoritzat ja que es tracta de distintes descripcions d'estat. Però aleshores aquesta correcció conté la ignorància de la dimensió explicativa (de la M.E. quant a la termodinàmica), i.e., la ignorància de l'ús del procediment estadístic en la seva naturalesa d'explicació internivell. Això tampoc no sembla gaire afortunat. Ara correspondria pensar en la comparació de l'enfocament dels sistemes segons la 'descripció' amb les nocions pertanyents a la teoria de l'explicació.⁴³

V.2.- Confrontació de l'esmentada caracterització fetzeriana amb el propi projecte propensional

1. Sistemes tancats i dimensió explicativa

La distinció i caracterització que fa Hempel de les lleis universals i de les lleis estadístiques es basava explícitament en una interpretació freqüencial (com s'ha vist en II.3.). Fetzer havia unificat ambdós tipus separats de lleis mitjançant la caracterització disposicional de cada membre de la classe

de referència, i nega que una interpretació freqüencial de les lleis pugui donar compte de la distinció entre generalitzacions legals i accidentals, mentre que afirma que la seva interpretació disposicional sí que ho fa. El criteri de rellevància estadística de la rellevància explicativa de Salmon tampoc no pot distingir entre generalitzacions legals i generalitzacions accidentals, i, per consegüent, entre connexions causals i meres correlacions. Com hem vist (II.2.2.), el seu esquema permetia -pel mètode de desplaçament de propietats- establir com a factors estadísticament rellevants a factors que no tenien cap rellevància causal i/o explicativa. L'enfocament estadístic de Salmon també tenia com a basament una consideració freqüencial.

Hem vist al començament d'aquest capítol que, segons Fetzer, la citació del conjunt complet de condicions rellevants, que constitueix el requisit de màxima especificitat en la descripció d'un sistema, fa caracteritzar a aquest darrer com a sistema tancat (atès que la seva descripció inclou l'especificació de les condicions rellevants per a l'ocurrència dels seus resultats, això és, la citació de tota condició que impliqui una diferència en la seva conducta). En relació a l'ocurrència dels seus resultats, els sistemes es qualifiquen de deterministes o indeterministes (sota l'acompliment en tots dos tipus de la condició de tancats). Els primers produeixen els mateixos resultats en les mateixes proves sota les mateixes condicions. Els segons, en canvi, no produeixen en cada cas el mateix únic resultat, sinó diversos resultats encara que el sistema es trobi en cada cas sota idèntiques condicions i les proves siguin les mateixes. En el cas dels sistemes de la mecànica estadística, M. E., Fetzer s'apuntava a la proposta que aquests són sistemes que no estan tancats, que en relació als resultats no contenen l'especificació de totes les condicions rellevants, però que aquestes condicions existeixen.

En la possibilitat de diversos resultats, en cada ocasió de la tirada del dau, no hi ha diversos resultats sota les mateixes condicions, sinó una variabilitat de condicions en cada ocasió que produeix que qualsevulla de les sis cares pugui resultar-hi; si les condicions fossin les mateixes en cada ocasió, el resultat també seria el mateix. La nostra manca de control sobre les condicions, el fet que l'experiment sigui definit per la 'variabilitat' de les condicions al llarg de les 'repeticions' de la seva realització, el fet que el nostre coneixement no s'exerceixi sobre la situació rellevant, és allò que impedeix en cada ocasió on es repeteix l'experiment que no sapiguem quina de les cares es produirà. Aquest o un altre joc d'atzar podria servir com a "model", "esquema", "analogia" de la M.E.; ha de servir com a representació d'allò que succeeix a la M.E. Intuïtiva i aproximativament podríem imaginar que la cara resultant del dau representa el sistema macroscòpic de la termodinàmica fenomenològica. Que les condicions/sistemes microscòpics donats en cada experiment, i que fluctuen d'una a l'altra realització de l'experiment-sistema, correspondrien al sistema dinàmic subjacent. Aquestes fluctuacions, resultants d'aquella variabilitat, es cancel·len en l'estabilitat de la freqüència. En l'altra direcció, al valor d'aquesta freqüència correspon aquell resultat fenomenològic, la freqüència és el resultat aparent dels resultats macroscòpics sobre un conjunt infinit de repeticions (proves, ocasions) de l'experiment-sistema. En això consistiria, d'una manera molt aproximada, el nivell mecànic estadístic. La caracterització de la M.E. com a ònticament determinista s'adreça precisament al seu

status com a interpretació dinàmica de la termodinàmica, i això és un abonament respectable. Malgrat que històricament els orígens foren problemàtics pel rebuig de la hipòtesi molecular en física, la M.E. s'ha erigit com una teoria que té el recolzament d'utilitzar enunciats, variables, relacions que formen part del rerefons del coneixement acceptat per la comunitat científica. És a dir, les explicacions estadístiques *I-E*, com Hempel proposa això, estan relativitzades epistèmicament a la situació cognoscitiva donada pel conjunt *K* d'enunciats acceptats, en aquest cas per les lleis, la descripció, de la dinàmica.

Tornem a recordar que Fetzer unificava lleis universals i lleis estadístiques per tal com ambdós tipus són disposicionals, i, afirmava, aquesta presència disposicional a les lleis era el fonament de la discriminació de les generalitzacions no causals (les quals no tenen referència a disposicions reals). En remetre les freqüències, en la M.E., a les probabilitats subjectives i no a les probabilitats propensionals, Fetzer estaria negant que les explicacions de la M.E. continguessin enunciats disposicionals i, per tant, el seu status legal restaria molt minvat. Hem d'entendre, llavors, que les freqüències com a funcions de la nostra ignorància no proporcionen enunciats legals en les explicacions *I-E*, que aquestes explicacions, per consegüent, no són explicacions causals. (Recordem que la relació causal era reflectida només per les lleis, tant en Fetzer com en Hempel, encara que tots dos difereixen, en atribuir legalitat a les explicacions estadístiques el primer i no fer-ho el segon). Si som conseqüents amb la qualificació que fa Fetzer dels sistemes de la M.E., tenim, llavors, que a la M.E. s'expressen, més aviat, correlacions, generalitzacions accidentals. Aquest no és el punt de vista de Popper, qui considera que els enunciats estadístics a la física són objectius i corresponen a lleis, tant en les seves reflexions sobre la M.E. com perquè, en general, les conclusions estadístiques no poden derivar-se de probabilitats subjectives:

"En aquesta oració he afegit les paraules "i una llei probabilista (o un enunciat de probabilitat) es considera", per ressaltar l'argument que els enunciats de probabilitats (en física) són equivalents a lleis (atès que concerneixen a repeticions virtuals)."44

2.La qüestió de la potència explicativa de la M.E.

Però aquella perspectiva per a la M.E. és massa forta. Una cosa és que la M.E. sigui una teoria intermèdia que intenta reconciliar aspectes fenomenològics amb constituents moleculars de la matèria mitjançant lleis ponts, i discutir que aquesta sigui una empresa completa i àdhuc realitzable sota exigències gnoseològiques i metodològiques, i una altra cosa és que la pròpia reflexió metodològica no pugui admetre els enunciats de la M.E. en els seus models explicatius. La raó és que el concepte clau dels models explicatius de Hempel (a propòsit dels quals Fetzer adapta la seva perspectiva disposicional de les lleis), és la 'llei cobridora', la subsumpció, noció que permet establir les connexions interteòriques i les xarxes teòriques entre reconstruccions formals de les teories. D'això, l'exemple paradigmàtic i sovint esmentat n'és la cobertura de lleis de Galileu per les de Newton. Precisament, la M.E., per la seva naturalesa internivell, s'ofereix com un exemple

d'explicació interteòrica. La peculiar situació de la M.E., els sistemes de la M.E., fan coincidir Fetzer amb Hempel, per diferents camins, és obvi, a propòsit que les explicacions de la M.E. no serien explicacions causals, no reflecteixen relacions causals. Precisament, quan aquesta teoria correspon a l'esforç científic per establir les connexions causals de les relacions entre les variables fenomenològiques, de manera que aquestes relacions siguin compreses en el conjunt del coneixement de la ciència física.

Però, tot i així, hem d'advertir que els criteris que qualifiquen els sistemes de la M.E. es poden basar en la visió interteòrica que s'adopti, i llavors cal recordar la conclusió de l'anterior secció. Acceptem primer que la descripció dinàmica de la mecànica permet fer ús del mot 'determinisme' com a denominació de relacions causals o simplement de les connexions entre descripcions d'estat en intervals temporals (això intervé en l'explicació i predicció d'esdeveniments). Llavors, la M.E., quant fa emprament (estadístic) de les variables que intervenen en la descripció dinàmica, és quan es caracteritza com a ònticament determinista i epistèmicament indeterminista. No obstant això, si es considera la M.E. aïlladament, oblidant que per la naturalesa de les seves variables té com a referència última als sistemes dinàmics, llavors es pot dir que, referent a la seva pròpia descripció d'estat, la M.E. actua com una teoria determinista, com volia dir Nagel. Si recordem que les variables termodinàmiques són interpretades com a resultats estadístics per la M.E., llavors, si qualifiquem la M.E. de (epistèmicament) indeterminista també haurem d'afirmar que la termodinàmica és una teoria indeterminista en aquest sentit. Si, al contrari, considerem la termodinàmica en la seva pròpia identitat, llavors aquesta teoria fa ús d'equacions diferencials deterministes, a més aquest punt de vista rebutjaria allò que hem dit just abans, amb el poderós argument que pren en consideració que les variables d'ambdues teories són de diferent tipus.

Aquesta darrera consideració ens adreça a la impossibilitat actual de solucionar la situació recurrent a les connexions interteòriques mitjançant les reconstruccions formals de les teories en qüestió. S'han fet aquestes reconstruccions per a les xarxes teòriques de la mecànica i de la termodinàmica. Atès que, dintre el mateix context, la reducció de la termodinàmica a la M.E. encara és un projecte (el qual sembla exercir-se per la via de la mecànica estadística quàntica)⁴⁵, sembla, des d'aquest punt de vista formal, que ambdues teories hagin de coexistir separades i que resulti insuperable la distinta naturalesa dels seus respectius tipus de variables. Això no obstant, l'anàlisi de les variables com a conceptuades en diferents classes no fa justícia a la qüestió que la ciència empírica treballa amb aquestes variables sota derivacions teòriques que les tracten com a corresponents, en el fons, a la mateixa natura física, i que l'anàlisi no pugui reflectir aquesta situació del discurs científic no pot fer-se sense minva per al conjunt de la reflexió metodològica.

3.El problema de la referència disposicional de les hipòtesis estadístiques

Hempel afirma, com el mateix Fetzer comenta⁴⁶, que les hipòtesis estadístiques són afirmacions disposicionals, que en un enunciat de probabilitat no s'atribueix una freqüència en el passat o en el futur, sinó la disposició a projectar el resultat en el llarg termini. Hempel fa servir com a exemple la tirada d'un dau (tetraèdric en lloc de cúbic, tan se val, òbviament) les cares del qual són marcades: "I", "II", "III", "IV".

"La cosa que l'enunciat de probabilitat atribueix al tetràedre, doncs, no és pas la freqüència amb la qual s'obté el resultat III en tirades reals passades o futures sinó una certa disposició, a saber, la disposició a presentar el resultat III en aproximadament un de cada quatre casos."⁴⁷

Immediatament després assenyala que es pot emprar una oració condicional subjuntiva per a caracteritzar la disposició: "si es tira el tetràedre una gran nombre de vegades, s'hi obtindrà el resultat III en un quart dels casos, aproximadament."⁴⁸ En la nota a peu de pàgina, Hempel indica una afirmació de Carnap que entén com a similar a la seva i, també, que aquesta concepció disposicional "sembla també estar en íntim acord amb la interpretació per la propensió propugnada per Popper", i encara recorda que sota aquesta interpretació es "considera la probabilitat com una propietat característica del preparatiu experimental", i "no com la propietat d'una successió," com se sosté a la "interpretació purament estadística o freqüencial". També indica: "Així, les implicacions en la forma de condicionals contrafàctics i subjuntius són característiques dels enunciats legals tant de forma estrictament universal com estadística."⁴⁹

En el marc d'aquesta mena de coincidència de Hempel amb les seves pròpies propostes, Fetzer es dedica, nogensmenys, a assenyalar la diferència que separa a tots dos ells quant a establir les condicions suficients per tal que un enunciat sigui considerat com un enunciat legal, per abordar després la tasca d'assimilar la seva teoria propensional als models explicatius de Hempel, i mostrar la viabilitat com a projecte filosòfic de la teoria propensional atès que pot respondre com a teoria de l'explicació. Però ara no es tracta d'això. La qüestió és que Fetzer ha d'oferir una solució enfront de dues afirmacions. Quan diu que en els jocs d'atzar i en la M.E. es presenten freqüències com a resultat de la nostra ignorància, és a dir, com a probabilitats subjectives i no com a probabilitats referides a propietats físiques (disposicionals). D'altra banda, l'afirmació que els enunciats probabilístics són enunciats disposicionals.

Tornem a repetir que les disposicions físiques són el contingut fonamental dels enunciats legals i, per tant, la base teòrica que permet distingir entre generalitzacions legals ("causes") i generalitzacions accidentals (correlacions), i així mateix el concepte que unifica les lleis universals i les lleis estadístiques. En aquest marc, ara, es planteja una nova qüestió. Hem de distingir, sobre els enunciats de la ciència física, entre disposicions físiques i "disposicions subjectives" atribuïdes a objectes físics. Per a poder fer aquesta distinció, la resposta fetzeriana consistiria a afirmar que si el sistema no és tancat, si el sistema no es troba sota una descripció màximament específica "de les condicions rellevants que desencadenen les manifestacions" d'una disposició específica (de força universal o probabilística)⁵⁰, llavors la disposició no és física (i la "disposició" és subjectiva, ens

permetem de dir-ho d'aquesta manera, nosaltres, no pas Fetzer). Però aquesta resposta no és gaire passadora quan es pot tenir sota discussió precisament si el sistema no és legítimament tancat (si el tancament és rellevant per als objectius explicatius) si el sistema és veritablement caracteritzable com a ònticament determinista i epistèmicament indeterminista.

Tot i així, si un esdeveniment físic és intervingut per un enunciat probabilístic, el qual és caracteritzable com si contingués una disposició, resulta difícil assumir que aquesta disposició no sigui atribuïble al món físic sinó que tingui com a referent el coneixement d'un subjecte. Sembla que una "disposició" subjectiva només sigui possible atribuir-la a subjectes, als seus estats mentals o accions, però no a experiments físics ni a cap relació nostra amb ells. Aquest és, al contrari que Fetzer, el punt de vista general de Popper:

"...la concepció que una teoria probabilista és el resultat de la falta de coneixement duu, sense escapatòria, a la interpretació subjectivista de la teoria de la probabilitat; és a dir, a la concepció segons la qual la probabilitat d'un succés mesura el grau de coneixement (incomplet) d'algú sobre aquest succés, o el seu grau de "creença" en ell.

Nogensmenys, porto molts anys tractant de mostrar que seria pura màgia si fóssim capaços d'obtenir coneixement -coneixement estadístic- a partir de la ignorància."⁵¹

A més a més, aquesta dificultat s'acreu quan aquella distinció de disposicions sobre enunciats de la física ens obliga a pensar que aquella "disposició", resultat de la nostra ignorància, no pugui contemplar-se, sota una sospita raonable, com essent en relació amb, o que sigui reflex de, la manifestació d'una disposició real. Sobretot, tenint en compte el context propensional on ens trobem, és a dir, sota una proposta que precisament submergeix l'univers com el medi d'una ontologia disposicional, Fetzer hauria de desenvolupar la seva tesi que en contextes deterministes tenim freqüències que només són el resultat de la nostra ignorància. Diem que la probabilitat és de 1/4 per a obtenir el resultat III quan es fa rodolar el tetràedre.

"..si bé aquesta afirmació ens diu quelcom sobre la freqüència (...) no la podem concebre simplement com especificant aquesta freqüència per a la classe de tots les tirades que, de fet, es facin amb el tetràedre."⁵²

Si aleshores es parla de l'existència d'una disposició serà difícil entendre de quina manera pot ésser que aquesta disposició sigui una altra cosa que una disposició física. Si, tot i així, se sosté que la disposició no és física, sinó que la disposició és el resultat de la nostra ignorància, llavors s'ha d'explicar la manera, plausible per a l'enteniment, com una disposició atribuïda a un objecte o esdeveniment físic no correspon pas a una propietat física, i si tal cosa és admissible. Davant aquest problema el projecte al qual s'adscriu Fetzer, de probabilitats físiques com a valors de propietats disposicionals físiques i no pas mentals, deriva vers un camí de complicacions i inseguretats per a tot el projecte.

Aquest projecte pot admetre que existeixen àmbits on les probabilitats assignades són probabilitats subjectives. De fet, entre un bon nombre d'autors, tant subjectivistes com objectivistes, s'accepta que hi ha àmbits que corresponen exclusivament als primers i d'altres per als segons. Però ara

estem parlant de l'àmbit peculiar al qual corresponen les tirades de daus sota la caracterització del projecte de probabilitats físiques per l'afirmació de l'existència de disposicions físiques, concepte, aquest, que és clau en aquesta caracterització. Fetzer hauria d'abandonar la consideració continguda a l'afirmació de freqüències com a funció de la nostra ignorància en sistemes ònticament deterministes i epistèmicament indeterministes on les freqüències no són manifestacions de propensions. O bé, si vol mantenir aquesta afirmació, hauria d'aclarir la qüestió que aquí hem exposat. En l'article on duu a examen l'afirmació de Hempel, Fetzer es dedica a altres qüestions, passa per damunt del problema que aquesta afirmació produeix en la seva pròpia teoria; a més, és prou explícit que Fetzer assumeix aquesta afirmació de Hempel, l'observa com a coincident amb les seves pròpies afirmacions, com una part de la seva pròpia tesi, i després es dedica a l'examen d'altres afirmacions de Hempel que divergeixen de les seves. No veu, en aquell moment, cap problema en aquella afirmació, tampoc no sabem que contempli en posteriors articles que hi hagi un desencaixament entre els dos continguts de les seves propostes. Tanmateix, hauria de respondre a la confusió exposada com un bàsic aclariment conceptual. Aquest aclariment (com per exemple, hi penso, en la teoria particular de la M.E., on hi ha un aspecte crucial que podria utilitzar-se com un exemple d'aplicació específica del problema) es tracta de la qüestió de la nostra implicació subjectiva en el tema de la irreversibilitat, de la direcció del temps, que emergeix de la tendència o "disposició" dels sistemes a evolucionar vers l'equilibri).

4.Presència d'enunciats disposicionals a la M.E. Significació explicativa

Precisament, en la termodinàmica trobem l'afirmació que per a un sistema aïllat existeix dins seu una tendència inexorable que el fa evolucionar fins a assolir un "objectiu": la seva permanència en un estat d'equilibri. Aquesta explicació que utilitza la idea d'una aproximació vers l'equilibri es presenta com un exemple escaient del tipus de sistemes dirigit per una causa final:

"..exhibeixen un caràcter teleològic, ja que afirmen que dintre de condicions especificades els sistemes d'un cert tipus tindran tendència vers un estat de classe R, que d'aquesta manera adquireix aparença de causa final, determinant el comportament del sistema."⁵³

El caràcter teleològic es desprèn de la hipòtesi d'un tendència de certs sistemes a mantenir-se o retornar a aquell tipus d'estat, i Hempel recorda que les lleis d'aquesta classe "que atribueixen un comportament característic orientat vers una meta a sistemes de tipus específics, no són alienes a la física i a la química."⁵⁴ Hempel estudia els sistemes teleològics en el context d'una anàlisi que fa de la investigació qualificada de funcionalista i, en particular, del tipus de sistemes teleològics en quant caracteritzables sota l'aspecte d'una hipòtesis d'autoregulació. Es preocupa de mostrar que tal tipus de lleis en tal tipus de sistemes són traduïbles a "explicació per subsumció a lleis generals que tenen una forma causal més obvia" sota el context de la demostració que "les hipòtesis funcionalistes, tot incloent-hi les d'autoregulació, poden ésser expressades sense emprar per a res la terminologia

teleològica"⁵⁵, i destruint així la idea d'un suposat caràcter peculiar de l'anàlisi funcional com a separat de la seva teoria de l'explicació per a les ciències naturals.

Quan parlem de la tendència d'un sistema entrem en un camp semàntic que propicia haver de parlar de 'disposició'. Però, un comentari que fa Hempel concreta el lloc del concepte de disposició en l'anàlisi d'aquests sistemes. Ja dèiem que Hempel es concentra en l'explicació funcional. Una mena d'explicació que sembla un bon representant d'enunciats teleològics a les ciències, i, dintre d'això, particularitza el seu enfocament en les hipòtesis d'autoregulació. La raó d'aquesta concentració de la seva atenció es troba en la consideració d'aquestes hipòtesis com a més respectables dintre de les funcionals, perquè és només en aquests casos, segons Hempel, on el significat predictiu de l'anàlisi funcional no és pràcticament nul.⁵⁶ I és precisament en el seu estudi d'un sistema autoregulat on Hempel fa aparèixer el concepte de disposició com el concepte necessari perquè els sistemes autoregulats puguin ésser caracteritzats sense fer ús de la noció de 'causa final'. Quan el comportament actual d'un sistema s'explica per la seva evolució o la seva futura tornada a un estat especificat, sosté Hempel que és "insostenible" afirmar que el seu comportament és determinat per una "causa final". Perquè aquest futur retorn és una possibilitat que, per interacció amb altres perturbacions, podria mai no produir-se (utilitza l'exemple de la recomposició autònoma de la hidra). (Nosaltres en podríem dir que el valor de la propensió pot variar al llarg del procés per la intervenció d'interferències causals externes.)

"Per tant, allò que justifica els canvis actuals d'un sistema autoregulat s , no és pas "l'esdevenimentalitat futura" que s estigui en R , sinó més aviat la disposició actual de s de retornar a R . És aquesta disposició la que és expressada a la hipòtesi d'autoregulació que governa el sistema s ."⁵⁷

En resum, constatem l'existència en la M.E. d'explicacions amb enunciats que per ells mateixos són susceptibles de ésser tractats com si continguessin disposicions i, a més, com hem vist, amb raons analítiques per a ésser tractats d'aquesta manera. Un informe propensional ha de prestar, en principi, una considerable atenció a l'existència d'aquests enunciats probabilístics disposicionals de tanta importància a la M.E. No sembla oportú, ni encaixat amb la defensa del seu propi projecte, una teoria propensional que des del principi es desentén d'una prèvia atenció a un exemple tan cridaner per als seus interessos des de la urgent proclama que les probabilitats postulades a la M.E. no corresponen a la manifestació d'una propensió. Sembla que només pot prendre aquesta posició a costa de fer trontollar el conjunt del projecte, d'un buidament definitiu de la proposta propensional.

Una conseqüència de l'afirmació que les freqüències descrites en la M.E. són funcions de la nostra ignorància és que no és físicament real la fletxa del temps assenyalada per les lleis de la termodinàmica; o millor dit, els processos irreversibles de la termodinàmica, el nostre món observable, només és físicament real parcialment, és fals en l'estructura (legal) real del món. El nostre món, descrit per la nostra observació i el nostre coneixement, és una il·lusió. El problema para Fetzer -i que ell estendria a tota la teoria de les propensions- és que en afirmar la subjectivitat en la M.E., i, per tant, de

la fletxa del temps termodinàmica, se sostrau a la direccionalitat temporal que es essencial a la concepció propensional com a hipòtesi metafísica que és.

Pot ésser que Fetzer intenti un concepte de propensió que eludeixi la seva "càrrega" metafísica, cosa que no ha explicat però podria ésser la intencionalitat subjacent a la seva afirmació de subjectivisme per a la M.E. Si això fos la comprensió de la seva posició, aquesta posició hauria de desenvolupar-se i exposar-se. Però el que defensem és que tal desenvolupament no és possible, perquè no té sentit.

Baixant al detall, la idea de propensió resulta vaga, com a fora de joc, inútil i incòmoda, fins i tot intractable, un "pegot metafísic" com dirà Schneider. La idea de propensió només té significat en la comesa que compleix en la solució a la reflexió que Popper proposa. La recomposició filosòfica d'una figura coherent en els continguts de la ciència física, relativitat i quàntica, com també composició filosòfica, des de l'atenció a les teories científiques, d'una visió del món, d'uns camins que apunten a l'enllaç entre física, biologia i coneixement. Això requereix, en la proposta popperiana, la defensa d'un cert "programa metafísic d'investigació", l'aposta per l'indeterminisme, pel realisme, l'entrada de la possibilitat a la concepció física, un tractament no-clàssic del temps. La concepció propensional té significat en aquesta situació; fora d'ella, la propensió pot ésser que no sigui ni tan sols un concepte (acceptablement definit). La justificació, a més, d'aquest propòsit popperian es troba en la circumstància que sempre hi ha una intervenció metafísica a la ciència, àdhuc quan es pretén que no n'hi hagi, i, a més a més, aquesta intervenció adquireix sentit en la resolució dels problemes presentats per aquells ulteriors desenvolupaments de la ciència física, problemes que només són debatibles, en la actualitat, metafísicament; i en aquest debat, la proposta metafísica popperiana es justifica perquè es pot defensar enfront de les alternatives, perquè és la metafísica més 'racional'.

Fetzer no pot ometre tot això sense buidar de significat i de defenses a la teoria propensional de la probabilitat. La seva eliminació de l'objectivitat, del realisme, en el tractament probabilístic consubstancial a la M.E. és una eliminació de l'essència propensional, del contingut del seu *definiens*. Si pretén definir la propensió sense les raons esmentades, llavors no es podrà veure quin sentit té continuar parlant de propensions. Un establiment de les propensions lliurades d'aquells continguts, implicant que no es pot definir una probabilitat objectiva en la M.E., no és una anàlisi de la concepció propensional de la probabilitat, no pot constituir-se en una teoria propensional. La interpretació propensional ha de poder ésser aplicada a la M.E.; si al contrari d'això, tant se val a on pugui aplicar-se o defensar-se, si les probabilitats en la M.E. només poden interpretar-se com a subjectives, llavors no hi ha cap interpretació propensional de la probabilitat que no arribi a tenir altre sentit que no sigui, a tot estirar, merament instrumental. Amb això no es veu per què s'ha de proposar una interpretació realista de caire propensional -i no, per exemple, freqüencialista, o simplement no realista- per a les principals probabilitats presents en la física. S'ha de donar compte, doncs, de la problemàtica propensional que representa la conseqüència fetzeriana del rebuig a la següent afirmació popperiana:

“La interpretació propensional és, crec, la de la mecànica estadística clàssica. Boltzmann parlà d’una *tendència*. Però penso que descriu millor allò que els autors clàssics realment tenien en ment quan parlaven del quocient de l’equipossibilitat per als casos possibles: pensaven que aquest quocient era una mesura (una mesura particularment important i convenient, encara que no la més general) de la propensió, característica de certes condicions especificades per a la producció d’un cert esdeveniment.”⁵⁸

Capítol Sisè.- Plantejament determinista d'explicació.

Objeccions a la proposta propensional

VI.1.- Relativitzacions de les propensions

D'acord amb Popper, dèiem en III.1.1. que les probabilitats, en quant propensions, són propietats de la totalitat de la situació física, que el valor de la probabilitat és influït per aquella dependència situacional. Òbviament, com que les probabilitats canvien en canviar les condicions situacionals, les probabilitats són també propietats de la manera particular de canvi de la situació. Això és una manera de dir que les probabilitats resulten de relacions entre entitats físiques, siguin “senzilles” com cossos físics, o més abstractes com corrents, camps o també altres probabilitats –ja que aquestes també són entitats físiques, abstractes i objectives. També assenyala Popper que les probabilitats poden ésser relacionades per lleis, les probabilitats resulten d'altres probabilitats o es pot dir que interactuen entre elles. També s'indicava en aquell apartat que l'especificació de les circumstàncies que constitueixen la situació física descriu el procés causal o la interacció dels processos causals que es creuen. Aquests processos causals, segons Salmon, transporten probabilitats, les quals poden romandre constants o poden canviar tal com el procés continua, sigui per les característiques pròpies del procés o situació, sigui per l'acció d'altres processos externs (fem servir a Salmon per a il·lustrar l'aspecte situacional físic i canviant de les propensions, encara que la concepció que Salmon fa de la noció de propensió és d'una heterodòxia que se surt de la teoria propensional). Al cap i a la fi, tot això pot també expressar-se dient, com fa Popper, que la situació determina la propensió; això deu voler dir que la probabilitat és causada per la situació, i, és clar, aquest entorn situacional constitueix, també, probabilitats, un camp de propensions. Però, alhora que la probabilitat té aquesta dependència situacional, resulta que la probabilitat com a propensió, com a propietat disposicional, significa també que és causal; la propensió significa subministrar una explicació causal probabilística de l'evolució d'algun objecte que forma, alhora, part del camp de propensions.

La lectura de tot això pot exigir una detenció i la reclamació que és hora de preguntar-se pel guany que té parlar de propensions i de camps de propensions, quan resulta que aquests termes introdueixen una nova entitat física que pot ésser eliminable ja que, com estem veient en tot el que s'ha dit, és reemplaçable per termes més típics que no al·ludeixen noves entitats, com els de condicions de la situació física o de processos causals -simplement, les característiques o entitats utilitzades típicament en el llenguatge científic usual. La introducció d'una nova entitat ha d'ésser justificada, i això no sembla fàcil quan el terme que l'anomena apareix tan confós amb altres ja usats i que per si mateixos també permeten la seva rebutjabilitat i substituïbilitat.

Cal, llavors, veure en detall l'aspecte de les crítiques que precisen l'ambigüitat del concepte propensional o la manca d'autonomia d'aquesta visió, com també, en conseqüència, l'argumentació de la manera en la qual es poden substituir les "explicacions" propensionals per explicacions que facin intervenir aspectes físics que eviten l'ús de propensions, cosa que mostraria que no hi ha res que inexcusablement només es pugui explicar recorrent al concepte de propensió; com veurem aviat això és el que fa, per exemple, Schneider¹.

Kyburg² advertí que hi ha diverses qüestions que les teories propensionals generen per si mateixes i sobre les quals no hi ha resposta unànime per part dels diferents autors que n'han parlat des d'alguna actitud positiva. Kyburg assenjala quatre aspectes sobre els quals els propensionalistes sostenen opinions diferents, i distribueix els autors segons les solucions proferides.

(1er.) Un aspecte de disparitat es troba en decidir a què atribuïm la disposició: a un *chance set-up* (Hacking, Levi), a proves uniformes de l'experiment (Popper), a una seqüència aleatòria (Gillies), a un objecte (Mellor, Peirce), a proves particulars (Fetzer). (2on.) Un altre aspecte es refereix a la naturalesa de la disposició. Freqüència relativa de llarg termini (Peirce, Hacking, Levi). Llarg termini més aleatorietat o independència (Gilles, Popper(?)). Classe de prova o objecte físic (la propensió sempre s'exhibeix en una distribució d'atzar -caracteritzada en cada prova- (Mellor)). Prova en un *chance set-up*; propensió només exhibida en una distribució de freqüències sobre el llarg termini (Fetzer). (3er.) També hi ha discrepàncies al voltant de la semàntica. Disposició directament revelada en algun món possible prou gran (Hacking, Levi, Gillies, Popper, Peirce). Disposició exhibida directament en cada món possible; exhibició, alhora, mesurable en un món prou gran (Mellor). Disposició revelada indirectament amb alta probabilitat en un món possible (Fetzer).

Encara hi assenjala un quart aspecte de disparitat que retola amb el nom de 'significativitat empírica'. Però, en general, gairebé totes les disparitats que vulgui trobar Kyburg al llarg d'exposicions més o menys desenvolupades podrien confluïr en les complicacions que presenten l'aclariment d'uns aspectes bàsics. A més de la qüestió del contingut empíric de les assercions propensionals, s'hi afegeixen com a centres de les crítiques la predicació de les propensions i el tractament dels predicats disposicionals, com la particular disposicionalitat de les propensions enfront d'altres disposicions.

1. Atribució de les propensions. Tipus d'experiment/classe de prova i esdeveniments

Així, pel que fa al problema d'allò a què s'atribueixen les propensions, Sklar³, en la seva anàlisi crítica de la visió disposicional de la probabilitat, puntualitza, a propòsit de *l'atribució de la probabilitat*, que l'afirmació que la probabilitat és la probabilitat d'algun determinat resultat pot entendre's com una relació disposicional entre la particular disposició i els possibles particulars resultats-estats de coses concrets; o bé -i Sklar n'adopta aquesta segona anàlisi- com una relació disposicional entre la particular disposició i un universal (un tipus de resultat determinat). Primer s'ha de definir la propietat disposicional explicitant el subjuntiu. Si es pren com a exemple la tirada d'una moneda, es pot veure la propietat disposicional implicada en aquest cas mitjançant una formulació contrafàctica: "Si fóssim a repetir un experiment d'aquest tipus un nombre infinit de vegades, el límit de la freqüència relativa (*FRL*) de les cares en la seqüència seria $1/2$ ". D'aquesta manera la propietat disposicional queda definida per la versió explícita del subjuntiu. Diu Sklar que el contrafàctic quedaria anul·lat si l'experiment només pogués ocórrer una sola vegada, si no es pogués repetir 'l'experiment' que és el tipus o classe d'experiment al qual es refereix, al qual pertany aquest experiment particular, aquesta tirada concreta.

Per a Salmon un dels majors problemes del propòsit de donar compte del cas singular és -de la mateixa manera que per a una interpretació freqüencial- el que anomena el problema de la *unicitat*. Els propensionalistes critiquen del freqüencialisme l'assignació de diferents valors probabilístics per a l'esdeveniment singular segons la seqüència triada com a classe de referència. Però, ara, adverteix Salmon, el problema per als propensionalistes es aquell assenyalat per Popper de determinar a quines propietats (entre totes les propietats de les condicions experimentals del *set-up* o *preparatiu experimental*) és relativa la probabilitat. Diu Salmon:

"Estem parlant de la tirada d'un dau vell, trucat o no pas? O parlem del mètode de llançament? O fem la tirada mitjançant un gobelet? O per una persona esquerrana? o des d'una altura sobre la taula? o amb un moment angular aproximadament especificat?"⁴

Per a Kyburg⁵, la propensió es pot atribuir, segons algun autor propensionalista, a l'objecte físic, com la moneda, que tindria una determinada propensió per a treure creus quan la llancem amb un aparell 'estàndard', però en tindria una altra si és llançada amb un aparell 'no estàndard', o també l'objecte podria no ésser la moneda, i llavors es pot dir de la propensió de 'determinats aparells per a produir creus quan llancem una moneda estàndard'. O també, com a conseqüència d'una consideració més relacional, es pot atribuir al preparatiu experimental, com fan altres autors. O bé, les propensions s'atribueixen a alguna cosa que satisfà la descripció de l'anomenat '*chance set-up*'.

"Un *chance set-up* és un mecanisme o part del món on podrien ésser conduïdes una o més *proves*, experiments, o observacions; cada prova ha de tenir un únic resultat, el qual és un membre d'una *classe de resultats possibles*."⁶

La caracterització de les propensions com a generades per les condicions del *set-up* (o simplement preparatiu experimental) és entesa de la següent manera:

"Es comprenen els *chance set-ups* com la determinació de quins són *els trets que romandran sense alteració d'un assaig a l'altre*, i.e., com a determinant aquells trets que identifiquen el *chance set-up* que s'està fent servir. Les propensions es conceben com a propietats d'aquestes característiques permanents, i com a determinades per aquestes característiques. Un *chance set-up* és un *tipus de preparatiu experimental*, no un preparatiu concret particular. Com que una propensió es manifesta en una seqüència d'assaigs sobre un *chance set-up*, aquest darrer ha d'ésser present en cada instanciació del preparatiu-tipus."⁷ [Les cursives són nostres].

Es podria distingir, com diu Kyburg que es fa, entre el *chance set-up* o tipus d'experiment (aleatori) i les classes de proves o assaigs, i llavors s'entén que les probabilitats atribuïdes al *chance set-up* depenen de les classes de proves que realitzen aquest *chance set-up*, de manera que aquest darrer té una propensió a produir un determinat resultat quan es troba subjecte a una determinada *classe de prova*.

Podríem entendre que aquesta distinció ha estat remarcada per P. Milne⁸. Ell defensa aquesta *relativització de les propensions* -si podem dir-ho així- sota la distinció entre l'experiment i la prova o assaig; relativització que té com a conseqüència (en realitat, com a supòsit) el rebuig de les propensions, de la naturalesa *disposicional* de la probabilitat. La idea de la interpretació propensional és que les propensions siguin determinades per la situació experimental de tipus atzarós, l'anomenat 'tipus de preparatiu experimental (aleatori)' (o *chance set-up*). Però les propensions poden ésser dutes a terme mitjançant els assaigs que instanciïn aquella situació. Segons això, Milne afirma que les propensions han d'ésser relativitzades a aquests assaigs o proves. Perquè la probabilitat d'un resultat no és ben definida si només es refereix al tipus de preparatiu, atès que dues diferents classes d'assaigs, com a instanciacions de la situació o tipus experimental, oferiran probabilitats diferents. Per tant, les probabilitats no són propietats de la situació experimental tipus només, sinó també de les classes d'assaigs; la probabilitat només és determinada quan ho és el tipus d'assaig. Això tindria com a primera conclusió que la disposició que es diu que hi ha en la situació experimental, i que determina el que seria la probabilitat en la realització d'assaigs d'un tipus, no és, per si mateixa, una probabilitat. Per a Milne, no resulta vàlid que, com que les classes d'assaigs individuen els tipus experimentals, els assaigs pressuposen els experiments i que, en conseqüència, l'especificació del tipus de situació experimental incorpora l'especificació del tipus d'assaig. Hem d'entendre aquest rebuig que fa Milne -en la seva resposta a l'autoobjecció que planteja- des de la idea de la diferència radical que hi ha, segons la mateixa perspectiva disposicional de les propietats, entre possessió de la disposició i manifestació d'aquesta disposició. Les propensions pertanyen al preparatiu experimental, aquest pot posseir una distribució de probabilitat de resultats encara que les proves no s'estiguin realitzant; això fa concebible la possessió de la disposició no-manifestada. Com Milne explica, encara que els preparatius experimentals puguin participar en esdeveniments, els assaigs són esdeveniments, això significa, successos o realitzacions, però no preparatius.⁹ I mentre que la disposició pertany al

preparatiu, no pot pertànyer a l'esdeveniment on es produeix la realització o manifestació de la disposició. Però aquesta manifestació no és la disposició mateixa (segons insisteix la mateixa teoria propensional), la qual es troba continguda al preparatiu encara que no es manifesti. Un esdeveniment no pot posseir una disposició no-manifestada; la disposició no és una propietat dels successos, afirma Milne, sinó dels objectes o configuracions d'objectes, i la propensió (probabilitat) present en les instanciacions del tipus d'experiment no seria una propietat d'aquest tipus d'experiment, sinó, a tot estirar, una funció del tipus d'experiment. Si la probabilitat pertany a la realització (l'assaig) i no pot ésser determinada amb la no-realització (el preparatiu experimental tipus), i la disposició pertany a la no-realització (el preparatiu experimental) però no és una propietat de la realització (l'assaig), llavors és fàcil veure que el següent estadi és qüestionar la necessitat d'una propietat disposicional per a donar compte de la probabilitat.

Seguint amb aquest rebuig de l'afirmació que l'especificació del tipus de situació experimental incorpora l'especificació del tipus d'assaig, Milne arribarà a la següent conclusió. En principi, el marc de manifestació directa o indirecta de la propensió és proporcionat per la seqüència d'assaigs. Aleshores, si la classe d'assaig es converteix en una part del tipus de preparatiu, sorgeix la qüestió d'on situem la constitució de les condicions particulars -determinades quan es realitzen els assaigs-? On la propensió es manifesta?; ara la manifestació ja no pot ésser les seqüències de la classe d'assaigs que individuen el preparatiu, perquè formen part del preparatiu abans de la manifestació. És impossible per a la probabilitat ésser posseïda si no és manifestada.

VI.1.2.- Tipus d'experiment i freqüència relativa. Distribució de les condicions inicials

1.Relativització a una descripció del tipus d'experiment. Problema amb l'assignació al cas singular

Potser caldria definir el 'tipus' d'aquest experiment, i això també constituirà un problema per a la teoria propensional. Es pot pensar que necessàriament en aquesta definició intervindrà la 'disposició'. Però, encara que en fer la descripció del tipus d'experiment intervingui una donada particular disposició experimental, resulta, afirma Sklar¹⁰, que aquesta disposició pot especificar-se en una varietat de maneres, això és, com a essent una varietat de tipus. Això dóna lloc a que cada descripció és una descripció incompleta o parcial de la situació concreta "total".

Llavors, diu Sklar, per assolir una definició ben formada de la probabilitat hem d'especificar prèviament una descripció '*preferida*' de l'experiment, però des d'una posició objectivista no es pot fer l'atribució de probabilitat a una disposició-sota-una-descripció o al nostre estat de coneixement de la disposició. O bé, hem de '*relativitzar*' la nostra noció de probabilitat. La modificació de la definició es pot fer de dues maneres, que segons Sklar són similars al tractament de Popper, encara que

formalment diferents: o bé canviant l'objecte al qual atribuïm la probabilitat, o bé entenent la probabilitat com una relació entre un resultat, una disposició experimental i alguna altra cosa.

La probabilitat no s'atribueix a l'experiment següent, sinó a un universal, un tipus o classe d'experiment. Per tant, diu Sklar, i d'acord amb la naturalesa contrafàctica de la definició de la propietat disposicional, la probabilitat ha d'ésser atribuïda a la disposició com a tipus més aviat que a la disposició com una instància concreta. La probabilitat per a un resultat determinat en un cert experiment següent pot ésser definida com una objectiva propietat disposicional que serà relativa al tipus d'experiment, un universal¹¹. Llavors, les atribucions probabilístiques seran relatives a un tipus, i.e., relatives a algun universal del qual és una instància la particular ordenació experimental. Aleshores, en el nostre exemple habitual, si la probabilitat, en tant que probabilitat del resultat 'sortir cara', es troba relativitzada a 'l'experiment de llançament d'una moneda', la probabilitat de les cares en el següent experiment és $1/2$, i de 1 si és relativa a 'l'experiment de llançament d'una moneda així que surt cara'. Això comporta una cosa semblant a l'establiment de la classe de referència en la perspectiva freqüencialista, però ara és la situació física seleccionada des de la seva descripció en la descripció del tipus d'experiment la que permetrà establir quina és la probabilitat que intervé.

Fins ara aquesta relativització indica que l'adequació de la idea de disposició es troba en connexió estreta amb l'habilitació de la idea de preparatiu experimental. Se suposa que els dispositius o preparatius experimentals estan dotats de disposicions rellevants, de manera que sembla natural intentar caracteritzar el tipus rellevant de disposició en termes del tipus apropiat de preparatiu físic. S'hauria de fer, doncs, una descripció de la naturalesa del preparatiu experimental que contingüés l'especificació de la tendència, del valor de la disposició.

Això ens dirigeix directament al problema de l'assignació de valors probabilístics al cas singular, com es veu en el següent exemple comentat per Eells¹². Perquè se'ns presenta la qüestió de donar, des de la relativització al tipus de preparatiu, una raó per al supòsit que la disposició té en cada cas singular el mateix valor. Podria ésser que el valor de la força o tendència disposicional present en el cas individual no correspongués al valor de la freqüència en la llarga sèrie de repeticions. Eells ens proposa que ens imaginem un dispositiu que tira monedes que posseeix un comandament que dirigeix una agulla indicadora que pot col·locar-se en qualsevol posició entre 0 i 1 incloses. D'aquesta manera la col·locació de l'agulla en una posició r permet que el dispositiu llanci monedes amb una tendència r en favor del resultat 'sortir creu', per exemple. Aquest dispositiu tira monedes ràpidament en curts intervals temporals constants, i es connecta amb un altre encarregat de moure el comandament controlador de l'agulla indicadora de manera que aquesta agulla es mou lentament amb una velocitat constant des de la posició 0 cap a la 1 i torna cap a la 0 , i així successivament de manera que va escombrant els valors entre 0 i 1 . Podem imaginar que aquest dispositiu combinat té una disposició "quasi-universal" per a produir seqüències de tirades amb una freqüència límit "característica" $1/2$, però, aleshores, aquesta especificació del preparatiu experimental no és una especificació apropiada perquè la teoria propensional de llarg termini, *PLT*, pugui funcionar correctament, perquè se suposa

que aquesta teoria es pot aplicar a l'esdeveniment particular i explicar la seva propensió $1/2$. Però resulta que, segons l'especificació exposada, la probabilitat de les creus en la tirada individual quan l'agulla indicadora creua la posició $2/3$ serà de $2/3$, i no tindrà el valor de la freqüència característica. Aquest exemple mostra, llavors, que la descripció del tipus de preparatiu experimental no garanteix que el valor de probabilitat assignat, segons aquesta descripció, a cada cas singular per a un resultat específic coincideixi amb el seu valor freqüencial donat en la seqüència.

2.Regla realista d'ordenació per a la fixació de la freqüència

Fins ara s'ha vist que si ens mantenim dins una concepció disposicional de la probabilitat, la recerca d'allò a què atribuïm la probabilitat ens duu a entendre que la probabilitat és relativa a la classe o tipus d'experiment. També, a la visió disposicional es tracta amb conseqüències d'experiments possibles; la probabilitat s'identifica amb la *FRL* del resultat en una infinita seqüència d'experiments d'una classe donada.

Sklar és freqüencialista, i, a més, un freqüencialista realista o actualista (s'atribueix que ha compartit la defensa d'aquesta interpretació, generalment abandonada, fins i tot pels seus propis defensors, amb Russell i Reichenbach). Llavors, dins una visió freqüencial (encara que prenent la referència d'una visió propensional), una determinació ben definida de la probabilitat no només relativitza l'atribució de la probabilitat a una classe d'experiment, també exigeix la introducció d'una regla d'ordenació dels experiments, diguem-ne el seu ordre en el temps, dins una seqüència real. Això és necessari fer-ho perquè pot haver-hi més d'una seqüència d'experiments d'aquesta classe. Si prenem els mateixos experiments en ordres diferents tindriem diferents seqüències amb diferents *FRL* del resultat. Cal un límit únic, perquè, altrament, el límit, com a tal límit característic, no existeix.

En la visió disposicional, la seqüència finita actual d'experiments no constitueix un component constitutiu, per tant, dins les característiques de la teoria disposicional no adquireix sentit l'ordre dels possibles experiments. Però, llavors, es pregunta Sklar, quin seria el límit, i seria únic? No tindrem una raó que permeti triar quina seria la *FRL* d'un resultat donat en una seqüència infinita, en una seqüència de possibles experiments, perquè no es té cap fonament bàsic des del qual estendre apropiadament la seqüència que doni el valor freqüencial correcte. Es tracta del problema que havíem exposat en la forma de presentació de la propensió cas singular i dels problemes d'adequació de la noció propensional. Conclou Sklar que la teoria propensional no pot proporcionar regles, basades en la pròpia caracterització propensional, per a establir el límit freqüencial (cosa que sí que es pot fer dins una perspectiva freqüencialista de la seqüència real). Aquest component arbitrari, no recolzat, permet, d'una manera que la teoria freqüencial no deixa fer, l'entrada a una interpretació subjectivista que anul·la la perspectiva disposicional remetent-la al lloc on intervé el nostre processament de les dades insuficients.

Per a Sklar la teoria disposicional presenta intrínsecament una dificultat que la tradicional teoria freqüencial no té, i, com a conseqüència, es pot mostrar que la primera és més vulnerable a les objeccions subjectivistes que la segona, perquè en aquesta darrera hi ha regles per a l'establiment del límit freqüencial, el qual, després, aplicat al cas singular, identificarà la probabilitat d'un resultat determinat en el següent experiment particular; probabilitat relativa a la pertinença d'aquest experiment concret a un tipus específic d'experiment, com insisteix la teoria propensional, però probabilitat identificada amb el límit freqüencial, i per a aquesta connexió la visió propensional no pot obtenir per si mateixa justificació (encara que aquesta teoria propensional reconeix el límit freqüencial com a resultat (virtual) de la manifestació o element de l'àmbit de corroboració de la disposició probabilística).

VI.2.- Absència de fonament per a l'elecció de la distribució característica de les condicions inicials variables inespecificades

Com a intent de cercar una solució al darrer problema, i, segons Sklar¹³, perquè el concepte disposicional de probabilitat estigui ben definit, caldria una relativització addicional de les atribucions de probabilitat, a més d'ésser relativa a l'experiment com a tipus. Llavors, la probabilitat d'un resultat donat en el següent experiment particular també és *relativitzada a l'assumpció d'una distribució particular de les variables no contingudes al tipus d'experiment*, perquè, explica Sklar, a la teoria disposicional no hi ha cap raó per a assumir una distribució particular, de les variables inespecificades dins la descripció del tipus d'experiment, com la distribució en la seva seqüència de '*possibilia*'.

Milne¹⁴ recull les diverses respostes que ell considera que es poden donar a la qüestió plantejada per Sklar de la dependència de la freqüència d'un resultat donat de la freqüència de trets aleatòriament variables i que, per tant, no pertanyen a l'especificació continguda en el preparatiu tipus. Una d'aquestes sortides resulta en el problema que si es manté, com fa la interpretació *PLT*, que hi ha una propietat disposicional del preparatiu que es manifesta en llargs recorreguts d'assaigs, però alhora s'accepta que l'ocurrència de freqüències relatives característiques depèn de la distribució de factors no continguts en la descripció del preparatiu, llavors (si la disposició no és la probabilitat) la interpretació propensional de la probabilitat queda anul·lada; però si com es pretén es tracta d'una propensió, i.e., d'una probabilitat, llavors no hi ha cap connexió que no sigui res més que una fortuïta coincidència de valors entre el valor de la propensió i el de la freqüència relativa característica de llargs recorreguts d'assaigs (ja que no hi ha dependència de la freqüència a la propensió).

Com que diferents distribucions freqüencials de les condicions variables, no controlades, donarien lloc a diferents freqüències relatives, resulta que s'hauria de relativitzar les propensions (amb les quals es pretenia explicar els resultats freqüencials) a aquesta distribució de les variables no contingudes en el tipus d'experiment. Hi haurà diversos conjunts de valors de les condicions variables agrupats alhora en conjunts cadascun dels quals caracteritzat per la possessió d'una mateixa influència

en el resultat de la prova; aquests conjunts ocorraran en la seqüència de proves amb una freqüència relativa característica, ja que són característiques les freqüències relatives llarg termini dels resultats possibles. Així, especificant més, es tracta que les propensions són relatives a les probabilitats d'aquests conjunts de conjunts de valors dels factors incontrolats. Segons entenem l'exposició que fa Milne, ell ara estaria plantejant que com la interpretació propensional interpreta les probabilitats com a propensions, llavors les probabilitats d'aquests conjunts són, també, propensions, per tant, per definició (en la teoria propensional), són propietats d'un preparatiu experimental que està essent instanciat. Ara s'ha de comprendre aquest preparatiu experimental que genera les probabilitats dels diferents conjunts de paquets de valors de les condicions variables (cosa contradictòria perquè el preparatiu no inclou les variables no controlades o inconstants). Podem entendre, considera Milne, que aquestes propensions es troben en una regió de l'univers que quedarà demarcada com a aïllada de qualssevol altres factors causalment rellevants. A aquesta regió pertany el preparatiu (l'original, del qual, juntament amb la distribució freqüencial dels valors dels factors inespecificats, eren propietats les propensions llarg termini per a les freqüències relatives característiques dels resultats en el llarg termini). En aquesta regió, significativa causalment, també diem que s'hi donaran totes les propensions per als resultats, però ara resulta segons aquesta solució, adverteix Milne, que hauríem d'entendre que les propensions es troben relacionades en el rerefons dels preparatius, per darrere d'ells i no dins seu.

Mitjançant l'exemple que hem exposat (VI.1.2.1) de Eells¹⁵, s'oferia una argumentació que mostra que el valor disposicional present en la descripció d'un experiment individual no correspongui al de la freqüència i , en conseqüència, sembla que aquella disposició sigui indiferent pel que fa a la freqüència en lloc d'explicar-la com pretén la teoria propensional. Eells desenvolupa el seu exemple cap a la sortida d'invocar les condicions inicials ocultes responsables dels resultats en els casos singulars. Aleshores, a diferència de com s'havia fet en el primer desenvolupament de l'exemple, cal pensar que no tenim especificades les condicions de l'experiment, i que llavors les condicions inicials mateixes formen un *col·lectiu estadístic* que explica la freqüència de resultats. Per a la representació d'això en l'exemple s'ha de suposar que la descripció del preparatiu experimental no inclou l'especificació de la posició de l'indicador, llavors tindríem les condicions inicials no especificades, o sigui, un conjunt de possibles posicions de l'indicador, i parlàrem de la distribució de les condicions inicials (possibles). D'aquesta distribució dependrà la freqüència relativa límit característica de creus. Per tant, en últim terme la freqüència dependrà d'allò que determina la distribució de les condicions inicials inespecificades, que seria la raó del moviment de l'agulla a través dels valors entre 0 i 1 . Abans s'ha considerat que aquesta rotació era lenta i constant, però podria variar de diverses maneres; per exemple, si l'agulla indicadora es mou més lentament quan està en l'interval $[0, 1/2]$ que quan es troba en l'interval $[1/2, 1]$, llavors la freqüència relativa "característica" de creus seria menor de $1/2$. A més d'aquesta distribució de les condicions inicials, la freqüència límit "característica" de creus també dependrà del preparatiu experimental en els seus aspectes, especificats, que constitueixen la seva descripció.

Aleshores diu Eells que el propensionalista té dues opcions. O bé (*a*) que les condicions inicials hagin de mantenir-se especificades. O bé (*b*) que la descripció d'un preparatiu experimental inclogui, a més de l'especificació de les condicions establertes, una indicació de la distribució de les condicions inicials inespecificades.

En esguard a (*a*), a més de les dificultats que té parlar de la repetició d'un experiment amb totes les condicions inicials que romanen fixades quan alhora també es tracta de parlar de les condicions inicials corresponents al element-*n* de $R(B)$, també s'afegeix a aquesta sortida que no es troba cap raó on recolzar que es pugui ometre que podria ésser una qüestió de llei física que no puguin mantenir-se fixades de prova a prova les configuracions de les condicions inicials. Perquè si això fos el cas, llavors l'afirmació que hem de considerar que en la seqüència virtual $R(B)$ totes les condicions inicials romanen invariables d'element a element suposa la dificultat que hauríem de considerar extensions màximes B no legals de mons futurs legals.

Perquè les propensions pertanyin a preparatius en què no hi hagi factors variables que influeixin els resultats, Milne exposa la solució que, segons ell, seria la millor metodològicament. Consisteix a proposar que siguin les mateixes propensions (per als resultats) les que variïn d'un preparatiu a l'altre al llarg de la seqüència, perquè a la seqüència d'assaigs, en cada assaig hi ha un diferent experiment atzarós. Per a cada assaig es tenen especificats els valors (per tant, estan incorporats en el "tipus" de preparatiu específic per a cada assaig) de les condicions que varien d'assaig a assaig. La freqüència relativa de llarg termini característica no és relacionada a qualsevol d'aquestes propensions, encara que depèn parcialment d'elles, en una interpretació *PLT*. Si és el preparatiu amb la corresponent propensió, el que es fa càrrec de la variabilitat, ja no hi ha incontrolades condicions en els marges del preparatiu -o perturbacions externes- que incideixen i influeixen en la producció dels resultats ja que variaven d'una prova a l'altre per al mateix preparatiu. Ara el preparatiu amb la seva propensió assumeixen la diferència. Aquelles condicions ocultes variables podien ésser considerades com a perturbacions externes sobre el preparatiu, el qual alhora podia ésser considerat determinísticament. Llavors aquesta qüestió, la plantejada per la situació d'un mateix preparatiu en cada prova, al llarg de la seqüència, que pateix la ingerència d'ocultes condicions variables de prova a prova és diferent de la qüestió que es planteja quan es proposa -com es fa ara amb aquesta nova solució- que en cada prova un preparatiu diferent conté especificats totes les condicions, incloses les que li diferencien d'altre preparatiu. La cloenda que té aquesta solució, assegura Milne, és que el domini d'aplicació de les propensions de llarg termini no inclou la mecànica estadística clàssica ni els jocs d'atzar en universos deterministes, no és més gran que el domini comunament atribuït a les propensions de cas singular, queda limitat a preparatius que són pràcticament immunes a les perturbacions externes, com és el cas de la caiguda radioactiva.

Eells adverteix dels tres difícils problemes que presenta que la descripció d'un preparatiu experimental inclogui, a més de l'especificació de les condicions establertes, una indicació de la

distribució de les condicions inicials inespecificades (alternativa (b)) com a solució a la divergència entre el valor de la força tendencial de la propensió individual i la freqüència en la seqüència.

Primer, aquesta solució planteja immediatament el problema previ del criteri per a decidir quines condicions inicials han de concebre's com a especificades i quines han de concebre's com a donades per una distribució, és a dir parcialment especificades. A més a més, el problema de la connexió amb l'esdeveniment singular per a fer-li aplicable l'assignació probabilista. Llavors sobre la vinculació de la distribució amb la prova individual, Eells adverteix que si el resultat en un cas singular depèn (respecte d'altra repetició de la prova, on es pot produir un resultat diferent) de la configuració exacta de les condicions inicials en aquella prova, llavors no resultaria adequada la inespecificació de la configuració exacta de les condicions inicials presents a la prova individual remetent-se només a una distribució que omet aquella rellevància causal.

Tercer, el problema del fonament per a la selecció d'una distribució -entre d'altres- representativa de les condicions inicials no especificades. Ja Sklar¹⁶ plantejà que, enfront de la relativització de les propensions a la distribució de les condicions ocultes, no es pot argumentar, per tal d'evitar la seva problemàtica, que per a la distribució hi ha una elecció 'natural', una distribució uniforme de les variables "ocultes" en la seqüència d'experiments possibles. Aquesta distribució natural, Sklar la comprèn com que cadascuna de les variables inespecificades romanen al llarg de la imaginada seqüència infinita d'experiments possibles amb una *FRL* idèntica per a cadascun dels seus valors possibles. Però aquesta resposta de la uniformitat, com qualsevol altra que afirmés alguna determinada distribució de les variables incontrolades en la seqüència infinita, hauria de fonamentar-se en quelcom legal o en fets observables. En primer lloc, el significat de la 'uniformitat' queda completament inespecificat si la variable inespecificada o "oculta" pot prendre un nombre infinit de valors possibles. Si se suposa que no fos aquest el cas i que els valors possibles de cadascuna de les variables ocultes correspongués a un conjunt finit, encara hi hauria el problema que la definició d'uniformitat requereix una prèvia classificació de tots els valors possibles de les variables inespecificades rellevants, val a dir, l'adopció prèvia de mesures per a aquests valors. I no hi ha cap criteri per a afavorir-ne una selecció sobre les altres. Sklar considera invàlid, per viciadament circular, fer servir una prèvia selecció que obtingués els resultats desitjats per a un acord amb la *FRL* d'algun resultat particular a la seqüència. Aleshores, sosté que no hi ha tret legal del món real, i, per tant, tampoc no hi ha cap tret que recomani una elecció de mesura sobre qualsevol altra possible elecció.

Segons Eells, es tindria una base per a la preferència per a la distribució de les condicions inicials no fixades si aquesta distribució estigués establerta per una llei de la natura que establís que hi ha una propensió per a espargar-se, amb una distribució característica, sobre un interval de les condicions inicials. Així, hi hauria, com una qüestió de llei real, una distribució característica, i d'això resulta que es posseiria un principi que estableix la distribució de les condicions inicials sobre els elements d'una seqüència estesa, i.e., el principi que governa l'extensió de seqüències actuals $R^*(B)$ a seqüències virtuals infinites, hipotètiques, $R(B)$, en extensions maximals B de mons futurs legals

$M=\langle U,R\rangle$. Però, encara amb aquesta proposta, comenta Eells que persisteix la qüestió de si aquesta propensió, amb base legal, de les condicions inicials en el desplegament sobre un interval amb una distribució característica és una disposició universal o "quasi-universal" amb les dificultats llavors esmentades (vid. III.2.2./3./5.); si és d'un tipus o és de l'altre, per a Eells, com havíem dit, dependria de qüestions definitòries (una formulació més precisada de la conjectura, com si hi ha independència entre les diferents configuracions de les condicions inicials) i, potser, de qüestions només discernibles per la pròpia investigació empírica.

Ara Eells¹⁷ planteja que, enlloc d'intentar caracteritzar la disposició («quasi») universal mitjançant el preparatiu experimental, hauríem d'especificar primer la disposició, i després entendre el dispositiu experimental com un experiment tipus en el sentit que dues o més repeticions particulars de l'experiment pertanyeran a aquest mateix tipus o classe d'experiment en quant posseeixen la mateixa disposició universal o quasi-universal; i encara que els experiments particulars són, no només diferents en certs aspectes, sinó també, estrictament parlant, literalment irrepetibles. Segons això, llavors, el dispositiu experimental quedaria caracteritzat en termes de la disposició de la classe apropiada. I, també, la teoria *PLT* proporcionaria el principi que governa les extensions de seqüències actuals a infinites de la següent manera: s'admetria l'extensió d'una seqüència (amb l'objecte de fixar una probabilitat $P(A/B)$) si cadascun dels seus membres posseeix la mateixa disposició, de la classe apropiada, que té cada membre -o l'únic membre- de la seqüència real $R^*(B)$. Aquesta alternativa fou esmentada en III.2.5. en quant significava un clar avantatge de la *PLT* sobre la *FLH*. Cal, doncs, veure la qüestió més enfocada sobre l'assumpte bàsic de la ubicació disposicional.

VI.3.- Remissió de les probabilitats a condicions físiques sense propensions

1. "Objectivitat" amb probabilitats

S'ha vist com Sklar, per exemple, assenyalava que no hi ha cap tret legal universal per als mons possibles de les propensions, perquè es necessita una situació determinista on es trobin completament especificades les condicions inicials rellevants; mentre que amb la intervenció probabilística no coneixem (subjectivisme d'aquesta intervenció) aquelles condicions, i només en tenim la distribució atzarosa.

En l'estudi que feia Schneider dels sistemes deterministes amb probabilitats, on l'atenció es posa en la producció, des de la intervenció probabilística, d'una família d'esdeveniments o conjunt de resultats possibles dels quals únicament serà realitzat un en cada ocasió (V.1.2.), es concep que una situació determinista ve caracteritzada perquè "és una situació d'únicament un esdeveniment produït"¹⁸; en el cas de la tirada del dau serà realitzat un i només un dels resultats anticipats. A més de

la producció d'un resultat, la caracterització determinista de la situació considera la seva constitució com el conjunt de característiques comportades per la situació o preparatiu experimental, les quals constitueixen una condició suficient per a un resultat donat: "el procediment de llançament, amb l'aparell estandarditzat, el dau, la superfície on el dau cauria, etc."¹⁹ Llavors, diríem amb Fetzer que la situació física constitueix un sistema tancat si la seva descripció inclou tota condició suficient per a la producció d'un resultat donat, satisfent d'aquesta manera, el requisit de màxima especificitat, RME.

Quan es fan assignacions de probabilitat el que ocorre és que les característiques *explícitament formulades* dins l'informe no són "necessàriament exhaustives", i per si mateixes no constitueixen una condició suficient per a la producció del resultat. En la terminologia de Fetzer, la descripció o explicació no satisfà el RME, perquè el sistema no es troba tancat: el sistema real inclou altres característiques excloses de la seva descripció (i.e., del tipus de preparatiu experimental), la presència o absència de les quals produeix diferències en la " propietat disposicional" del sistema, i.e., és rellevant per a la producció o no d'un resultat específic. Diem que la probabilitat és *objectiva*, en el sentit esmentat per Schneider, quan "depèn únicament de les característiques "conegudes" (o explícitament formulades) del preparatiu experimental"²⁰ i no d'actituds personals. Per tant, per a Fetzer com per a Schneider, les probabilitats actuant en els jocs d'atzar indiquen que són "fenòmens d'atzar" només com a funció de la nostra ignorància, perquè el que passa al joc d'atzar, quan no es pot anticipar el resultat determinat que realment es produirà, és que tenim la seva especificació com a sistema obert, però quan es qualifica de sistema tancat -informant de totes les condicions suficients per a un resultat donat- és un sistema determinista. Tot i que les probabilitats depenen de la nostra ignorància de la situació exhaustiva, no són posades com a resultat de graus de creença, sinó que, com remarca Schneider, resulten d'un informe que no es troba especificat al màxim suficient, però que, al cap i a la fi, és una descripció que especifica condicions necessàries que són reals. Per això les probabilitats emanades de la qualificació del sistema com a "obert" no corresponen al subjecte, sinó que li corresponen en quant té un coneixement de condicions reals de l'objecte, i són probabilitats "objectives".

Encara que s'estigui defensant un determinisme ontològic, l'èmfasi de Schneider en una caracterització objectiva de l'assignació probabilista sobre les condicions reals, encara que insuficients per al preparatiu experimental determinista, té sentit perquè, en efecte, una caracterització pròpiament subjectiva disminueix molt més encara el paper de les condicions objectives i, fins i tot, arriba a anul·lar-lo. Això és, la nostra assignació de probabilitats podria fer-se sobre la base informativa de condicions que realment es troben lluny de les condicions reals de la situació experimental física. Les següents exemplificacions de relativització de la probabilitat mostren com un mateix succés podrien adscriure's probabilitats diferents segons la informació posseïda sobre les condicions de realització del succés; per tant relatives a la descripció. Això es considera, d'un manera més insistent, com a relativitat referent a la informació de l'observador, al punt de vista de l'observador. Reeves²¹, per exemple, exposa que les assignacions probabilistes són relatives al coneixement de l'observador en un

grau on la referència "objectiva" queda molt minvada. Exposa l'exemple de la probabilitat de sortir 'cara' d'una moneda que ja es troba damunt la taula coberta per un gobelet capgirat. La nostra ignorància ens fa proposar una igual probabilitat per a cadascun dels dos resultats possibles. Un altre exemple presentat per aquell autor és quan volem establir la probabilitat que determinada carta es trobi com a primera d'un paquet constituït per la meitat de les cartes d'un joc complet de 52 cartes, en un context on no tenim cap informació del tipus de procediment emprat per a seleccionar 26 de les 52 ni tampoc no en sabem el procediment de col·locació. Això constitueix el nostre enunciat inicial amb tota la informació. Però, en realitat pot succeir alguna de diverses coses. Així, aquesta determinada carta, l'as de diamants, per exemple, potser es trobi al cim del paquet amb 26 cartes o no, i la seva probabilitat de trobar-s'hi serà de $1/52$. També pot ésser que ni tan sols sigui dins el paquet o que en canvi sí que hi sigui, i la probabilitat d'ésser la primera encara continuarà essent $1/52$ (i no 0 i $1/26$ respectivament). És a dir, si la carta no hi és, donat el nostre coneixement, la probabilitat serà $1/52$, serà ("objectivament", en el sentit de Schneider) possible el resultat esmentat encara que realment aquest resultat és del tot impossible. Llavors, tenim que, donada l'afirmació inicial on es conté tota la informació, hi ha varies coses que realment poden succeir, malgrat això no varia la nostra elecció de probabilitats donat el coneixement expressat en aquell enunciat. En efecte, l'assignació de la probabilitat és *relativa al coneixement* que tenim de les condicions. En el cas de la moneda col·locada damunt la taula, la probabilitat relativa triada, de $1/2$, seria modificada si s'incrementés el grau de coneixement del context de la moneda per part de l'observador. Així, si en lloc d'aquella descripció anterior, el coneixement (que pot ésser hipotètic) del context inclou a més la informació que la moneda fou tirada sobre la taula i que la moneda és part (o hipotèticament podria ésser part) d'una sèrie de tirades amb una freqüència relativa $R\%$ de cares, llavors els resultats ja no tenen necessàriament igual probabilitat. Ara, en relació a la nova descripció, aquells resultats, cara i creu, formen part d'un sistema més gran. Els valors assignats de probabilitat depenen del coneixement del nou context que tenim sobre aquest sistema major, on les raons de probabilitat de cares són $R\%$ i $1-R\%$ per a les creus. Menys simplicitat expositiva té l'exemple que Reeves anomena 'sistema de les tres monedes': dues monedes poden ésser tirades, una imparcial, I , i una altre trucada, T , amb probabilitats de sortir 'cara' de $PI=1/2$ i $PT>1/2$, respectivament; cada vegada o bé es tira I o bé es tira T , segons el resultat de la tirada d'una tercera moneda 'control' hagi estat cara o creu, respectivament. La probabilitat que la tirada de la tercera moneda -que suposem que és imparcial- sigui seguit per una tirada de la moneda I (que la tercera moneda hagi sortit cara) que resulti 'cara' és $PI \times 1/2$, i el mateix quant a la moneda T serà $PT \times 1/2$. La probabilitat d'obtenir 'cara' en la tirada de, o bé la moneda I , o bé T , serà: $1/2 (PI+PT)$. Tenim llavors que una mateixa tirada pot ésser objecte de diverses probabilitats segons el coneixement que l'observador té de la situació. Si ni tan sols es coneix si la moneda tirada és I o T , la probabilitat de les cares serà $1/2$; si se sap que la tirada és I , serà de $1/2$, i si se sap que és T , serà d'un valor més gran que $1/2$; però si a més es coneix la tirada de la moneda control, llavors en les tirades dels dos darrers casos la probabilitat esmentada no serà ni PI ni PT , sinó

$1/2 (P1+P2)$. El que es fa és relativitzar encara més la probabilitat augmentant els nivells jeràrquics de monedes control fins a n nivells, sense cap raó que limiti el valor de n i que ens faci assegurar que s'ha assolit el cim de la jerarquia.

En la caracterització d'aquests exemples oferts per Reeves, les probabilitats triades són objectives en un sentit d'objectivitat que és el d'objectives quant al coneixement que l'observador té de la realitat (i no el d'objectives pel que fa a la realitat coneguda -en el sentit de Schneider- amb una intensitat tan palesa de desconeixement de la realitat rellevant que la interpretació és explícitament subjectiva²²).

2. Innecessitat de les propensions

Com explica Schneider, diferents resultats, individuals i de conjunt seqüencial, es produiran si tenim (prenent en compte els paràmetres coneguts o controlats) diferents preparatius experimentals. Si un dau correcte, -simètric, que dona una equiprobabilitat de totes les seves cares- forma part d'un preparatiu experimental, aquest dau exerceix com a entitat física que posa de relleu la rellevància de les altres característiques per a la producció dels resultats; com que aquestes altres característiques són les que varien en cada prova, el dau correcte produeix una situació afavoridora per a una variabilitat dels resultats entre les proves. En aquest cas, les altres característiques o paràmetres, els valors dels quals varien d'una prova a l'altra al llarg d'una seqüència de tirades, són els que determinen el resultat en cada ocasió. Donada aquesta diferència entre les proves, tenim variabilitat als resultats. Això pel que fa a l'aspecte impredecible de cada prova individual.

Quant al resultat estadístic d'una seqüència de proves individuals, aquell dau conduirà, per consegüent, a "patrons no homogenis" de seqüències finites de freqüències relatives, perquè amb aquest tipus de dau resulta ésser irrellevant per al resultat el paràmetre corresponent al dau (més apropiadament aquell corresponent a la 'forma física del dau', com diu Schneider).

En canvi, una altra situació es produiria de tenir un dau trucat -no simètric o excèntric, amb un pes situat al costat d'una de les cares, i per tant amb tendència, en ésser tirat, a fer aparèixer la cara contrària a aquesta més pesada. Amb aquest dau trucat es produiran patrons de seqüències finites de freqüències relatives que seran diferents dels patrons produïts amb el dau correcte. Aquí, independentment dels valors que obtinguin, els altres paràmetres (que no constitueixen la 'forma física del dau') s'hi tornen irrellevants per al resultat donat, en quasi cada prova es produirà el mateix resultat, i per tant els patrons esmentats seran més homogenis que en el cas anterior.

Veiem, doncs, segons la puntualització de Schneider, que no es necessiten propensions per a explicar que diferents paràmetres controlats conduirien a diferents patrons de seqüències finites de freqüències relatives. Perquè diferents paràmetres coneguts configuren diferents preparatius experimentals els quals, relatius a aquells paràmetres, conduiran a diferents resultats que seqüencialment manifestaran diferents patrons freqüencials. Si la disposició era relativa a una classe

d'experiment, Schneider sembla que hauria mostrat com es pot fer que *la classe o tipus d'experiment*, definit sobre les seves específiques característiques paramètriques, no necessiti per a res de *les propensions*.

Schneider, a més de mostrar sense propensions com la diversitat de freqüències correspon a experiments paramètricament diferents, com hem acabem de veure, també -en una resposta a les argumentacions (que presentarem en el següent capítol) fetes per Popper en el *Post Scriptum* contra un enfocament determinista- mostra que per a la seqüència freqüencial corresponent a un mateix (tipus de) preparatiu experimental *no es necessiten propensions per a l'explicació* de la conducta invariable, *el manteniment d'una determinada freqüència estadística característica*, i que la descripció aconseguida no conté una intervenció subjectiva, sinó que es fa amb la identificació d'entitats físiques -encara que, això sí, tot plegat, les mesures probabilístiques correspondran a mesures *epistèmiques* com hem comentat en l'apartat V.1.2. (però que són "objectives" en el sentit de Schneider).

En explicar la conducta aleatòria d'una màquina llançadora de monedes, Popper (com veurem més endavant) deia del determinista que podria atribuir les diferències al resultat a diferències en les condicions inicials ocultes (com hem vist també en la relativització que per exemple feia Sklar del concepte propensional); el resultat estadístic seria atribuït a diminutes diferències ocultes en l'estat de la màquina i de la moneda (v.g., canvis moleculars i atòmics). La màquina llançadora de monedes equivaldria també, segons això, a un dispositiu amplificador d'aquelles "diminutes diferències ocultes", i això explicaria els diferents resultats macroscòpics, la variabilitat de resultats, el fet que no sempre surti la mateixa cara de la moneda. Popper afirmarà, com a crítica a la visió determinista, que això encara no és suficient per explicar l'estabilitat estadística dels resultats.

En esguard a això, diu Schneider que es pot pensar que els paràmetres que varien al llarg de la seqüència d'una prova a l'altra són els responsables per a la diversitat de resultats -la qual cosa Popper admeté com a explicació dins la temptativa determinista, i que podrien ésser diferències incontrolades en les condicions físiques. (Si totes les proves fossin iguals tots els resultats serien iguals també). Ara bé, per a explicar el resultat estadístic, Schneider no recorre als aspectes variables i, per tant, desconeguts en el preparatiu tipus, i assenyala que els paràmetres que romanen els mateixos a cada prova (els coneguts o preparatiu experimental) són, d'altra banda, els responsables per a la propensió o tendència a produir freqüències relatives -opinió que era la de Popper, pero amb la mitjanceria de la propensió.

Però aleshores per a comprendre la intervenció de propensions, segueix Schneider, es necessita no només les "condicions conegudes" (com pretén Popper, aquestes condicions generadores - o preparatiu experimental- de les propensions que expliquen la probabilitat i la seva connexió amb la freqüència seqüencial). Per a la comprensió de la noció de propensió també es necessita -a més de les condicions invariables descrites pel preparatiu- la seqüència de freqüències relatives estabilitzants, les quals, com veiem en el plantejament determinista de Schneider, no es remetent, per a la seva explicació, a suposicions estadístiques sobre una distribució freqüencial en la seqüència de les

variables condicions desconegudes -com diu Popper que l'explicació determinista haurà de fer en últim terme- sinó als paràmetres invariables. Això, segons entén Schneider, és suficient per a indicar-nos que, al contrari de la pretensió popperiana, les propensions no expliquen les freqüències, en tot cas aquestes freqüències podrien explicar les misterioses propensions. És a dir, si les condicions permanents, considerades com les responsables de la propensió a produir el valors freqüencials, són directament les responsables d'aquestes freqüències -sense necessitat de recórrer a les condicions variables ocultes, només responsables de la variabilitat dels resultats singulars-, llavors no cal la mediació de les propensions. Hem de posar en discussió, doncs, la validesa de la noció de propensió.

VI.4.- Accentuació de la vulnerabilitat a la caracterització subjectivista

Per a Schneider tampoc no hi ha ni tan sols fugida de la subjectivitat per part del concepte propensional mitjançant el seu possible recolzament en les freqüències de llarg termini. Perquè la seva crítica a les propensions, com a interpretació física de la probabilitat, també li duu a indicar que el tractament de les freqüències es troba considerat per la manca del coneixement complet, rellevant, del sistema sota descripció. Schneider afirma que en contextos deterministes que ens condueixen a freqüències observades no existeix res que per a la seva explicació requereixi l'ús de propensions. Els fets empírics que denominem, com fa Popper, "freqüències relatives estabilitzants en llargues seqüències de proves repetides" no precisen "existir" com a propensions (ni ésser explicats mitjançant el concepte de propensió), sigui això com a concepte metafísic o en qualitat d'una nova entitat. Però és que, a més a més, Schneider considera que l'estabilitat estadística és un producte del nostre processament de dades²³. (Encara que, això sí, aquest processament és fet d'una manera "objectiva", com ja hem vist que Schneider diu quan vol qualificar la caracterització que comunament es considera com a 'subjectiva'.)

La teoria propensional és un intent de donar un basament més objectiu als resultats estadístics en vincular-los a les condicions generadores del preparatiu experimental. Aparentment, la diferència principal entre la perspectiva freqüencial i la propensional era que aquesta segona remetia la raó de les freqüències a una situació física, el preparatiu experimental, i amb això pretenia fer de la probabilitat assignada a cada realització d'aquest tipus de preparatiu una propietat física que seria una propietat disposicional dependent del tipus on es descriu el preparatiu. Però l'advertència que feia Schneider que el tipus de preparatiu és relatiu als paràmetres que tenim coneguts o controlats apuntaria a que tant la probabilitat assignada com la freqüència són relatives al nostre coneixement ('objectiu', en el sentit de Schneider) de la situació (que no és la situació sencera o suficientment rellevant). Per tant, la introducció propensionalista del tipus de preparatiu experimental (per a l'adreçament de la probabilitat com a propietat disposicional real) no evita les mateixes o similars relativitzacions a les quals es trobarien subjectes les freqüències.

El lligam de les freqüències al coneixement que de la situació té l'observador ha estat ressaltat per la interpretació subjectivista, que accepta les freqüències com a funcions de la ignorància de l'observador. Dins una interpretació subjectiva l'única cosa que és "objectiva" és el coneixement de l'observador; l'existència d'una determinada freqüència en una seqüència no afegeix res objectiu si la informació que és té de la prova no correspon a cap informació que pugui fer intervenir aquella seqüència. Una interpretació subjectivista resta o anul·la l'objectivitat a les freqüències que passen a ésser subsidiàries de la informació que sobre la situació té un subjecte observador. D'aquesta manera, insisteix Reeves, les probabilitats només sorgeixen com una funció d'allò conegut sobre les condicions rellevants per a una prova del sistema. Així, en l'anterior exemple (VI.3.1.), que el mig joc complet de cartes conté determinada carta dalt d'aquest paquet i que és part d'un sistema que consisteix d'una seqüència potencialment il·limitada de barreges i de col·locacions a la taula on la freqüència relativa pot ésser que no sigui igual a $1/52$, no canvia que la probabilitat sigui essent el valor de $1/52$ donat pel coneixement que es té de la prova, on no s'enuncia aquell fet seqüencial. A l'exemple del 'sistema de tres monedes', recorda que no deixa de ésser una assumpció que les magnituds numèriques de PI i PT corresponen a la freqüència relativa de cares sobre una seqüència de tirades (reals o hipotètics) de les respectives monedes. (A més que l'assumpció suposa el reconeixement que una seqüència de tirades, actual o hipotètica, tindrà un valor no ambigu de la freqüència, cosa que Reeves la troba una suposició acceptable). Mitjançant aquesta assumpció, les probabilitats $-PI$, PT i $1/2(PI+PT)$ corresponen a quantitats objectives (les freqüències); però l'ús de l'assumpció manifesta que aquestes quantitats no poden ésser igualades de mode directe amb les probabilitats. Que hi ha una freqüència per a ésser-hi equiparada només és possible establir-ho en relació al grau de coneixement de la prova. Quan la moneda es troba sobre la taula, la probabilitat no pot ésser equiparada amb una freqüència de cares $R\%$, si no se sap que la moneda fou tirada i que llavors pot pertànyer a una seqüència hipotètica de tirades. En el sistema de tres monedes, la situació canvia quan es passa de saber que la tirada de la moneda (real o hipotètica) és el producte del sistema de tres monedes, però no se sap de la parcialitat o imparcialitat de la moneda tirada, a saber quina moneda (la parcial o la imparcial) és l'objecte de la prova de llançament, perquè en el cas d'aquest coneixement el resultat pot ésser connectat directament amb la moneda particular. En el primer cas, la probabilitat de les cares era $1/2(PI+P2) - P1$ per PI , i $P2$ per PT , perquè ara no se sap la tendència de la moneda-, però en aquest segon cas aquesta mesura, encara que es objectiva, no pot ésser qualificada com la probabilitat de les cares ni quan es tira I ni quan es tira T .

La característica general de les crítiques que hem vist ha estat mostrar com les propensions necessiten, per a la seva definició, remetre's a altres trets de la situació experimental, com aquests trets no necessiten de les propensions per a connectar-se amb les freqüències i, llavors, com aquestes freqüències tampoc no necessiten de les propensions. Per consegüent, s'imposa el tradicional enfocament freqüencialista, com sosté Sklar²⁴. Les freqüències relatives actuals dels valors de les

variables no controlades o ocultes són l'únic tret objectiu del món que dóna significació a la probabilitat. Hem d'entendre que per a Sklar aquestes freqüències actuals, no "imaginades", són la base empírica per a adoptar un conjunt de mesures per als rangs dels valors d'aquelles variables que s'escapen a la descripció de la classe d'experiment. Com que la teoria propensional no té en compte com cal a les freqüències relatives actuals, aquesta teoria sembla adoptar arbitràriament aquelles mesures. Hi ha una certa distribució específica de les freqüències relatives d'aquestes variables ocultes a la classe finita de tots els experiments actuals, i per a Sklar el coneixement d'aquesta distribució és un problema que pertany a la inferència inductiva. A més, les distribucions actuals de condicions són irrellevants per a la definició de qualssevol quantitats disposicionals, no hi ha cap inferència, deducció o qualsevol mena de relació des de la distribució real cap a la distribució en mons possibles.

Encara aquesta manca de base empírica, que fa entrar l'arbitrarietat i dóna lloc a que un enfocament subjectiu s'instal·li a la interpretació, s'accentua en tota la seva dimensió amb la següent qüestió també assenyalada per Sklar²⁵. Si pensem en una disposició "tradicional" -universal, no probabilística- com la solubilitat de la sal, afirmem que la sal es dissoldria si..., perquè és una llei de la natura la dissolució de la sal en aigua, és a dir, perquè coneixem la seva constitució atòmica i coneixem les lleis del món actual que governen els objectes amb aquesta constitució interna. El que seria veritat d'aquestes seqüències infinites en el regne de la pura possibilitat és allò que seria vertader en el món actual *com a qüestió de llei*. Les lleis del món actual són les úniques afirmacions que ens donen accés als resultats, que ens permeten fer afirmacions sobre possibilitats significatives.

Sabem del resultat d'un experiment possible si el sistema és completament determinista i si sabem que totes les condicions inicials rellevants hi són de fet. Però l'ús d'assignacions de probabilitat en el cas clàssic té com a condició situacions experimentals on el nostre coneixement màxim no és suficient per a fixar el resultat futur, de l'experiment següent, amb certitud. Les lleis del món real ens diuen que el resultat d'un possible experiment seria relatiu al que serien les seves condicions inicials completes. Per tant, la distribució de les condicions inicials en la seqüència infinita dels possibles experiments és allò del qual depèn la *FRL* d'un resultat a la seqüència. Però la distribució, diu Sklar, es troba completament deslligada de trets legals del món real. S'ha de trobar l'origen de les disposicions en la naturalesa legal del món si és que es vol identificar les probabilitats com a disposicions. Però, la invocació de probabilitats ve provocada, en el cas clàssic almenys, segons sosté Sklar, pel fet de les condicions inicials de l'experiment que romanen inespecificades per a qualsevol tractament legal relatiu al tipus d'experiment, però les probabilitats no venen provocades per l'estructura legal de l'experiment, i només les lleis de mons actuals ens donarien accés als esdeveniments en el mons possibles.

Es podria reformar la teoria propensional, comenta Sklar, encara que això quedaria lluny de l'original proposta popperiana perquè, en efecte, hi hauria prou amb la freqüència relativa real del resultat en la classe finita d'experiments de la classe donada. Es tractaria d'una teoria disposicional que definiria un determinat experiment següent com a pertanyent al seu tipus d'experiment, però es

definiria la probabilitat d'un resultat donat tenint en compte les freqüències reals. Aleshores, la distribució llarg termini de les variables ocultes en una seqüència infinita d'experiments possibles del tipus considerat seria justament la distribució actual dels valors d'aquelles variables en el conjunt finit d'experiments d'aquell tipus en el món real. Encara que, sens dubte, conclou Sklar, el recurs als mons possibles perdria significació (recurs on s'estableix el llarg termini a identificar amb la probabilitat per a evadir-se del problema de la possible divergència d'un curt termini real).

També per a Kyburg, el subjectivisme és ineludible. No especialment perquè les condicions que es conserven constants són les que nosaltres *intensem* conservar constants; senzillament, les forces de les propensions -els valors de les probabilitats- depenen d'allò del què les propensions es prediquen, però, sigui el que sigui això del què les probabilitats es prediquen, depèn, al seu torn, de les *nostres intencions i de les potencialitats del nostre llenguatge*.²⁶ Diu que la pretesa objectivitat de la probabilitat entra en tensió amb l'ús de la probabilitat dependent del mode de descripció de les seqüències, amb allò que desitgem mantenir constant, amb el nostre disseny previ dels tests per a l'aleatorietat que apliquem, amb allò que sabem i creiem, ..

Al mateix resultat duu la consideració lingüística de la probabilitat que addueix van Fraassen²⁷. La probabilitat és una noció modal, un tipus de possibilitat amb gradacions, però van Fraassen intenta un enfocament empirista de la consideració d'aquest ingredient modal de la teoria física. D'acord amb la tradició empirista i nominalista que defensa van Fraassen, les nocions modals no són aplicables a esdeveniments físics. El realisme faria encara quelcom més que atribuir la probabilitat a les pròpies entitats físiques; faria, segons la teoria que li serveixi d'escenari, una 'cosa' peculiar de la mateixa probabilitat. Dins aquestes interpretacions cosificadoras de la probabilitat es trobaria la interpretació propensionalista, la qual fa de la probabilitat la força per a l'oportunitat de l'ocurrència d'un succés. El problema filosòfic de la modalitat no és, llavors, un assumpte corresponent a l'estructura del món, ni pertany al contingut de la ciència, sinó que és un tema *lingüístic*, la modalitat és una relació entre idees, separada de les relacions entre fets. Segons això, la presència modal en la ciència correspon a la qüestió de la sintaxi i la pragmàtica del llenguatge modal, aquest és un tema de la filosofia del llenguatge. Però la descripció científica del món no conté cap modalitat. La modalitat en ciència té a veure, segons van Fraassen, amb el llenguatge modal contingut en l'ús natural del llenguatge sobre les teories científiques acceptades. Encara que aquestes guien el nostre ús de locucions en el nostre llenguatge; per exemple, una afirmació de 'impossibilitat' sobre algun succés físic té el seu fonament en la consideració que a cap dels models de les nostres teories científiques acceptades es pot trobar un equivalent d'aquell esdeveniment.

Recorda van Fraassen l'exposició d'una caracterització modal d'un *espai de probabilitat* com a *model d'un experiment*. La evidència de la relació entre el *model* i el món real observable només es troba en les nostres afirmacions sobre les repeticions de l'experiment, una única realització de l'experiment no permetria aquella connexió. Però el model és un ens matemàtic (d'una manera

semblant com Schneider diu una 'ficció epistèmica') i no correspon a cap lloc del món real. Aquella repetibilitat és el lloc on s'asseu la probabilitat com a noció modal. Una concepció 'realista' del model fa derivar, des de l'ús i estructura del llenguatge modal, compromisos de l'usuari realista "amb algun tipus de creences metafísiques -com aquella de creure que els mons possibles alternatius són reals."²⁸ Una concepció no realista pot tenir en compte només que les locucions modals del nostre llenguatge reflecteixen també un tret teòric peculiar, el fet que els models de les teories científiques presentin un conjunt "d'estructures" corresponents a cursos alternatius de successos, sense que tots ells puguin ésser reals alhora. No es necessari prendre tots els aspectes significatius dels models sota la creença que tenen els seus equivalents corresponents a la realitat. A diferència de reconstruir un model de la teoria probabilística com si cadascuna de les seves parts tingués una correspondència amb la realitat, van Fraassen, per la seva banda, reinterpreta cadascun dels models d'una teoria probabilística com una representació d'una seqüència alternativa possible d'esdeveniments resultants. Però al nostre món només s'efectua una d'aquestes seqüències.

Capítol Setè.- Resposta a les crítiques

VII.1.- Crítica de Popper a l'intent determinista d'explicació dels sistemes "indeterminats epistèmicament"

La qüestió de l'explicació dels efectes observables en un joc d'atzar es plantejada per Popper¹ en una crítica a la visió determinista del fenomen. Ell descriu aquella explicació des d'una perspectiva determinista i des d'una indeterminista. Afirmar que la temptativa determinista, encara que explica l'aleatorietat de la seqüència, no explica de manera suficient l'estabilitat estadística, la freqüència relativa. Val a dir, si suposem que tenim algun procediment que ens permeti *saber amb certesa* de cada moneda si sortirà cara o creu -i per consegüent ens eviti la invocació de probabilitats davant la predicció del resultat en cada tirada- tampoc, "*ara que sabem cada resultat individual per endavant*"², no podem des d'aquesta situació donar una resposta al problema desglossat en els dos aspectes següents: *a)* l'explicació dels resultats estadístics de la freqüència relativa (de la proporció de cares i creus, $1/2$) i de les seves fluctuacions, *b)* l'explicació de la nostra capacitat per a predir que les seqüències futures duran a resultats similars -sempre que les condicions romanen iguals (estables, constants).

Com sabem, quan movem un dau dins el gobelet i el llancem, el que fem és que en cada tirada el dau mai parteix de la mateixa situació (estat); aquest acte fa que cada tirada sigui diferent i que per tant aquest tipus d'experiment sigui un experiment d'atzar. Representem en aquest joc una estructura física subjecta a variabilitat, i això fa que per a cada engegada d'aquesta estructura la nostra predicció no pugui determinar-se amb precisió, sinó només de mode probabilístic, ja que el resultat per a cada prova està subjecte a variació d'acord amb aquella variabilitat a l'inici de l'experiment. És a dir, l'experiment té sempre la mateixa estructura, perquè si no fos així, no podríem parlar d'un experiment tipus, i aquesta estructura és aleatòria, és caracteritzada per la variabilitat constant a les seves condicions inicials. Aquesta representació provocada per l'aleatorietat inicial que imprimim a la constitució de l'experiment és interpretada per la visió determinista afirmant que romanen unes diferències en les condicions inicials que ens resulten ocultes, a causa d'aquesta variabilitat nosaltres perdem el control sobre les condicions inicials, i és aquesta ignorància nostra la que constitueix l'estructura atzarosa.

Popper exigeix l'explicació del resultat estadístic. Aborda aquesta explicació mitjançant el que ell considera que seria una temptativa determinista de resposta al problema, i que servirà de crítica

a aquesta temptativa. Llavors, deixant de banda que des d'aquesta perspectiva les freqüències resulten de certes mancances en el nostre processament d'informació, hauríem de veure si la visió de la situació com a irreductiblement determinista permet una explicació que remeti en algun lloc a una situació física. Com estem dient, aquella mancança informativa s'entenia com a resultat de la variabilitat real en les condicions. El que fa Popper és ressaltar la perspectiva determinista fins a enfrontar-la a un problema i revelar aleshores que aquesta visió ofereix una explicació que no arriba a ésser una resposta. Així, ell enginya un experiment on, en primer lloc, aquesta variabilitat quedi d'allò més reduïda, i.e., on augmenti el nostre coneixement de la situació determinista. Així imagina una màquina llançadora de monedes construïda de manera que en cada repetició de l'experiment la màquina repeteix els seus moviments amb una precisa fidelitat; o sia, suposem com un fet que queda restringida aquella aleatorietat provocada en el joc pels moviments de la mà i que fa variar les condicions inicials d'una prova a l'altra. Ara es té un dispositiu de les coses on es pot controlar la variabilitat inicial, on les diferències han estat suprimides de la descripció del tipus de preparatiu. Amb aquesta reducció de les irregularitats en la forma d'introduir la moneda a la màquina, reproduint amb la major precisió els moviments, és té, doncs, un rerefons realment 'determinista'. Però on es produeix una seqüència aleatòria en què la meitat dels resultats són cara i l'altre meitat són creus. Perquè es pot afirmar que la introducció precisa de la moneda en el dispositiu de llançament -gairebé igualant les condicions de partida en cada prova de l'experiment aleatori- no té cap influència estadística, que seguirà manifestant-se com si aquestes variacions estiguessin presents. En efecte, aquesta freqüència característica és indiferent a l'absència o a la presència de diferències en el sistema de llançament. Cal pensar, aleshores, que la producció de determinada seqüència estadística ha d'ésser relacionada amb un residu d'autèntiques diferències desconegudes, amb altre tipus de condicions físiques que no s'han pogut controlar. Llavors, Popper identifica el lloc físic que la teoria determinista assenyalaria mitjançant una suposició sobre les condicions inicials ocultes, no controlades; supòsit que es combina amb aquella teoria determinista *prima facie* dels processos físics.

Així Popper adverteix que una explicació determinista recorre a un supòsit segons el qual el resultat estadístic s'explica per l'existència física d'ocultes diferències minúscules en les condicions o estat inicial. En el cas de la màquina construïda amb gran precisió per al control i fixació dels paràmetres, s'assenyalaria que en els moviments que ocorren en el aparell s'amplifiquen inevitablement, en virtut d'algun mecanisme, aquelles diminutes diferències ocultes.

És clar que el determinisme explica la variabilitat (l'aleatorietat) en els resultats atribuint-la a una inobservable, inapreciable, en definitiva oculta variabilitat, això és, hi ha una variabilitat en les condicions inicials ja que es presenten diferències ocultes. Això ens faria entendre que el dispositiu no produeixi sempre un mateix resultat, creu per exemple, i que de vegades surtin cares, i.e., explica un aspecte dels resultats seqüencials observables.

Però, adverteix Popper, encara que, d'acord amb la qualificació determinista de la situació física rellevant per al resultat individual, tinguéssim un procediment per a saber amb anticipació el

resultat individual, aquest coneixement deixaria sense resoldre el problema de l'estabilitat estadística de cadascun dels resultats possibles en una llarga seqüència de repeticions de l'experiment, el fet que aquesta seqüència presenti una determinada freqüència relativa, per exemple $1/2$ per a les cares i per a les creus, respectivament, i no d'una altra freqüència característica, i també la raó del manteniment de l'estabilitat estadística (que la freqüència no canviï, per exemple de manera periòdica), com també l'assumpte de la "concordança" entre aquesta freqüència resultant i les diferències entre les condicions inicials de cada tirada. Fet que concorda amb la nostra hipòtesi probabilista que el conjunt de resultats d'una llarga seqüència constitueix un conjunt estadístic, un col·lectiu. D'alguna manera esbrinem que la resposta de l'explicació determinista comprendria aquest resultat estadístic com un giny del càlcul que és conseqüència de la nostra ignorància, la qual s'expressa en la variabilitat -incognoscible- de les condicions inicials. En efecte, Popper afirma que aquella concordança s'explicaria en la visió determinista mitjançant el supòsit que també la seqüència de les condicions inicials no controlades constitueix un conjunt estadístic, un col·lectiu. Si la variabilitat -impredictible- dels resultats correspon a la variabilitat de les condicions inicials, l'estabilitat estadística dels resultats correspondrà (sembla ésser, i no hi queda cap altra solució) a l'estabilitat estadística de (les variacions en) les condicions inicials. Per tant, l'explicació determinista de l'estabilitat necessita del recurs d'una teoria purament estadística: "que la seqüència de les condicions inicials ocultes forma també un col·lectiu."³ Les hipòtesis referents a la recurrència de les condicions inicials sobre col·lectius diferents de microesdeveniments és condició necessària per a explicar les regularitats dels fenòmens. Per tant, es necessiten estimacions freqüencials hipotètiques que "són sempre hipòtesis independents, que, certament, se'ns poden ocórrer de vegades quan estem ocupats amb l'estudi de les lleis referents a microesdeveniments, però que mai no poden ésser deduïdes d'aquestes lleis."⁴

Segons això, aquesta crítica a la interpretació determinista permet concloure que no hi ha cap tret legal determinista al qual es pugui remetre l'estructura disposicional propensional perquè a la situació entesa propensionalment no hi pot haver aquella estructura legal. Popper conclou de la seva argumentació que aquell retrocés de la qüestió -la forma de la seqüència dels resultats observables- a altre nivell -la forma de la seqüència de les condicions ocultes- és un trasllat del problema que no proporciona una explicació suficient. Ni l'atribució del diferent resultat macroscòpic a les ocultes diferències microscòpiques, ni l'atribució freqüencial a les seqüències d'aquestes condicions inicials amb una distribució freqüencial *del mateix caràcter que* la seqüència dels resultats -com a part de supòsit estadístic que aquelles seqüències de condicions formen un col·lectiu aleatori- *justifiquen legalment*, segons Popper, la nostra predicció que totes o quasi-totes les seqüències de les condicions inicials tindran forma aleatòria.

Llavors es necessita una afirmació sobre un supòsit estadístic, de manera que s'entengui que aquest supòsit estadístic es dedueixi d'aquella afirmació. Una afirmació, assenyala Popper, que consistirà en un supòsit *probabilista*. Perquè si l'explicació ha de contenir una afirmació legal, universal o amb molt alta probabilitat, llavors s'ha d'exposar una teoria probabilista que és una

suposició probabilista, però no estadística, sobre les condicions inicials ocultes, i que consisteix en l'afirmació legal que tindrà una probabilitat 0 qualsevol altra seqüència d'aquestes condicions inicials que no presentés la distribució freqüencial atribuïda; d'aquesta manera la hipòtesi probabilista explica aquell supòsit estadístic sobre la distribució. Aquesta és la manera, diu Popper, d'explicar la concordança entre els resultats observats i la suposició que aquells resultats constitueixen un conjunt estadístic amb unes determinades freqüències.

La temptativa de resposta determinista a un experiment aleatori, començava dient Popper, és una combinació d'una teoria determinista *prima facie* dels processos físics implicats amb l'additiu d'una suposició estadística sobre les condicions inicials -això és, un supòsit referit a condicions inicials "ocultes". Ara tenim que aquesta explicació mitjançant l'apel·lació a una constitució estadística de les condicions inicials ocultes pot, a més, explicar-se, diu Popper, mitjançant un altre supòsit: que qualsevol suposició que no sigui aquesta d'un col·lectiu a les condicions inicials "es summament improbable, que el conjunt de les condicions inicials que *no* formen un col·lectiu fortuït té la probabilitat o mesura 0."⁵

El punt de vista determinista alhora que afirmava la impredictibilitat dels resultats com la conseqüència de la nostra ignorància sobre uns determinats esdeveniments físics feia una afirmació sobre la constitució de la realitat, aquesta segueix essent determinista. Remetia la ignorància al nostre desconeixement precís de les condicions inicials per la variabilitat que aquestes presentaven. És en aquesta associació entre ignorància (subjectiva) i diminutes diferències (ocultes) en les condicions inicials (objectives) on Popper focalitza la seva atenció. Perquè quan enfronta la interpretació determinista amb el problema d'explicar l'acompliment de la freqüència relativa dels resultats previst en la hipòtesi, aquesta interpretació pot també entendre això com a derivat de la ignorància afirmada sobre les condicions inicials físiques, però això, per a Popper, no fa res més que ressaltar la hipòtesi probabilista. És el supòsit probabilista sobre les condicions inicials ocultes allò que resol el problema dels efectes estadístics, i.e., és una teoria probabilista i no la teoria determinista *prima facie*.

És clar que, pensem, per a un determinista aquesta argumentació popperiana encara no és convincent, ell podria continuar afirmant que aquesta teoria probabilista és usada per raó de la nostra ignorància. Per a la comprensió de l'argumentació amb la qual Popper vol conjurar la perspectiva determinista hem de recordar que per a ell el món és vist des de les nostres teories d'una manera on, si de cas, totes les teories són aproximacions a la veritat esperant la seva refutació. Mentrestant, no tenen gaire fonament els esforços deterministes de dissociar la realitat del món d'una teoria (probabilista) sobre la realitat del món. Per què la perspectiva determinista hauria d'afirmar-se en contra d'una teoria probabilista? Precisament, Popper ens ha mostrat que l'explicació dels fets rellevants, fins i tot sota una teoria determinista, recorre a una teoria probabilista. Quin tipus de justificació hi ha, llavors, per a afirmar que la teoria probabilista és el feble resultat de la nostra ignorància d'una situació veritablement determinista? D'on treu la seva suposada raonabilitat superior l'afirmació determinista

que el supòsit probabilista no és teòric, no és legal? Si la visió determinista del dispositiu aleatori conté una afirmació sobre la realitat, hem d'entendre que per a Popper deixa d'ésser un joc vàlid la combinació d'una teoria determinista amb una teoria probabilista que afirma la correspondència de la primera amb la constitució de la realitat mentre que nega aquesta correspondència per a la segona, la qual és precisament una hipòtesi que postula unes conseqüències concordants amb els resultats estadístics rellevants, en aquesta situació almenys no hi ha cap raó per a fer aquella afirmació de supremacia determinista en detriment de la probabilista sobre la constitució última, real, de l'organització de les coses. Popper afirmaria que no hi ha més raó (però hi ha menys raons) per a dir que hi ha ignorància de la situació real i negar, en conseqüència, el caràcter legal de la hipòtesi probabilista que per a dir que l'esmentada hipòtesi correspon a una teoria probabilista d'acord amb la realitat de la situació física rellevant. (L'apel·lació determinista és una apel·lació metafísica sobre la realitat, però amb desavantatges com la negació de l'ús teòric de la Mecànica estadística en el seu enllaç amb els resultats de la Termodinàmica.)

Hem vist en l'argumentació de Popper en el *Post Scriptum* contra la temptativa determinista d'explicació que allò que permet la noció de propensió com a suggeriment per a la interpretació física de la teoria probabilista és la necessitat de convocar una teoria indeterminista, val a dir, de no fer de la probabilitat merament una qüestió subjectiva. Teoria que té lloc no com a exponent d'una insuficiència epistèmica de les condicions deterministes, com pretén el seu enfocament subjectivista, sinó que la teoria indeterminista ve com a solució a la insuficiència a la qual Popper ha conduït l'explicació determinista.

Així doncs, les conseqüències de veure la situació com a ònticament determinista no aconsegueixen oferir una explicació conjuntament satisfactòria de les diferències en els resultats com de la seva estabilitat estadística. Al cap i a la fi, vèiem com una explicació determinista acaba acollint-se a l'apel·lació a la distribució estadística de les condicions inicials. Per tant, l'argument determinista precisava d'una manera fonamental d'una teoria probabilista. Ara l'enfocament determinista de la situació pot insistir en abonar-se decisivament a la interpretació subjectivista de la teoria probabilista i recordar, per consegüent, que el nostre coneixement insuficient de les dades rellevants ens impedeix la predicció del resultat individual que es produeix en una determinada prova. Hem de pensar que per a Popper no té cap sentit que el determinista torni a recórrer a la seva insistència que el recurs a la teoria probabilista és conseqüència de la nostra ignorància sobre aquelles condicions ocultes. Per a Popper, si la teoria determinista s'atura en la teoria estadística, no fa cap mena d'explicació, només intenta explicar la seqüència aleatòria de fenòmens observables (els resultats dels llançaments de monedes, per exemple) afirmant el supòsit que hi ha també seqüència aleatòria a les condicions inicials ocultes. Abans que el determinista pugui justificar aquesta redundància circular dient que tot això és perfectament coherent amb la situació de no control, d'ocultació en les condicions inicials, Popper, com acabem d'exposar, afirma que aquesta atribució estadística a la seqüència de les condicions inicials pot explicar-se, per la seva banda, si s'afirma un altre supòsit afegit que consisteix d'una

afirmació sobre el conjunt de seqüències, i que és una afirmació probabilista, no-estadística, de la probabilitat per a la distribució de les nostres condicions inicials: "l'ocurrència de qualsevol altra seqüència tindria una mesura o una probabilitat 0."⁶ És a dir, qualsevol altre seqüència que no sigui una seqüència aleatòria, i amb la seva estabilitat freqüencial. A partir d'aquesta fonamentació que és el resultat al qual Popper a forçat la teoria determinista, ell pregunta: "però quin dret tenim per predir (com ho fem) que totes o quasi-totes elles [*es refereix a les seqüències*] ho seran [*d'aleatòries, col·lectius*] per norma, per qüestió de llei?"⁷ Popper omet que algú pugui contestar que la justificació és de caire "subjectiu" donat un determinisme de fons, per a ell això no representa una explicació sinó una injustificació que no és de cap manera vàlida en l'àmbit de la ciència des de la seva metodologia: "aquesta teoria de la probabilitat ha d'interpretar-se físicament (jo suggereixo que per propensions)."⁸ Des del punt de vista determinista, aquesta distribució estadística de les condicions inicials roman irreductible i, com que és inexplicable, per a un determinista, també seria miraculosa, comenta Popper. Però, afegeix, a aquella apel·lació estadística li fa falta un enunciat legal probabilista, una teoria purament probabilista.

En el pitjor dels casos, aquesta opció determinista-subjectivista no és més fonamentada que la indeterminista-propensionalista. La seva acceptació treu la seva força de l'habitud de la imatge emanada de certes característiques de les teories científiques. Però la problemàtica sorgida de les dues teories científiques elaborades al segle XX, la teoria quàntica i la de la relativitat -que és la problemàtica que Popper afrontà- apunten, segons ell, a la substitució d'aquella imatge per aquella que Popper proposa i que tractem aquí en la dificultat que se li presenta en un dels seus temes.

En *La lògica* Popper no tractava qüestions metafísiques, però sí que rebutjava la versió metodològica afí amb aquella interpretació subjectivista que conté una afirmació de determinisme òntic. La negació de Popper és, en primer lloc, de caire epistemològic. Ell nega que hi hagi una relació explicativa vàlida des del 'microdeterminisme' fins a l'acumulació freqüencial dels microesdeveniments sota lleis deterministes en el macroesdeveniment⁹. És a dir, això podria ésser entès com que estaria subjacent la idea d'un "salt" des d'un nivell a l'altre, una 'emergència' encara no expressada ònticament. Potser l'amagada creença a favor d'una metodologia que accepti una 'emergència' es fa palesa no per la seva afirmació, per part de Popper, sinó per la negació d'una metodologia que suposa una tesi contrària a l'aparició d'alguna mena de diguem-ne trencaments epistemològics o "discontinuitats" en les teories respectives a diferents "nivells" de la realitat.

Popper també assenyalava que l'accentuació dels trets simplificadors i generalitzadors en la ciència es pot expressar en una regla metodològica que proposa el deure d'intentar una certa unificació teòrica. Una "hipòstasi metafísica" d'aquesta regla seria, explica Popper, la doctrina -que ell qualifica de la família del 'materialisme'- que afirma l'explicació de tot esdeveniment observable com a "macroesdeveniment". L'unificació teòrica s'aconseguiria fent ús d'hipòtesis que expliquin tots els efectes observables com a conseqüències de "*acumulacions de certs microesdeveniments*", i.e., com a valors mitjans, sumes o integracions de microesdeveniments.

Ara bé, Popper argumenta que aquest pas del nivell microscòpic (de les condicions) al nivell macroscòpic (dels resultats) no es pot fer en un camí directe on el primer es consideri en els seus possibles trets determinístics sense més ni més. És necessària l'addició d'hipòtesis no-determinístiques i independents. Al nivell macroscòpic tindríem conclusions estadístiques, però aquests enunciats freqüencials sobre macroesdeveniments, que parlen de la recurrència de regularitats estadístiques o de la distribució estadística general, no poden deduir-se o explicar-se de la consideració de l'estructura i de les interaccions dels microesdeveniments sota hipòtesis no-estadístiques. La potència predictiva d'una llei determinista requereix de condicions inicials sobre les quals s'aplica. Però, a diferència del cas determinista pur, les conclusions estadístiques no poden derivar-se només de suposicions precises sobre un nivell "microdeterminista", sinó que només poden deduir-se de premisses probabilístiques, això vol dir, de lleis deterministes amb l'obligatori afegiment de supòsits sobre la distribució freqüencial de les condicions inicials. Aquesta indispensabilitat de les suposicions freqüencials pren en el *Post Scriptum*, com acabem de veure, un compromís ontològic a favor d'un indeterminisme. En dues notes de l'edició revisada de *La lògica*, Popper realitzava l'addició d'una mateixa afirmació: "...crec ara que el teorema de Bernoulli pot servir de "pont" dins una teoria objectiva: precisament entre les propensions i l'estadística"¹⁰, o "com a pont entre la interpretació objectiva a base de 'propensions' i l'estadística."¹¹ També hi assenyalava que les lleis o enunciats estadístics només podien deduir-se en el "marc de la teoria freqüencial", però que això era impossible en el marc d'una "teoria estrictament subjectiva", i que tal separació és insalvable ni tan sols mitjançant el teorema de Bernoulli¹².

1. Subjectivitat irreductible en la interpretació determinista

No hem de deixar de comentar que Schneider evitava explícitament fer servir la paraula 'subjectiu'. Però conceptualment segueix tractant-se del mateix assumpte. Com hem vist (en V.1.2. i VI.3.1.) aquella autora caracteritzava el que anomenava 'accés epistèmic incomplet' com allò que en termes de Fetzer qualificaríem d'absència de màxima especificitat en la descripció del sistema, i que en les seves pròpies paraules consisteix de la mancança, en la descripció del preparatiu experimental o *set-up*, de la condició suficient per a l'especificació del resultat en la prova individual. Això obliga a fer una assignació probabilista que serà 'objectiva' si almenys es refereix a condicions reals (necessàries) que sí que són conegudes. En aquest sentit, sembla que Schneider estigui pensant en probabilitat subjectiva com aquella on les freqüències deriven únicament de la nostra 'creença'; encara en aquests casos les probabilitats "cregudes" són afirmades o canviades segons el suport que doni l'observació freqüencial. Però, com hem vist, Schneider aconsegueix que les freqüències no siguin només l'abonament empíric, sinó remetre-les a aspectes físics de la situació -que anul·len la invocació propensional- i en conseqüència no consideri escaient el terme 'probabilitat subjectiva' segons l'aplicació que normalment té. Aleshores, àdhuc arribar a afirmar que 'objectiu' en el seu sentit és també el sentit que podem esbrinar en el propòsit de Popper. Però, més idoni sembla pensar, d'acord

amb la tesi fal·libilista amb la qual Popper dibuixa el desenvolupament científic, que un "accés epistèmic incomplet", per dir-ho així, seria, si de cas, una atribució que hauríem de fer a la naturalesa pròpia de tot coneixement científic, en lloc d'ésser una expressió atribuïble exclusivament a certes caracteritzacions indeterministes en contextos deterministes com pretén Schneider. Més que més, i just a la inversa, per a Popper precisament són aquests contextos deterministes aquells que no podrien proporcionar un "accés epistèmic complet" (ja no en el sentit de Schneider), perquè, com a visió de la realitat, el determinisme és, més aviat, fals. Sense que per això, potser, les teories deterministes hagin obligatòriament d'ésser enteses com a vehicle directe de "actituds personals" o similars -és a dir, 'subjectives', en el sentit de Schneider- sinó, més aviat, i amb una certa diferència de les teories que proporcionen una visió indeterminista, les teories deterministes podrien fer ús de quelcom que estaria, si més no, més proper a una qualificació menys objectiva, però sense que això tampoc no autoritzi a parlar pròpiament d'intromissió "personal", atès que aquestes teories deterministes, encara que més "falses" que les indeterministes, segons Popper, contenen objectivitat¹³; la subjectivitat no entra en la canònica del coneixement científic, però passaria que en una perspectiva determinista de les teories es fa ús d'idealitzacions que abstrauen fonamentals característiques reals (convertides en irrellevants per al domini en qüestió) que, no gensmenys, sí que es recollirien en una visió indeterminista.

Però la cosa que ens importa, i al marge de la filosofia popperiana, és que ni Popper ni qualsevol altre es troba obligat a considerar aquella caracterització que fa Schneider, i per les raons que ofereix, com a valuosament desigual de la caracterització que usualment qualifiquem de 'subjectiva' (terme que també s'usa per a descriure la situació referida per Schneider com a objectiva-però-no-subjectiva, en quant exempta d'actituds o creences personals) encara que li canviï el nom i la qualifiqui de 'objectiva'. 'Objectiva', assegurava Schneider, perquè, al cap i a la fi, es refereix a condicions reals encara que insuficients -però aquesta insuficiència és la que permetria l'ús típic de la paraula 'subjectiu', perquè es tracta de tenir en compte només les condicions (reals, sens dubte) conegudes pel subjecte (però físicament insuficients per a la situació física rellevant). En definitiva, s'anomeni assignació "objectiva" (a la manera de Schneider) o, altrament, "subjectiva" de probabilitats, ambdues etiquetes pretenen identificar el mateix *indeterminisme epistèmic-no-òntic*.

VII.2.- L'abastament ontològic de la crítica de Popper

R. Queraltó¹⁴ adverteix en unes tres ocasions que Popper situa principalment en un nivell epistemològic la descripció que fa de la concepció determinista i també les argumentacions que fa contra aquesta concepció, i que aquesta dimensió epistemològica, amb referència en el contingut de l'acte de coneixement, s'estén ontològicament -a favor de l'indeterminisme. Popper diu que proposa una nova hipòtesi física anàloga a la hipòtesi de les forces newtonianes, és una hipòtesi sobre la constitució real del món físic.

"És la hipòtesi segons la qual tot preparatiu experimental (i, per tant, tot estat d'un sistema) genera propensions que de vegades poden ésser contrastades mitjançant freqüències. Aquesta hipòtesi és contrastable i està corroborada per certs experiments quàntics."¹⁵

Però aquell pas d'un pla cognoscitiu al seu abast ontològic no és especificat amb claredat, i tampoc no està prou justificat en el conjunt de l'obra popperiana -crítica Queraltó-, de manera que l'argumentació popperiana quedaria incompleta.

La definició de les nocions de determinisme i d'indeterminisme es realitza en funció de la predictibilitat (impredictibilitat), la qual es destaca -precisament per la crítica a aquesta noció- com a nucli essencial de les raons a favor d'aquell segon en contra del primer. També la descripció de la significació d'una propietat ontològica com la novetat, l'emergència, es concep en la seva relació amb la impredictibilitat -nivell epistemològic- de manera que és el correlat en el pla ontològic.

"..l'impredictibilitat significaria aquí que la producció emergent no és pre-continguda en la situació precedent, i que no es dona una relació predeterminada de dependència causal, sinó que aquella producció sorgí però al seu torn n'hi podia haver sorgit una altra."¹⁶

Si la tesi indeterminista enfront de la determinista, i com a qüestió ontològica, té un nivell de fonamentació en la dimensió epistemològica, llavors hauria de fonamentar-se l'abastament ontològic de l'anàlisi epistemològica que fa Popper.

"..cabria lícitament preguntar si l'impossibilitat d'una completa predictibilitat, que fa referència principalment al subjecte cognoscitiu i a l'amplitud de la seva facultat cognoscitiva, constituïria una raó suficient per a concloure que l'estructura ontològica de la realitat és indeterminista. En altres paraules, fins a quin límit i per què una argumentació epistemològica podria estendre's directament al pla ontològic?"¹⁷

La raó que la caracterització del determinisme sigui preponderantment epistemològica -l'assumpte de la predicció- és perquè la reflexió filosòfica de Popper està estretament pensada en relació a la ciència, i la concepció determinista com a derivada lògicament de les teories científiques és la concepció determinista millor atesa per Popper; resulta que tal concepció és caracteritzada en termes epistemològics -per la predictibilitat.

Ara bé, per què l'abastament ontològic d'una crítica fonamentalment epistemològica? Només perquè el determinisme científic no és caracteritzable ontològicament perquè la realitat no és determinista, d'aquesta manera es concep que la crítica al determinisme en els termes que sigui -epistemològics- tindrà conseqüències no només epistemològiques. El determinisme té com a referència una activitat epistemològica que secciona la realitat i té un funcionament limitat; el coneixement, encara les seves possibles limitacions, no pot limitar-se a la idealització determinista en la seva comprensió de la realitat. Aquest és l'abastament ontològic de l'anàlisi epistemològica popperiana demanat per Queraltó: que el determinisme no té abastament ontològic (vàlid), i per això només és caracteritzable epistemològicament; després de la seva crítica, l'indeterminisme és l'única cosa, en referència a això, que queda per a ésser acceptable per a l'ontologia.

L'indeterminisme s'afirma com a condició més essencial de la realitat que el determinisme. Però aquesta mera afirmació només seria un enunciat d'una metafísica especulativa, i no d'una metafísica racional, si no fos perquè és l'única afirmació que queda conseqüentment per a fer perquè un exercici de racionalitat crítica ha descrit -epistemològicament- el determinisme com a insuficient.

Afirmar com ho fem que per al determinisme no hi ha referència ontològica on pugui establir-se amb la incommutabilitat que pretenen els seus defensors, encara pot no ésser una justificació acceptable. La justificació per a fer del rebuig -fet en termes predominantment epistemològics- del determinisme una afirmació ontològica a favor de l'indeterminisme s'ha de buscar en la proposta metafísica que construeix Popper, aquella nova 'imatge del món' físic, contemplada en el *capítol IV*. És a dir, la construcció cosmològica on, més enllà dels límits d'aquesta tesi, es troba el projecte complet popperià de proveir una unificació interpretativa de les diverses parts fonamentals de la física, i de la física amb la biologia i amb el món cultural humà. És la construcció filosòfica d'aquesta imatge, feta al costat i emanada de la decisió sobre els problemes metafísics interns a les teories científiques, la justificació per a poder fer afirmacions ontològiques recolzades en una crítica al determinisme que per si sol i en el seu detall potser no és suficient per a caracteritzar l'estructura del món. Si de cas, els defensors d'una estructura òntica determinista darrere les teories tampoc no sembla que tinguin justificació més fonamentada per a establir proposicions sobre l'estructura del món i, a més, no sembla que la 'imatge' oferta sigui més presentable -sobre els criteris unificadors i comprensius que acabem d'esmentar que Popper intenta- que l'exposada en el món obert indeterminista.

Per això, si es renuncia a fer afirmacions sobre els trets generals de la realitat com a enunciats metafísics rebutjables, resulta que el determinisme no és només el determinisme metafísic, sinó que és científic, perquè ve proveït per característiques -predictives- de les teories científiques "clàssiques", i que tota l'atenció que prestem a allò que anomenem determinisme és sempre sota aquest marc. Per tant aquell rebuig d'una posició metafísica no veiem com és consistentment possible fer-ho, quan en aquest posicionament (metafísic a favor de l'indeterminisme) ve inserit en una pretesa "neutralitat" ontològica de les teories. Qui afirmi aquesta manca de compromís encara l'ha de demostrar; es trobarà amb una tasca inacabable, per la impossible demostració d'aquesta afirmació.

A més dels arguments que tenen a veure amb la qüestió de la física quàntica, també la mecànica estadística ofereix un determinat camp temàtic on certes discussions resoltes en la 'física especulativa' o 'metafísica racional' que forma part clau en la construcció d'aquella 'imatge' contribueixen a justificar les afirmacions (que han de ésser obligatòriament a favor d'una determinada concepció de l'estructura del món) sorgides des de l'anàlisi crítica de les conseqüències -epistemològiques i ontològiques- deterministes. Perquè, a la M.E., una concepció interpretativa associada conseqüentment amb la imatge determinista del món duu una 'interpretació subjectiva' de les teories -probabilistes i dinàmiques- i l'afirmació que el nostre món és una il·lusió, que és fals (X.2.3.). Això és inconcebible, encara que només sigui perquè les teories dinàmiques -proveïdores de la imatge

determinista- que descriuen parts significatives del món hauran de definir el seu paper quan resulta que tenen com a conseqüència l'afirmació de la falsedat del món observable més evident, amb la qual cosa la seva bàsica funció explicativa és falsa -i llavors aquella conseqüència també ho és; o bé, només queda defensar precisament aquesta falsedat, la irracionalitat del "coneixement" i la inescrutabilitat de la realitat, posició amb què s'ha de donar compte -la qual cosa és seriosament gairebé impossible- de l'evidència del bon funcionament limitat d'aquestes teories dinàmiques i demarcar conceptualment quin és el tret cosmològic que fa que encara que menteixen també puguin alhora funcionar. Assenyalar, com féu Popper, el caràcter aproximatiu del coneixement no ha volgut afirmar la seva falsedat, sinó la seva parcial veritat en tot cas, i tampoc no ha volgut afirmar el seu termini en la concepció interpretativa de la dinàmica clàssica, sinó precisament, si de cas, la superació justificada d'aquesta concepció. Aquesta superació justificada, ell proposa, dóna lloc a l'afirmació de les característiques indeterministes del món, i això justifica fer afirmacions a nivell ontològic, justificació que es pot detallar temàticament, com és el cas presentat per les conseqüències de la problemàtica sorgida amb la M.E.

Al voltant d'això podem ara considerar el comentari que feia van Fraassen (final de VI.4.). La seva concepció sembla ometre el valor de la predictibilitat. Un fenomen predit no és un fenomen real fins que no ocorre, certament, però no es pot dir que encara que una descripció (la qual exposa la predicció, i que només té la realitat d'ésser un fet lingüístic) afirma un fet que encara no s'ha produït sigui per això mateix la descripció d'un fet fals o, encara, d'un fet irreal; si, tot i així, adoptem aquesta perspectiva, estem negant valor i sentit a la predicció científica. Crec que aquesta perspectiva es pot desprendre directament de l'enfocament que fa van Fraassen. És clar que van Fraassen pot continuar insistint en la seva posició, i dir que no és la mateixa cosa la predicció d'un resultat que la predicció de més d'un resultat quan resulta que després només se'n realitzarà un. Tot i així, dir que només es produirà un resultat no invalida que la descripció probabilista dels diversos resultats sigui vàlida, no com a fet lingüístic, sinó com a afirmació científica, llevat que s'estigui sobreentenenent com a vàlida només la imatge determinista. En efecte, l'argument de van Fraassen tampoc no pot sostreure's al rerefons d'un prejudici determinista, i, llavors, està fent una aposta metafísica favorable a aquesta visió. Com en certa mesura el comentari de Queraltó, el seu argument també nega que una caracterització sobre la predictibilitat, la detecció d'una manca de precisió (determinista) sobre la realitat, signifiqui una caracterització sobre el món real. Però aquesta resistència, alhora, només pot significar -perquè no trobarà cap justificació que li permeti sortir-se'n- que el futur abans d'ésser realitzat no és realitat, sinó un fet lingüístic com a tal futur, i.e., si el futur pot no esdevenir-se, és possibilitat; ara bé, hem de sospitar que per a van Fraassen, en canvi, sí que podem parlar del futur, en la seva condició de realitat, encara que no s'hagi esdevingut, si podem referir-nos a aquest tipus de futur que és gairebé present, és a dir, només en quant es troba pre-contingut a la manera determinista en el present actual. Des de la nostra perspectiva, on s'ha d'intentar introduir la realitat de la possibilitat, constrènyer la realitat acceptable a la producció del resultat és constrènyer-la a la

'realització'; llavors, abans, el futur, en quant futur, només pot ésser una qüestió lingüística per a la perspectiva de van Fraassen. Però aquí hi ha una disputa metafísica, no un problema de malentès "lingüístic", entre concepcions filosòfiques rivals, com entre el realisme i l'empirisme o el nominalisme al qual van Fraassen s'adhereix, i en la seva posició és inevitable la subrepció d'una afirmació ontològica que pren opció a favor del determinisme. Òbviament, en el seu enfocament, que nega realitat a la possibilitat, hi ha només un posicionament que condueix directament al debat sobre la disposicionalitat i on s'opta per negar validesa al llenguatge disposicional. La capacitat per a la mutació d'un gen és, aleshores, irreal fins que el gen no muti en algun instant. Segons això, estem prohibits de dir que el gen és mutant en el sentit que té aquesta capacitat, i no podem adscriure-li aquesta propietat; per a van Fraassen només ens trobem davant una qüestió lingüística sobre la ciència, no davant una afirmació científica sobre la realitat. Això, com tantes vegades s'ha dit, restringeix excessivament el llenguatge que realment s'empra per a fer ciència.

Finalment, si consideréssim que els enunciats universals són ficcions en quant són provisionals ("... caràcter fictici de tot enunciat universal, (...) fet que no es pugui demostrar que una asserció empírica respecte de conceptes universals sigui vertadera.")¹⁸ llavors una llei natural de forma determinista es troba tan justificada en el seu abastament ontològic com les lleis naturals de forma probabilista.

VII.3.- Fonamentació no-empirista dels enunciats probabilitaris

Part de les crítiques anteriors a la interpretació propensional poden respondre's juntament amb el Popper propensionalista, com es presenta en el *Post Scriptum*, i amb el Popper freqüencialista. En la mateixa *La lògica de la investigació científica*, escrita abans de les seves propostes propensionalistes, es troben tractaments fonamentals de la problemàtica freqüencial de la probabilitat que són compatibles amb la interpretació propensional i l'ajuden a defensar-la de determinades objeccions que la qüestionen.

Llavors, en el *Post Scriptum*, la interpretació determinista, en la seva afirmació d'un determinisme *prima facie*, es veia obligada, segons el raonament de Popper, a fer una regressió infinita, perquè aquella interpretació, si volia explicar les regularitats estadístiques de les freqüències, havia d'afirmar que les condicions inicials ocultes formaven una seqüència aleatòria que presentava ella mateixa una estabilitat estadística; però, afegia Popper, aquesta afirmació no era una inducció estadística sinó una hipòtesi probabilística.

Popper no rebutjava la manca de connexió amb allò observable quan feia el tractament freqüencial en *La lògica*, sinó que, simplement, ho accepta i ho afirma: no hi ha tal connexió. Això no és una deficiència de la interpretació mantinguda -sigui, aleshores, la freqüencial infinita o la propensional proposada temps després-, la deficiència, si més no, seria sostenir que hi ha aquesta connexió, que s'ha de buscar aquesta connexió i proposar una interpretació -la freqüencial finita, diria

Sklar- coherent amb la connexió. No cal establir una connexió estructural amb les freqüències relatives actuals com pretén Sklar, i, per tant defensar un freqüencialisme realista, no hi ha connexió estructural entre les hipòtesis probabilístiques, les assignacions de probabilitat, i cap tret empíric. Els trets observables només poden arribar a ésser el lloc on es recolzen aquelles hipòtesis.

Per a fer versemblants les nostres prediccions o estimacions hipotètiques de freqüències en successions infinites tenim dues principals fonts, i no cal considerar cap d'elles amb algun fonament de caire inductiu on es confonguin les estimacions amb el recompte de fets reals, perquè aquestes estimacions no es troben autoritzades des de cap base observacional. O bé partir d'una hipòtesi equitazarosa que afirmi la igual probabilitat de les diverses propietats primàries, una equidistribució postulada per raons de simetria, però no per la seva explicació en l'observació de freqüències empíriques. O bé, des de la consideració de les tendències observades en l'observació dels esdeveniments enregistrats empíricament, es fa una extrapolació de resultats estadístics com a suport -però no com la justificació o "deducció" lògica des de les dades inductives- per a afirmar la hipòtesi no verificable o conjectura que romandran aproximadament estables durant un temps posterior.¹⁹

Això s'inscriu en el rebuig popperia -ja esmentat abans en III.2.1.- d'una teoria inductiva de la derivació dels enunciats o lleis universals des d'enunciats singulars. No hi ha cap problema de raonament de la validesa de les inferències inductives, "la genuïna inducció per repetició no existeix", malgrat que semblen una excel·lent aproximació a la veritat no s'ha de tenir cap confiança en les propostes de fiabilitat dels exemples típics de regles inductives.²⁰ En el seu lloc proposa el seu mètode crític, la crítica com "el nostre gran instrument de progrés"²¹, no hi ha més "inducció" que "el raonament hipotètic ben contrastat i corroborat d'acord amb la raó", i encara que continua essent cert que sense perdre de vista la seva compatibilitat amb el sentit comú. Popper, dins el seu mètode, no rebutja del tot una justificació empírica inserida en els criteris de preferència temptativa entre suposicions rivals, perquè s'hi fan servir "enunciats contrastadors" (descripcions singulars de successos observables, "enunciats bàsics"²², "enunciats observacionals", "enunciats singulars que descriuen successos observables"²³) per a la refutació (en el supòsit que els enunciats contrastadors siguin vertaders, cosa que planteja les seves pròpies qüestions).

Per tant, com dèiem, no hi ha cap qüestió d'inferència inductiva que sigui fonamental com pretén Sklar. Les hipòtesis probabilístiques tenen fonts que no són inductives. Però llavors sembla que els enunciats probabilístics siguin anempírics, que pateixin d'infalsabilitat. Popper no fuig d'això, sinó que, una altra vegada també, afirma que això en efecte és així. En no admetre la vinculació de tipus inductiu amb les freqüències actuals, una estimació de probabilitat només podria ésser contradita per una successió infinita d'esdeveniments: "...això vol dir que (...) són infalsables, perquè tenen una dimensió infinita"²⁴, no exclouen res observable; resulten empíricament no informatives, buides de contingut empíric. No poden trobar-se en una relació de contradicció amb observacions finites o amb expressions extensionals de fets empírics.

Pel que fa a les relacions entre probabilitat i experiència, es tracta de resoldre 'el problema de la decidibilitat dels enunciats probabilitaris', perquè aquests enunciats "resulten ésser, en principi, *refractaris a tota falsació estricta*."²⁵ Des d'un punt de vista lògic, els enunciats probabilitaris no poden ésser falsats, diu Popper, i mai no seran falsables mentre la fórmula binomial sigui deductible dins el sistema, amb independència dels axiomes postulats i de la definició del concepte de probabilitat. Perquè una conseqüència de la fórmula binomial és que hi ha una probabilitat summament petita, *però més gran que zero*, per a l'aparició d'un segment molt llarg que presenti una gran discrepància amb el valor freqüencial estipulat per la hipòtesi. Per tant, podem teòricament esperar l'aparició, encara que donada amb prou raresa, d'un segment finit que presenti fins i tot una desviació màxima de la freqüència estimada, i aquestes aparicions, per consegüent, mai contradiran la hipòtesi. Com a conseqüència, l'observació empírica d'una seqüència de tirades d'una moneda concreta que totes surten cares no ens permet lògicament donar d'una manera determinant per falsada la nostra hipòtesi probabilística prèvia de $1/2$ per a ambdós costats de la moneda que suposem correcta.²⁶

Quan es fa una inferència des de la mostra vers la població (total, de la qual la mostra és una part) es confia en la llei dels grans nombres. D'aquesta llei resulta la molt alta improbabilitat que la freqüència d'una propietat en una mostra àmplia no arribi a ésser aproximadament igual a la seva freqüència en la població d'on s'ha extret la mostra. Ara bé, mitjançant aquesta afirmació de la molt alta improbabilitat de la divergència freqüencial, aquella llei no permet establir que hem de creure que hi ha una completa improbabilitat, en el sentit d'impossibilitat, de trobar-nos davant una mostra divergent de manera que la nostra mostra observada no sigui en realitat pertanyent a la proporció de mostres que divergeixen de la freqüència donada en la proporció molt majoritària de mostres possibles de grans dimensions, perquè la llei permet l'excepció d'aquella proporció divergent encara que molt petita, encara que molt improbable aquesta freqüència divergent.

En el problema de la decidibilitat dels enunciats probabilístics, en primer lloc caldria una anàlisi de la forma lògica dels enunciats probabilitaris que, segons Popper²⁷, es tracta de relacions lògiques que poden ésser enteses com a relacions de 'deductibilitat' i 'contradicció'. També, la infalsabilitat i inverificabilitat de les estimacions probabilístiques no exclou que tinguin conseqüències existencials. La funció lògica de l'axioma d'aleatorietat és la d'un constituent existencial i, efectivament, té la forma d'una hipòtesi existencial. El requisit d'unicitat, per la seva banda, regula les relacions lògiques entre els mateixos enunciats probabilitaris en lloc de les relacions amb els enunciats bàsics.

Però ens interessa sobretot que aquesta peculiar anempíricitat dels enunciats probabilitaris té conseqüències sobre la física. Conseqüències del tipus esmentat per Popper²⁸, que malbaraten el sentit objectiu d'una pretesa probabilitat física (i això concerneix molt directament una teoria com la M.E.): es pot fer l'explicació de qualsevol regularitat observada del nostre món com un estadi dins un univers irregular o aleatori; perquè, per a un segment llarg de temps suficient, sempre podem esperar que aparegui un període de temps on sembli tenir validesa la regularitat proposada. Es tracta que

mitjançant l'ús d'hipòtesis probabilístiques, fent l'assumpció que els esdeveniments elementals en qüestió (que seran hipotètics microesdeveniments no directament observables; v.g., partícules) presentin una distribució aleatòria, es pot calcular la probabilitat molt petita, però sempre major que zero, que una regió d'espai i un període de temps hagi d'ésser el lloc on una acumulació accidental de coincidències -moviments de les partícules- resulta en la regularitat observada. Es pot assumir la gran longitud o duració que ha de tenir la totalitat del procés de manera que l'aparició del temps on es mostra la regularitat, resultat d'un rerefons realment atzarós, serà esperada amb una probabilitat propera a 1 -o a distància de 1 en una quantitat no més gran que un valor arbitràriament petit-, i aquest període serà finit però enormement gran. Així, qualsevol regularitat observada o "macroefecte"²⁹ pot ésser explicat fent servir una hipòtesi probabilística que dona una probabilitat molt propera a 1 a l'ocurrència de la regularitat física observada.

Així, des d'estimacions probabilístiques sobre els microesdeveniments es dedueixen com a resultats observables els efectes físics observables interpretats d'aquesta manera com a "macrolleis"³⁰. El risc de convertir una teoria probabilística d'aquesta mena en un sistema probabilístic de metafísica especulativa³¹ -sense cap utilitat en la pràctica científica- consisteix de no prendre precaucions especials quan s'expliquen regularitats físiques observades mitjançant hipòtesis probabilístiques.

Una aplicació sense restriccions de les hipòtesis probabilitàries no impedeix la seva pèrdua de tot contingut informatiu. En no tenir significació empírica perquè són infalsables, els enunciats probabilístics són metafísics i no tenen el status de lleis naturals, sinó més aviat convindria considerar-los com a tautologies, com correspondria a la interpretació subjectiva. Hem vist com des del sùmmum d'improbabilitat, i sense infringir la formulació matemàtica, es pot construir una probabilitat tan gran com es vulgui:

"..àdhuc la major improbabilitat és sempre una probabilitat -per petita que sigui- i que, en conseqüència, algun dia ocorreran fins i tot els processos més improbables -això és, els que proposem que es menyspreïn-."³²

Però, per a Popper, tot això no ha de comportar l'acceptació d'una interpretació subjectiva, que ve rebutjada pels èxits predictius que a la física tenen les hipòtesis probabilitàries.³³ Entre els enunciats bàsics acceptats i les estimacions probabilístiques que es proposen es possible establir un grau de conformitat regulat per cert tipus de regla metodològica³⁴ que permeti resoldre el conflicte entre l'ús empíric que es fa dels enunciats probabilitaris i la seva naturalesa metafísica en tant que buidats de significació empírica per la seva infalsabilitat. La falsabilitat d'aquests enunciats s'aconsegueix, per a Popper, amb una línia de demarcació entre enunciats estadístics prohibits i permesos. Es pot mostrar que, a diferència de com pogué semblar en principi i sense remei, aquesta línia no és tan arbitrària i tolerant, i que en canvi pot ésser traçada amb precisió. Aquesta demarcació establirà restriccions sobre les aplicacions possibles de les estimacions probabilístiques, de manera que evitin conseqüències metafísiques sobre la física per part de les hipòtesis probabilístiques.

Es pot veure l'ús que fa el físic de les hipòtesis probabilístiques a la ciència empírica per trobar les regles de l'ús dels enunciats probabilístics -que no són falsables- com a enunciats falsables. En la pràctica física, l'exclusió dels esdeveniments summament improbables és una decisió metodològica que permet que una hipòtesi probabilista tingui una acceptació momentània com a empíricament confirmada, o considerar-se rebutjada i pràcticament falsada. Ara bé, això sembla que necessita definició i justificació. Popper proposa una solució limitadora de l'aplicació de les hipòtesis probabilístiques com a mitjà per a garantir la seva significació empírica i contingut informatiu. Això consisteix en l'adopció de "*la decisió metodològica de no explicar mai efectes físics -això és, regularitats reproduïbles- com si fossin acumulacions accidentals*"³⁵; i aquesta restricció, segons Popper, imita l'aplicació correcta que fa el físic d'aquelles hipòtesis. Per tant, Popper proposa, com a restricció d'emprament d'aquestes hipòtesis, mai no explicar efectes físics merament com a acumulacions accidentals, i això acabarà significant que mai no es tindrà en compte com a explicativa a una probabilitat petita. Per consegüent, per a poder arribar a una 'falsació pràctica'³⁶ d'una hipòtesi probabilística s'adoptarà la decisió metodològica d'excloure els esdeveniments summament improbables, de prohibir les improbabilitats extremes. Els efectes improbables, les desviacions sistemàtiques no poden considerar-se com a *reproduïbles* ni previsibles. Com veiem, la regla intenta vincular-se amb una noció de 'objectivitat científica' connectada amb la "idea d'efecte físic reproduïble". Aquesta regla només permet "segments raonablement representatius (o raonablement "bones mostres")"³⁷. La regla pot estructurar-se de manera que traci una línia de separació, entre allò probable i allò improbable prohibit, que no és inevitable que sigui una demarcació "tolerant", sinó que queda determinada, com en el cas de qualssevol altres lleis -no-probabilístiques-, per una precisió que només tingui com a límit els nostres mesuraments. La regla metodològica no prohibeix l'ocurrència de segments atípics o no representatius, perquè aquesta possibilitat de l'ocurrència de desviacions, com de la seva repetició, ve donada dins la noció de successió aleatòria. Però aquestes aparicions immensament improbables no seran considerades com a 'efectes físics' perquè no són "reproduïbles a voluntat". En cas que si ho fossin, la hipòtesi probabilística quedaria falsada per aquestes discrepàncies, reproduïbles, quant al macroefecte considerat.³⁸

La probabilitat d'un esdeveniment apareix com un valor fix al qual s'aproximen un i altre cop les reiterades freqüències relatives dels resultats en una sovintejada repetició d'un experiment productor de resultats variables sigui quin sigui el control de les seves condicions inicials. I la possible falsació d'una hipòtesi que estimi el valor de la probabilitat es basa en la determinació empírica, amb un grau aproximatiu qualsevol, d'aquell valor fix mitjançant repeticions de l'experiment en llargues sèries. No hi ha una identificació plena entre el concepte matemàtic de probabilitat en el càlcul i el seu concepte físic, assegura Popper³⁹, perquè sota el primer concepte no es pot distingir entre probabilitat nul·la i probabilitat molt petita encara que menor que 0; la definició estadística de probabilitat fa ús en el *definiens* de l'estabilitat o convergència de 'quasi-tots' (= allò 'molt probable') els segments. És en el

concepte físic de probabilitat on les petites probabilitats no es consideren com a *efectes físics* i, per tant, no s'entenen incloses dins el definiens del concepte físic de probabilitat.

Que cal la introducció d'una regla que s'afegeix a la forma purament matemàtica del teorema de Bernoulli és una qüestió certament admesa dins el treball dels físics per a poder tractar empíricament amb la probabilitat. Així, W. Pauli⁴⁰ reconeix els profunds problemes epistemològics que comporten la transició a l'experiència del concepte matemàtic de probabilitat, però la possessió d'un càlcul axiomàtic de la probabilitat permet distingir aquests problemes físics del matemàtics i lògics. La formulació lògico-matemàtica, la probabilitat pròpiament dita, implica que existeix una probabilitat molt petita, però no amb valor zero, d'un succés. Aquest autor comenta que cal una regla que es refereix

"...a l'actitud en la pràctica de l'observador humà, o del científic en particular, que tingui en compte també el factor subjectiu, a saber, que la realització, àdhuc una única vegada, d'un succés molt poc probable sigui considerada com a impossible fins a cert punt en la pràctica. Teòricament ha d'acceptar-se que encara existeix una possibilitat d'error diferent de zero, però en la pràctica s'arriba a les decisions reals d'aquesta manera, i en particular a aquelles relatives a l'exactitud empírica de les afirmacions estadístiques de les teories de la física o de la ciència natural."⁴¹

Un enunciat estadístic s'ha de considerar, encara que sigui momentàniament, com a falsat quan l'enunciat atribueix una freqüència per a l'ocurrència d'alguna propietat en una població total que resulta que és notòriament distinta de la freqüència observada per a aquella propietat en una mostra suficientment àmplia. Llavors aquest enunciat estadístic s'oposa a la llei dels grans nombres i s'ha de considerar fals. I si la posterior evidència mostrés que hem estat recolzant-nos en una mostra del grup divergent, s'hauria de revocar l'anterior decisió. En la justificació de les nostres creences s'ha de mostrar la seva concordança amb tota l'experiència disponible; en segon lloc la seva subjecció a permanent revisió és inevitable, perquè aquella justificació no pot significar que podem afirmar la veritat de les nostres hipòtesis, només tenim proposicions acceptables, afegeix A. J. Ayer. Això no hauria de significar l'acriticitat pel que fa a les normes de la nostra racionalitat. Si més no, l'elecció entre hipòtesis només pot tenir el mètode que consisteix, sigui quin sigui aquest mètode, de provar-lo per tal de descobrir si funciona, i aleshores això comportaria la nostra adhesió. Llavors no podem evitar de fer servir la nostra experiència anterior com a guia per al futur. Però l'anàlisi crítica humeana sobre la justificació d'aquestes projeccions que fem de les nostres hipòtesis no pot ésser resolta si no és amb afirmacions del tipus que la garantia de les nostres hipòtesis universals només és l'èxit que tenen. Per tant, només són criteris de raonabilitat el que tenim per a la creença que hi ha una molt bona probabilitat de tenir certitud. Ara bé, assenyala Ayer que no té una prova que la raonabilitat de les nostres proposicions garanteixi la realitat del que s'afirma en elles, i "ni tan sols sabem què podria considerar-se'n com una prova". És el supòsit que els nostres exemples i les nostres observacions són legítims el que ens dóna confiança en aquestes observacions que hem fet. És la suposició que els casos conformats a les nostres hipòtesis no són de naturalesa divergent el que ens dóna dret a la projecció d'aquestes hipòtesis. Però no tenim justificació per a aquesta suposició.

Hume havia plantejat els problemes de la justificació d'un principi d'inducció que permetés justificar les nostres lleis (el coneixement científic sobre la natura) com a vàlides universalment, és a dir, en la seva legalitat. Aquella justificació podria trobar-se en un principi que s'anomenaria d'*uniformitat* de la natura, el qual no hauria d'ésser ni molt fort ni massa dèbil:

"Difícilment pot suposar-se que quan Hume digué que el curs de la natura continuava essent sempre el mateix d'una manera uniforme, hagi volgut excloure la possibilitat que alguna vegada hagués algun canvi. (...) Hem de suposar que volgué dir que els canvis que sens dubte tenen lloc es troben governats per lleis constants, és a dir, que en principi són previsibles."⁴²

El problema és que aquest principi també s'hauria de demostrar, i en l'anàlisi humeana no resulta vàlid sense circularitat recórrer a l'experiència per a la seva demostració. Voldríem un basament per a aquelles hipòtesis que estem realment disposats a projectar al futur, i semblaria que aquest suport es pot trobar en l'alta probabilitat de les nostres hipòtesis universals. Llavors, sembla que l'alta probabilitat ens permet que puguem aplicar les nostres projeccions alhora que això no ens obliga a comprometre'ns amb la negació de la possibilitat d'excepcions en el futur. Suposant com a vàlida aquesta manera, "per alta probabilitat", de justificar les nostres creences, hem vist, no obstant això, com l'alta probabilitat d'enunciats estadístics té al davant les conseqüències de la seva no implicació de total impossibilitat, perquè la llei dels grans nombres només afirma que en el conjunt de totes les mostres possibles de dimensions prou grans, és molt petita la proporció de mostres on la freqüència d'una propietat no arriba ni tan sols a igualar aproximadament la seva freqüència en la població d'on han estat extretes.

La naturalesa de la justificació de l'assumpció d'hipòtesis universals adoleix en últim terme de les dificultats corresponents a la naturalesa dels enunciats estadístics que aquests palesen directament en primer pla. El suport que les hipòtesis estadístiques poden tenir de l'experiència es fa malbé per la possibilitat probabilista que l'experiència sigui desviada, i tot sencer dificulta la falsabilitat de les hipòtesis de tipus estadístic i, per consegüent, dificulta la raonabilitat de la seva projectabilitat. Però també la projecció als casos futurs de les nostres hipòtesis universals corroborades per la nostra observació no es troba en el seu últim fonament lliure del mateix problema probabilístic. Això no es pot dir que no representi en primer terme un problema de l'abast del nostre coneixement, però la indicació d'aquesta mancança no significa que es pugui afirmar que, en conseqüència, el món sigui determinista, sinó més aviat al contrari, pot representar senzillament el problema en qüestió: que encara que afirmessin que la uniformitat del món es desprèn del mateix coneixement científic (del descobriment d'una estructura legal com a realitat constitutiva del món), aquesta uniformitat no pot excloure els canvis també com a ingredient de la seva estructura fonamental.

**Capítol Vuitè.- El problema de la connexió entre propensions i
freqüències: raons del concepte propensional**

VIII.1.- La connexió entre les propensions i les freqüències

També podríem fer servir, com a resposta a aquella crítica de Schneider a les propensions pel que fa a la constància de condicions necessàries per als resultats (*vid.*VI.3.2), la mateixa crítica (curiosament, també emprada contra les propensions) que en un determinat moment fa servir Kyburg. Ell¹ diu que podria semblar, per a alguns autors, que les propensions són propietats relacionals del 'preparatiu experimental', més aviat que propietats d'objectes particulars que constitueixen part del 'preparatiu experimental', i que llavors es diria que són propietats de les condicions conservades constants a les repeticions de l'experiment. Però, quina part de les condicions és constant? -pregunta Kyburg com a crítica a la identificació del concepte propensional- només la moneda o el dau, la superfície de caiguda, l'estació de l'any, el dia, la mà, el gobelet, la màquina especialment dissenyada, distinta gent que fa la tirada, de distintes ètnies, sexes,...? Pot ésser que només puguem dir que es manté constant el dau o moneda i la seva tirada. Kyburg afirma que resulta un problema distingir aquelles circumstàncies de les quals es diu que a moltes d'elles es dona la coincidència d'una idèntica força de la propensió. També assenyala circularitat si les condicions constants s'entenen com aquelles circumstàncies que determinen la distribució atzarosa dels resultats possibles. Però, si la crítica de Kyburg té cap sentit, no veiem com sí que resulten identificables -simplement per canviar la

perspectiva per una de no-propensionalista- les condicions invariables de Schneider, encara que, a la seva exposició, no siguin responsables de la distribució atzarosa dels resultats possibles, sinó de la regularitat freqüencial (cosa que ve a ésser la mateixa, perquè aquesta regularitat vol dir la permanència d'aquella distribució). Si per a un propensionalista no hi ha manera per a la identificació de les condicions constants responsables, tampoc no n'hi hauria per a qui rebutja les propensions, i, en conseqüència, Schneider no pot rebutjar les propensions argumentant que no calen les propensions per a aquella identificació, perquè, segons Kyburg, per a fer-la no hi ha criteris de cap mena –sembla que no només criteris propensionals.

Però volem oferir quina seria la mena de solució proposada, i no anar contestant a crítiques amb respostes aïllades que no condueixen en conjunt cap a un intent de comprensió acceptable de la presentació propensionalista. Resta el problema de com tractar aquelles característiques (que permeten definir un tipus) de l'experiment d'atzar que romanen constants de prova a prova, i que constitueixen, aleshores, l'explicació de les freqüències resultants, segons Popper, d'una manera que la caracterització propensional pugui sostenir-se. Pensem que convé insistir que el que revela l'argument de Schneider -al costat de l'opinió de Kyburg- és que allò que rebutgen els crítics, en la seva liquidació de les propensions, és la validesa o l'interès de plantejar un tipus de preparatiu experimental (d'atzar).

Eells (III.4.) esmentava que hi havia dificultats teòriques per a la concepció *PLT* perquè pugui donar bon compte del cas singular, a causa que (a) el que es manté al llarg termini no sempre importa en el cas singular, i (b) en la teoria *PLT* no necessita tenir-se en compte el que importa en la teoria *PCS*. També hi afegia que el concepte de disposició llarg termini hauria de refinar-se fins que la possessió de $D(M^*,x)$ no sigui conceptualment equivalent a la possessió d'una propensió de cas singular.

Podem considerar aquesta guia demandada per Eells, encara que la seva exposició cas singular era suficientment dubtosa -en algun sentit indicava diferents magnituds propensionals- com perquè no necessitem compartir el que per a nosaltres és una concepció confudent de la propensió cas singular (vegeu III.2.1.2., III.4.). Intentarem apuntar la mena de consideracions que s'haurien de tenir en compte per a aconseguir que una disposició de llarg termini pugui ésser atribuïda a cada membre d'una seqüència i que aquesta disposició sigui diferenciada de la disposició cas singular posseïda també per cada membre. Això es farà mantenint que el succeeix en el llarg termini sí importa en el cas singular i que el que importa a la teoria *PCS* no cal que es tingui en compte en la teoria *PLT*.

Per a poder afirmar que cada cas singular posseeix $D(M^*,x)$ -o propietat propensional de llarg termini- sense que això equivalgui a la propensió cas singular, s'ha de fer valer la rellevància d'aquesta possessió per a algun tipus de situació física que contempli una situació de casos singulars com a membres d'una seqüència i on sigui irrellevant la disposició posseïda per cada membre sota la interpretació *PCS*. La rellevància de la possessió de $D(M^*,x)$ mostrarà que el que succeeix al conjunt

seqüencial sí que importa al cas singular com a membre d'aquell preparatiu experimental. La irrellevància de la possessió de $D^*(M^*,x)$ -propensió de cas singular- ha de mostrar que la seva possessió no caracteritza aquell tipus d'experiment. Llavors, aquella rellevància/irrellevància justifica l'afirmació d'enunciats de la forma $P(A/x)=r$ per al cas singular fets sota la concepció *PLT* i no sota la *PCS*.

També es poden fer aquestes afirmacions sense que la situació física objectiva i significant teòricament estigui considerada sota qualsevol mena de interpel·lació, encara que sigui amagada, a la nostra ignorància o qualssevol coses semblants, sinó que tota aquesta concepció és construïda des de la consideració de les condicions físiques pertinents i només des de la situació física. Això significa que ha de poder rebutjar-se una caracterització com la que exemplificava Schneider.

Aquella autora (VI.3.2.) ens recordava que el *set-up* conté característiques explícitament formulades, però que no són necessàriament exhaustives. Aquests paràmetres presos explícitament dins l'informe romanen de la mateixa manera en cada prova (almenys d'una manera ideal: la forma del dau, per exemple, no pateix desgast,..). Se suposa que són els que defineixen tendències a produir freqüències relatives estabilitzants en llargs terminis d'assaigs repetits.

Però, a més a més, des d'una consideració determinista, el preparatiu experimental implica altres característiques que junt amb aquells paràmetres coneguts constitueixen una condició suficient per a un resultat especificat, llavors només amb valors 1 o 0 . Normalment aquests paràmetres desconeguts difereixen d'una prova a la següent. Cada prova és determinada pel paquet d'aquestes entitats físiques o paràmetres. Si totes les proves fossin iguals, tots els resultats serien iguals també. Aquests paràmetres incontrolats són la part responsable per a la diversitat de resultats.

Es pot entendre que la probabilitat és determinada només per les característiques o paràmetres coneguts, com s'atribueix a Popper. Altres característiques del mateix *set-up* produirien altra assignació de probabilitat. Però, en realitat, es necessiten no només les condicions conegudes, també les freqüències, objectava Schneider. I les freqüències des d'una concepció subjectiva mesuren el "buit epistèmic", allò que sabem en relació al que no sabem:

"Ja que la 'estabilitat' es més un producte del nostre processament de dades que "una llei d'atzar de la natura" -i per tant és explicada per consideracions de complexitat, i.e., nocions epistèmiques-, no hi ha res que quedi per a ésser explicat per un concepte propensional."²

A situacions diferents corresponen diferents (valors de les) condicions inicials, es podria parlar de la totalitat de les situacions possibles o conjunt de tots els experiments possibles. Cada experiment particular és individuat per les diferents condicions inicials, suficients per a cadascun dels resultats. Per tant, les mesures de probabilitats no es refereixen a cap tret de l'experiment o situació específica, sinó que s'atribueixen a la classe o conjunt d'experiments en quant forma un conjunt de condicions inicials. Llavors la mesura de probabilitat s'assigna per tal de comptar la quantitat o freqüència amb què es produeix una particular configuració de condicions inicials o situació específica. La probabilitat d'un determinat resultat (sortir 'cara') dependrà d'aquesta mesura en el

conjunt de condicions suficients *possibles* i, a mesura que cada paràmetre tendeix a l'infinit, la probabilitat serà la mateixa per a totes les mesures. Però, aleshores, per què necessitaríem el concepte de 'propensió' per a designar una entitat física? -preguntava Schneider. La contestació a Schneider requereix en primer lloc assenyalar la significació general que té parlar de propensions a la filosofia de la ciència. Després també demandarà una resposta acceptable al problema de si la propensió és de cas singular o de llarg termini i com es pot fer això sense caure en una caracterització determinista, i.e., fent comprensible com s'entén propensionalment que es tracta de probabilitats " presents", reals.

VIII.1.1.- La qüestió de la irreductibilitat categòrica de les disposicions. La reductibilitat de les propensions

En el nivell termodinàmic s'observa el fenomen del flux de calor, la tendència (dels valors) de les variables macroscòpiques a prendre els valors corresponents a l'estat d'equilibri quan el sistema està aïllat. ¿Es pot parlar de 'disposició', de propietat disposicional cap aquesta tendència, -i precisament de disposició de força universal? El problema dels termes disposicionals (vegeu III.1.) en les teories científiques s'ha de resoldre, afirmà Quine³, pensant que aquests termes acaben essent substituïts per la *descripció microfísica* que dona compte del comportament en qüestió.

D'acord amb el desenvolupament de la ciència moderna, amb la seva pulcritud en l'establiment de relacions funcionals i l'avanç en l'anàlisi dels components estructurals, cabria pensar que l'ús en el discurs científic de les obscures nocions de 'disposició' i 'potencialitat', o els termes de 'poders', 'capacitats' o similars, són per al científic modern senyals que la seva explicació científica encara no ha assolit contorns suficientment clars en la seva recerca per a trobar relacions i formes estructurals subjacents.

"La ciència, es diu sovint, no pot acceptar per gaire temps una explicació d'un objecte que es trenca en termes de només la seva 'fragilitat', o d'una planta que busca llum justament en termes del seu 'fototropisme'."⁴

Per tant, segons la ciència ha profunditzat en les estructures subjacents dels fenòmens cap pensar que disminueix el vocabulari disposicional, que les propietats disposicionals (com elasticitat perfecta, atracció gravitacional i càrrega elèctrica) són poques, que hi hauria "un nombre mínim d'aquells inexplicables 'poders ocults'⁵, i que, al contrari, són "moltes propietats categòriques (e.g., massa, forma, posició, velocitat, energia, etc.)"⁶ en els constituents del nivell microscòpic. Així, com a trets dels corpuscles elementals de la física newtoniana, la posició i la velocitat serien relacionades a formes actuals i concretes, o a propietats espacials, com a "'qualitats primàries' que existeixen contínuament en totes les situacions"⁷. A despit d'això, Thompson, d'altra banda, ens recorda "que la posició i la velocitat no estan contínuament determinades, sinó que només tenen valors específics en situacions adequades com és el cas de la mesura d'interaccions de certs tipus"⁸, ja que això és el que ens mostra la mecànica quàntica; per tant, aquestes propietats dels constituents elementals són més

aviat a la manera de "«qualitats secundàries» les quals són només específiques en algunes situacions adequades (i.e. no totes)."⁹

"La mecànica quàntica utilitza el tipus 'propensió' de disposició, atès que aquest tipus exhibeix els seus efectes probabilísticament (...) Llavors, si ens preguntem a què se sembla el món, en quant descrit correctament per la mecànica quàntica, arribem a l'existència de les propensions reals."¹⁰

Thompson intenta explicar que en la física les disposicions tenen un rol essencial, que per a la nostra comprensió (des d'un punt de vista teòric com també pràctic) del món físic és imprescindible fer ús de la disposició com una noció referida a la realitat, "que la física matemàtica és un intent per a relacionar formes i disposicions d'una manera regular."¹¹ També, que aquesta noció és la promesa per a fonamentar una perspectiva no paradoxal i realista de la física quàntica, on "hi ha més classes de disposicions que en la física newtoniana"¹², però "que les disposicions són importants en gairebé totes les branques de la física newtoniana."¹³ Assenyala les seves primeres aparicions en la física "com els trets macroscòpics dels objectes observables que desitgem explicar."¹⁴ Però, amb el desenvolupament en la física de les hipòtesis moleculars, aquestes entitats inobservables assumeixen un rol explicatiu dels fenòmens observables, i llavors les disposicions també apareixen en l'estructura profunda de la matèria:

"Una part significativa de la física ordinària és l'explicació de propietats disposicionals macroscòpiques en termes de les propietats disposicionals dels components i de la configuració d'aquests components en el conjunt. Així, l'elasticitat d'un sòlid, per exemple, s'explica en termes de les atraccions entre els electrons i els seus àtoms veïns."¹⁵

Perquè no només alguns trets macroscòpics poden ésser compresos com a disposicions, també els objectes microscòpics són residència de disposicions reals: "En la física newtoniana, els corpuscles mecànics tenen les propietats disposicionals d'impenetrabilitat, durabilitat i elasticitat perfecta d'acord amb la seva forma espacial."¹⁶

Per a Popper¹⁷ no és només que no existeix una frontera no borrosa entre el "llenguatge teòric" i el "llenguatge empíric", també s'ha d'afirmar, en associació amb això, que els "fets" contenen 'universals'; això entranya un comportament legal i, en conseqüència, la transcendència de l'experiència (vegeu III.2.1, VII.3.); però els universals corresponen a disposicions, i la distinció entre termes teòrics i termes no-teòrics és equivocada, com ho és distingir predicats no-disposicionals.

Una característica que Thompson atribueix a les disposicions és aquella que anomena la seva 'irreductibilitat categòrica', que, segons aquest autor, es tracta d'una opinió que s'ha de remuntar a Aristòtil i Leibniz, i que ha estat explicada per diversos autors contemporanis (entre altres: Leclerc, Weissmann, Mellor, Harre & Madden, Emmet)¹⁸. Hem fet menció del treball de Humphreys (capítol IV) que exposa que la asimetria temporal que presenten les propensions com a tendències causals no és compartida per les probabilitats condicionals. Però no és només pel càlcul de probabilitat que no poden ésser substituïdes completament les disposicions propensionals en quant caracteritzades causalment. Quan es parla dels objectes físics, les propietats disposicionals no poden en últim terme

reduir-se a una base no-disposicional: "...les propietats disposicionals només poden ésser explicades o reduïdes a altres disposicions, no a propietats enterament estructurals o estàtiques."¹⁹

Ja que és impossible explicar-les amb convicció ferma en termes d'altres categories, com és el cas de l'espai i de la grandària d'un objecte, les formes i dimensions de tots els seus constituents, ensems una llista d'aquests fets en cada temps,²⁰ si les propietats purament estructurals pretenen explicar trets disposicionals, diu Thompson, no podran fer-ho sense assumir algunes disposicions. Així, el terme 'estructura electrònica' ha d'assumir algunes disposicions inherents als electrons mateixos (com càrrega, massa, etc.) per a explicar més satisfactòriament una propietat disposicional macroscòpica com la 'elasticitat'. En bona mesura es parla de propietats disposicionals com "aquelles que no poden ésser explicades purament per la situació i la forma d'aquells objectes"²¹. Popper rebutja l'intent de Carnap de 'constituir', 'reduir' o definir els universals en termes purament experimentals o d'observació, per raó que tots els universals corresponen a disposicions, amb això s'han d'introduir com a termes no definits, "llevat dels que podem definir a partir d'altres universals que no són d'experiència (com passa amb 'aigua' si preferim definir-la per 'una combinació de dos àtoms d'hidrogen i un d'oxigen)."²²

Sigui com sigui, segons aquella proposta expressada en Quine (al començament d'aquesta secció) si la M.E. descriu microfísicament la conducta termodinàmica, l'evolució vers l'equilibri, ha de desaparèixer la caracterització disposicional. Però resulta que la descripció microfísica es construeix connectada amb el macrosuccés gràcies a la intervenció de probabilitats. I el caràcter disposicional, ara en el seu vessant probabilístic, apareix quan una interpretació de la probabilitat com a "cosa física" passa pel seu caràcter disposicional.

Però, si com diu Popper, les propensions (probabilitats) depenen (això és dir que són "causades" pel) preparatiu experimental o condicions generadores, per què no remetre senzillament les probabilitats a les corresponents condicions físiques? En això han insistit els crítics; alguns dels quals accepten les probabilitats com a propietats físiques, o simplement com a objectives amb referència a aspectes estrictament físics, o també aquells crítics que, com hem vist que fa C. Schneider, assenyalen els aspectes físics (com a condicions variants o invariants del preparatiu experimental, o les mateixes freqüències, diu ella) als quals es poden trobar remeses les mesures de probabilitat sobre resultats, encara que la seva proposta d'objectivitat altera -de manera injustificada segons manifestàvem damunt (VII.1.1.)- l'ús típic d'aquesta qualificació contrastada amb la de subjectivitat.

Si podem assenyalar les condicions físiques generadores de la probabilitat, per què parlar de disposició o propensió? Per què no remetre els resultats -o les freqüències de resultats- directament a aquella configuració experimental o a alguna de les seves parts? Com a hipòtesi metafísica amb incidència d'hipòtesi física, i amb el seu fort accent conjectural i a més pre-sistemàtic amb què Popper la presentà, la 'propensió' podria ésser usada com a ingredient d'una teoria filosòfica de la probabilitat de la mateixa manera que Quine diu que hem de considerar l'ús dels termes disposicionals que es

troben formant part del vocabulari de les teories empíriques: fins que un aclariment o el descobriment de les fonamentals estructures físiques involucrades en cada cas pugui fer ometre l'ús d'una interpretació propensional²³. Això, d'antuvi, ens pot dirigir a la discussió més general de la pertinència de nocions disposicionals com a conceptes amb referència física en les teories empíriques.

Si d'alguna manera es pot dir que els físics no necessitarien parlar de 'propensió', tampoc no necessiten parlar de 'causa', però sí que se'n parla -malgrat les reticències humeanes- en filosofia de la ciència, com també s'hi parla, per exemple, de 'termes primitius', encara que tampoc no ho facin els físics (per no dir que els físics, com comenta Quine²⁴, ja no parlen sense restriccions ni de la velocitat). Establir la raó -i potser la justificació- per a parlar de propensions potser requereix referir-se al debat general en filosofia de la ciència o àdhuc en filosofia -tenint a prop la ciència- com ho pretén Popper quan exposa la propensió com a hipòtesi metafísica que recull un ventall de línies en la filosofia. Hem parlat de la propensió com a hipòtesi metafísica, encara que no hem tractat -ni ho farem- la perspectiva filosòfica general desenvolupada per Popper al seu voltant.

VIII.1.2.- La situació física i l'atribució propensional

Hi ha unes bàsiques estranyeses per a l'acceptació de la propensió com a disposició. Hem dit que alguns autors auguren una base no-disposicional per a les disposicions. Aquest argument és compatible amb l'eliminació de les propensions i la seva substitució per condicions físiques, com fan Schneider o Milne. Altres autors, com per exemple Thompson, reclamen que no és obtenidora aquesta base no-disposicional, les disposicions sempre són reductibles a estructures que contenen altres disposicions. (Precisament, tenint en compte aquesta darrera posició, Milne la fa servir com a objecció a les propensions, com a disposicions no-deterministes, perquè aquestes propensions no són, en la seva opinió, reductibles a unes altres disposicions).²⁵

Un dels problemes que pot incidir en la imatge força artificial que sembla tenir l'aparició de les propensions com a propietats disposicionals es troba en les diferències que semblen presentar amb les caracteritzacions propensionals clàssiques o deterministes. Hi ha un terme disposicional específic -v.g., 'fràgil'- per a explicar que si el got de vidre es deixa caure es trencarà; en canvi, en el cas de les propensions, l'afirmació de la disposició és l'enunciació del contrafàctic, però es tracta de la propensió per al resultat 'cara' quan la moneda es tirada, i a més acompanyem aquesta enunciació amb la indicació numèrica de la força tendencial causal; així, diem que la propensió és la probabilitat per a sortir cara quan la moneda és tirada, i que aquesta probabilitat és $1/2$, o que la tirada de la moneda resulta cara en la meitat de les ocasions en un nombre suficientment gran de llançaments (o que si es fa una extracció de l'urna, la freqüència dels resultats 'bola negra' és r). És a dir, per a anomenar la qualitat propensional inserida en el preparatiu experimental en qüestió, el que fem és enunciar l'esdeveniment de la seva manifestació, però no tenim un terme propi de la qualitat particular com quan diem 'fragilitat', 'solubilitat', encara que també podríem inventar-nos-en un. Però fora d'aquesta

diferència de les disposicions probabilístiques -i encara advertint la incidència que pot tenir en la nostra credibilitat de les propensions-, no hi ha diferència substancial amb dir d'un got fràgil que si se li deixa caure es trencarà; en aquest condicional és expressada també la força de la tendència causal, que és universal, i la prova amb el seu resultat. Igualment en el tipus propensional de disposició, encara que l'absència del terme i l'explícita especificació numèrica de la tendència causal poden induir a pensar que el que s'enuncia és la quantificació (potser per inducció des d'un recompte de realitzacions) de les ocasions en què una determinada causa és seguida d'un efecte.

Si la propensió, com diu Popper, depèn de la "situació", del conjunt rellevant de la situació, inclòs l'objecte (que per la seva banda podria considerar-se com una 'situació'), per què no parlar simplement de les característiques situacionals? -enlloc d'afegir-hi la propensió com un element més. Produeix certa estranyesa parlar de propensió com una cosa o relació física, com si diguéssim l'alçada del llançament d'una moneda, o la mateixa moneda, o l'angle de caiguda. Però una característica disposicional comuna, com la fragilitat, tampoc no resulta a primera vista exactament una mena de 'coses' com les esmentades, com una 'moneda' per exemple. I la propensió d'una situació presenta una naturalesa explícitament més abstracta, més general, que la fragilitat. La propensió sembla com una característica relacional entre condicions de situacions físiques molt diverses, daus i monedes, molècules,... Però, a més, la probabilitat ha estat entesa sovint com un nombre que mesura la força de la nostra creença que alguna cosa succeirà; per tant, que la propensió per a qualsevol efecte corresponent a les circumstàncies més diverses sigui identificada mitjançant la mateixa etiqueta numèrica de la probabilitat fa que no sigui de fàcil digestió la idea que constitueix una disposició com qualsevol altra de les disposicions específiques que coneixem, disposició per a trencar-se, per a dissoldre's,... També la fragilitat, per exemple, és una paraula que remet a una propietat física que podem entendre que sigui reductible a altres propietats físiques, encara que hem de recordar que per a una perspectiva disposicional aquestes propietats també constituïran disposicions. Precisament, com hem indicat, Milne protestava que no es plantegi la propensió com a reductible a altres disposicions, com es diu que passa amb les altres disposicions: aquesta deficiència mostraria que àdhuc la suposada naturalesa disposicional de la propensió resulta forçada; però una propensió seria una propietat complexa que aglutina o resulta d'altres propietats que segons els criteris d'alguns també serien disposicions, com gairebé totes les propietats ho són..

Tota mena d'intent crític de forçar una distinció entre la cosa a la qual s'atribueix la propensió i la cosa a la qual s'atribueix la probabilitat dona de ple en el cor de la interpretació propensional, en la seva distinció de la interpretació freqüencial, com en la seva raó d'ésser. L'enteniment i el nou traçat viable del plantejament propensional provoca aquí algunes disputes: (a) la identificació de la probabilitat amb la freqüència en una direcció, (b) la identificació de la propensió amb (o la seva col·locació en) el preparatiu experimental en l'altra direcció, i (c) la identificació de la probabilitat amb la propensió.

Considerem una versió del desenvolupament del tractament reductor o eliminador de les caracteritzacions disposicionals. La distinció, insistida en l'exposició de P. Milne, entre el tipus d'experiment i la prova, ja que la *prova* inclou l'esdeveniment o succés, la realització d'un efecte-resultat, la *manifestació* de la disposició, mentre que la descripció del tipus d'experiment inclou la disposició com a tal disposició, sense manifestació (referida a una família de resultats possibles, allò que Schneider considerava una situació només epistémica). Podem contemplar aquesta diferència que Milne vol establir entre proves i preparatiu experimental atenent a l'argument²⁶ d'una de les dos seves consideracions contra les teories probabilistes de la causalitat (que l'estructura causal del món es troba fundada en les lleis (probabilistes) de la natura, on les generalitzacions causals han d'ésser nomològiques, o no són causals, i les probabilitats són causals com proposa la teoria propensional de la probabilitat; llavors, l'argument es dirigeix contra l'afirmació propensionalista de considerar la probabilitat com una expressió numèrica de la força d'una tendència causal). En una urna la constitució proporcional de les boles de color dona la raó per a les probabilitats d'aquests colors en les extraccions. Una urna amb una proporció de boles blanques i negres diferent a la proporció constitutiva d'altra urna donaria probabilitats diferents. Llavors, diu Milne, la proporció de boles en l'urna sembla ésser l'esdeveniment amb tendències causals per a produir els resultats, però, afegeix, això deixa de banda que les probabilitats també depenen del fet que les 'proves' són les extraccions; llavors, la diferència de valors probabilístics assignats no és un efecte de la diferència en la força de la tendència causal per a produir els resultats, és més natural dir que és un efecte de la diferència en les proves.

Milne no accepta que s'afirmi que és una qüestió de definició que la probabilitat (*a priori*) de boles negres és la freqüència relativa d'aquestes boles en l'urna. L'afirmació de l'existència de la connexió entre la freqüència a l'urna i la freqüència a les extraccions no és simplement l'afirmació d'un tret de la definició de 'extracció aleatòria', perquè encara que no hi hagi reemplaçament a les extraccions, l'extracció continuaria essent aleatòria; 'aleatòria' qualifica 'extracció', no 'extracció amb reemplaçament', i llavors resulta que en extraccions aleatòries sense reemplaçament no hi ha aquella connexió. (El reemplaçament garanteix la independència entre les extraccions, si aquesta independència caracteritzés l'aleatorietat de les proves, sí que 'aleatori' qualificaria 'extracció amb reemplaçament', però Milne nega que 'independent' sigui el significat de 'aleatori' (II.1.1.))

Diem del got de vidre que si cau (o és colpejat) es trenca. La caiguda i el trencament són esdeveniments, i hi ha una connexió causal entre tots dos, on la caiguda és causa del trencament. Diem de la moneda que si es tira pot treure cares. La tirada i el resultat cara són esdeveniments, on el llançament és causa del resultat cara. Pel que fa al model de l'urna, Milne està dient que si s'extrau a l'atzar una bola, pot resultar ésser una bola negra. L'extracció i el resultat color negre de la bola són esdeveniments (en la prova), on l'extracció a cegues és causa del resultat color negre de la bola. En dir que l'assignació de probabilitat és determinada per l'esdeveniment 'extracció' i no pel preparatiu experimental que és la constitució de l'urna, Milne estaria acceptant que hi ha una relació causal entre esdeveniments, de l'extracció al resultat, però nega explícitament que hi hagi una tendència causal des

de la constitució de l'urna al resultat. L'extracció no pot ésser seu de la propensió, atès que l'extracció és un esdeveniment i la propensió és una propietat; aquesta propietat ha de poder existir sense manifestació, i ha d'estar situada en la constitució de l'urna -el preparatiu experimental- però com que d'aquesta constitució no s'estableix tendència causal fonamental, llavors no hi ha propensió que es necessiti.

Però, potser la crítica de Milne apunta l'objecció que si els aspectes significatius per a l'assignació de probabilitat corresponen a la manifestació, diguem-ne, per exemple, les freqüències -o la distribució de les variables ocultes responsable de les freqüències-, no es pot situar físicament o no té sentit parlar d'una propietat no-manifestada a la qual es remet la probabilitat manifestada. Aquesta és una altra manera, encara més incisiva, de dir, com ho deia Schneider, que basta amb remetre la causa dels resultats a trets físics -coneguts, o desconeguts i llavors no especificables en el tipus d'experiment- i que no calen propensions per a explicar les freqüències. Això no impediria assignar una probabilitat abans de cada tirada, per exemple seguint algun procediment de tipus inductiu des de les freqüències manifestades.

Afirmar que hi ha una disposició indeterminista és remetre la raó d'aquesta enunciació a una propietat física de la situació. Però, afirmen els objectors, això no és necessari, perquè es poden indicar directament aquestes característiques físiques responsables. Encara més, com hem vist abans, els crítics assenyalen que com que l'afirmació d'una disposició exigeix l'al·lusió a unes condicions físiques que poden ésser identificades encara que, per definició, no s'estigui manifestant la disposició, aleshores els propensionalistes van a trobar dificultats insalvables per a poder especificar aquests trets físics generadors sense que, almenys, en ells no es trobin inclosos trets que contenen o impliquen que la 'disposició' s'està manifestant. Això anul·la l'essència disposicional i acaba per fer completament inútil l'afirmació disposicional.

L'argument de Eells²⁷ (VI.1.2.1. i VI.2.) ens advertia que podríem tenir, pel que pertoca a un conjunt de resultats possibles que és el mateix conjunt per a cada cas, una propensió diferent per a cada cas i tenir després una proporció dels resultats en el conjunt seqüencial que dona una freqüència. Llavors no es pot identificar la freqüència amb la probabilitat assignada al cas particular (propensió). La freqüència no donaria una base per a aquesta assignació (en el cas que algú, un inductivista, pretengués donar una base "realista", de tipus freqüencial, "lliure de subjectivisme", per a la probabilitat) en el sentit de poder explicar-la. Tampoc la propensió no pot explicar la freqüència.

Llavors resulta que es pot dir que les freqüències produïdes poden ésser enllaçades a característiques físiques de la "situació", sense necessitat de vincular-les a una propietat física de la situació que diem que és disposicional. El problema és si això es pot fer sense estar suposant o implicant una interpretació subjectivista de la probabilitat assignada. La interpretació propensional, precisament, sorgí per fer una afirmació realista de les probabilitats assignades que la interpretació exclusivament freqüencial no podia aconseguir. El problema està en la relació entre les freqüències produïdes en una sèrie i la probabilitat assignada al cas individual. Com ha d'ésser aquesta relació

entre aquelles freqüències i aquesta probabilitat de forma que no sigui necessàriament suposat o implicat un enfocament subjectiu com a absència de coneixement rellevant en la descripció de la realitat? Hem de poder aclarir si una caracterització realista exigeix un perfil propensional, si hi pot haver una interpretació realista que no sigui una interpretació propensional.

Aquest problema pot contenir assumptes amb diferent nom, però que responen a una única qüestió. Es tracta, com venim dient, de la connexió entre freqüències i probabilitats, de la relació entre el col·lectiu o classe de referència i el cas individual, de la delimitació entre el preparatiu experimental i la prova, entre no-manifestació i manifestació, entre condicions conegudes i desconegudes, de la constitució de la descripció de la situació, de la discriminació entre objecte i sistema, o entre sistema i entorn.

En primer lloc, podem objectar l'argument de Milne. Considerem, com planteja Milne, que hi ha un cert despropòsit en la inclusió de la prova (en particular, l'extracció) en l'especificació del preparatiu -ja que la prova és manifestació i una especificació del preparatiu que tingui com a component una manifestació anul·la el caràcter disposicional atribuït: existència hi hagi manifestació o no n'hi hagi. Així, podem considerar críticament l'afirmació que fa Milne que la probabilitat és determinada per la manifestació, i.e., per l'assaig, de la següent manera. Si la probabilitat només és determinada per l'assaig, pel tipus d'assaig, i això no pot ésser inclòs en el tipus d'experiment, perquè hi ha una irreductibilitat de la manifestació amb referència a la seva descripció en el tipus d'experiment, llavors això podria ésser entès com que no podem abans de l'esdeveniment (abans que la moneda vagi a ésser tirada, i sabent les característiques de la moneda i del llançament especificades pel tipus d'experiment) fer cap afirmació sobre la probabilitat d'un resultat. Això resulta absurd. Quan faríem l'afirmació? Quan la manifestació esdevenimental estigui establerta. I quan és això?, a partir que la moneda es llanci?, just abans de caure?, quan ja ha caigut a la superfície? quan mostra el resultat? Sens dubte que la manifestació no és la 'no-manifestació', però insinuar que les característiques de la manifestació no poden ésser considerades en el tipus de preparatiu experimental només pot entendre's com que els aspectes irreductiblement identificatius de la manifestació (llavors, cas singular) són els rellevants per a l'assignació del valor de probabilitat i no poden ésser especificables en el preparatiu com a trets permanents. Això no creiem que sigui prou diferent de quan es planteja que hi ha una distribució de variables inicials ocultes que formen presumiblement un col·lectiu estadístic al llarg de la seqüència. Aquestes variables no controlades en la descripció del tipus d'experiment constitueixen els aspectes manifestatius no fixats; resta llavors, pel que fa a establir la situació rellevant, l'interès per esmentar la distribució d'aquestes variables al llarg de la seqüència i això comporta, és a dir, si és que es considera rellevant aquesta distribució, la seva inclusió en el tipus de preparatiu experimental. Però aquesta qüestió ja era contestada fent servir l'anàlisi crítica de Popper de l'enfocament determinista de la situació (VII.1.).

Tant Schneider com Milne diuen que remeten les probabilitats a aspectes físics. Aquesta remissió no és suficient per a una interpretació realista a la qual, almenys Milne, s'adhereix. Cal que

aquesta atribució no vagi acompanyada d'un buit en aquesta assignació a la situació física pel qual s'afirma que hi ha un coneixement rellevant que fa obligada l'assignació probabilista com a emplaçament de la vertadera situació completa que és determinista. Afirmar que hi ha una disposició indeterminista és remetre la raó d'aquesta enunciació a una propietat física de la situació. La nostra pregunta era si es pot remetre la probabilitat exclusivament a característiques físiques de la situació -i això només vol significar: sense involucrar absència de coneixement rellevant- sense cap caracterització disposicional.

Si es remet a la 'prova', a la manifestació o realització, llavors la situació rellevant queda definida com a determinista, i si hi ha probabilitats assignades seran l'artifici resultant de la nostra manca de coneixement complet de la situació rellevant. Només una descripció que no registri l'específica determinació dels factors (variables) donats en cada realització o manifestació pot contenir les possibilitats com a reals i, aleshores, acceptar la situació com a indeterminista.

Però, a més a més, la dificultat assenyalada per als propensionalistes també pot ésser, en el mateix joc argumentatiu, retreta als seus crítics. La qüestió és si ells també poden fer una descripció de les característiques rellevants que continguin única i exclusivament trets corresponents a la manifestació. Perquè, per exemple, Milne diu que la proporció constitutiva de l'urna no determina el resultat, sinó que ho fa l'extracció a cegues. Però l'extracció a cegues, ho hem suggerit abans, només determina que la situació mai defineix per a cada cas individual si el resultat de l'extracció serà una bola blanca o negra, però la proporció constitutiva de l'urna es troba present sempre per a fer l'assignació de probabilitat als resultats en cada prova. (I la proporció constitutiva és donada al començament de cada prova, abans d'iniciar-se, i mantinguda constant si es fa reemplaçament, o variable si no s'en fa: variarà d'una prova a l'altra, i l'assignació de probabilitat en cada assaig haurà de tenir en compte aquesta dependència entre proves. Aquesta manca d'independència que viola el requisit d'aleatorietat -com a independència- ens alerta, a més, que la probabilitat assignada a l'extracció individual requereix la consideració del col·lectiu). (Això ens hauria de conduir directament a la qüestió de la connexió entre freqüències i probabilitats).

També podem rebutjar que sigui determinant per a la probabilitat la prova (l'extracció) i no la constitució de l'urna, ja que en últim terme la probabilitat ha d'ésser remesa a aquella constitució. Forma part de la descripció del tipus d'experiment quins són els aspectes rellevants del llançament (i perquè el 'llançament' sigui aleatori) o quina proporció de boles hi ha a l'urna. No oferirà la mateixa assignació probabilística una condició inicial amb determinada proporció constitutiva en la urna que amb altra proporció, i això formarà part de la descripció de la situació física, sigui quin sigui el procediment com mantenim una proporció constant o el sistema que s'empra per fer que aquella proporció variï sempre que coneguem la proporció inicial en la urna. (Encara que les extraccions siguin sense substitució, nosaltres en cada cas hem de conèixer la descripció del preparatiu experimental, la qual ens diu la proporció en l'urna, perquè és des d'aquesta proporció des d'on la tendència causal queda establerta originalment en la seva força). És aquest coneixement de la situació

física rellevant per a l'assignació probabilística allò que ens permet assignar una probabilitat com a mesura de la força de la tendència causal per a un resultat des de la proporció constitutiva.

Podem considerar les disposicions tradicionals subjectes a la mateixa discussió per tal de fer més palès com la consideració propensional del preparatiu és una reclamació del dret d'establir un enunciat legal que abasta un conjunt de fets (els casos individuals) gràcies a la necessària *abstracció* dels trets *manifestats* en els esdeveniments particulars que impedirien construir l'enunciat general que assenyala una estructura física comuna a tots ells. Això requereix de l'acceptació de concepcions filosòfiques que admeten una mena de distincions com la que es pot fer entre causa principal (la disposició, e.g., l'atracció gravitacional terrestre) i causa instrumental (la circumstància operativa de la disposició, l'*esdeveniment* de la nostra mà que deixa caure la pedra)²⁸. És a dir, és correcte dir que no hi ha connexió causal entre la fragilitat i el trencament del vidre, i la fragilitat no explica el trencament -com puntualitza Mellor²⁹- sinó que la caiguda (o el colpiment) és la causa del trencament, però que sí és correcte dir que és la fragilitat allò que fa que la caiguda sigui causa del trencament: "Preguntem perquè el vidre es trencà quan la pedra el colpeja i se'ns respon que fou per raó que el vidre és fràgil". L'atribució de la propietat disposicional "equival, almenys per implicació," diu Hempel³⁰, a l'afirmació d'una hipòtesi general: (en condicions comunes) tot vidre si se li deixa caure es trencarà. Això comporta, afirma Mellor, una explicació deductiva arquetípica del model hempelià:

- (C₁) Al vidre se li deixà caure en el temps t_1 .
 - (C₂) El vidre era fràgil en el temps t_1 .
 - (L₁) Per a qualsevol temps t , tot objecte fràgil, si es deixa caure (de la manera apropiada) en t , es trenca en t .
-
- (E₁) vidre es trencà en t_1 .³¹

En el fons, tota aquesta discussió és una representació particular més de la general col·lisió habitual entre dos enfocaments filosòfics que es troben polemitzant en la consideració dels trets de les teories científiques. Hi ha una concepció de la física que la caracteritza únicament com la recerca de "lleis o regularitats que descriuen la successió d'esdeveniments, o d'estats del món."³² Aquesta exclusivitat de la física -sigui com a practica real o com a normativa a acomplir- al descobriment d'unes lleis considerades com a relacions funcionals entre esdeveniments consisteix en una reducció de l'interès als esdeveniments. D'aquesta manera, segueix Thompson, es fa una concepció filosòfica de la física despreocupada amb les causes dels esdeveniments; i, si bé reconeix aquest autor que tenim una realització científica important quan aconseguim "una determinada equació diferencial i la seva família de solucions a l'espai fase"³³, afirma també que no podem, malgrat tot, sentir-nos satisfets "amb un informe purament instrumentalista de les teories científiques"³⁴. Al contrari, hem de prendre en consideració que l'equació diferencial fa una predicció correcta sobre aquest món, i aquesta correcció de la seva descripció del món, com en general la validesa d'una teoria, ens planteja la interrogació sobre el que hi ha en el món físic que fa correcta l'equació diferencial; quina és la raó per la qual aquesta equació pronostica el món amb validesa?: "l'evolució temporal de disposicions com és

el cas de forces, potencials, o funcions d'ona quàntiques, d'aquesta manera pot ésser construïda com una bona descripció d'aquelles disposicions reals."³⁵

Ara considerem l'argument de Eells³⁶. De l'exposició del seu argument podem extreure que ell demanava també una precisió del concepte propensional. Interpretem que el seu argument, en contextes deterministes, representa una exigència d'aclariment de la idea que hi ha una força propensional responsable física de l'atribució numèrica probabilística que fem als resultats del cas singular. L'argument clarament planteja que no hi ha raó per a dir que la propensió per a un resultat específic en cada prova on es produeix tingui la mateixa magnitud. Diferents magnituds propensionals poden donar lloc a un mateix resultat. Si no cal que sigui la mateixa magnitud donada per la propensió de l'experiment vers aquell resultat, llavors la identitat de la noció de propensió queda posada en entredit com a interpretació de l'assignació probabilista.

D'antuvi, en la nostra suposició que una mateixa força propensional cas singular també és numèricament idèntica a la proporció freqüencial, una propensió diferent voldria dir un tipus d'experiment diferent. La disposició i el tipus d'experiment es defineixen. Diferents propensions donen lloc a diferents seqüències, a diferents col·lectius. Llavors, interpretem que en l'exemple de Eells la freqüència resultant seria la freqüència d'una seqüència de seqüències, cadascuna amb un valor diferent per a cada resultat, i sense predominança entre elles, cadascuna de la mateixa grandària. (No fa cap diferència si suposem que cada diferent valor de força propensional té una seqüència d'un únic membre.) Si es vol atribuir aquella freqüència a un mateix tipus d'experiment, serà com una mena de tipus de tipus. També podríem entendre el seu exemple com que podria inspirar la visió que al llarg de la trajectòria d'una tirada de la moneda, els seus intervals successius cap a la caiguda final, vers el resultat, podríem suposar que incrementen la força propensional vers aquell resultat determinat, de manera que durant la realització de la prova varia la força propensional cap al resultat, essent de I quan la prova ha conclòs. Però, quan atribuïm un valor propensional a un resultat en un experiment, si parlem, com ho fa Eells en el seu exemple, de propensió diferent en cada tirada, llavors podem suposar que la propensió inicial és la que varia. Per poder dir que hi ha una propensió diferent a cada cas singular és que s'ha comprovat d'alguna manera o que s'ha hipotetitzat aquest valor propensional tenint en compte que hi ha una certa especificació de les condicions variables inicials. Això fa que cada llançament pertanyi a un tipus diferent d'experiment en ésser especificades una part inicial de les condicions variables. (No fa cap canvi substancial, en teoria, que l'especificació de condicions que diferencien el valor propensional distingit sigui de condicions que es vagin a realitzar a l'inici o cap a l'interval final del llançament, més determinant del resultat). En qualsevol cas hauran d'ésser donades unes especificacions en la descripció del tipus de llançament que són raó per a una diferència propensional en algun resultat possible i que, per tant, donen lloc a diferents tipus d'experiment. És a dir, no hi hauria cap motiu per a proposar un valor propensional diferent si no tinguéssim descrit un tipus diferent de llançament.

VIII.1.3.- Propensió en el cas singular. L'ambigüitat de la proposta popperiana

Sense desenvolupar el tema (l'assumpte és un *red herring*) Suppes³⁷ fa l'advertiment que la qüestió de si l'aplicació de la probabilitat correspon fer-se als fenòmens singulars o només a les freqüències de llarg termini no és una qüestió que correspongui als fonaments de la probabilitat, val a dir, no és un problema de la probabilitat com a tal probabilitat. Les perspectives propensionals de la probabilitat no tenen urgència d'ocupar-se dels assumptes metodològics involucrats, i el problema en qüestió pertany principalment a la inferència estadística. Per tant, amb catorze línies, i reconeixent que no és una sortida completament satisfactòria, Suppes despatxa el tema. Recordem que en la base de la concepció propensional la relació de les freqüències amb l'enunciat probabilitari (aplicat al cas singular) que expressa una hipòtesi (que es entesa com que conté una afirmació sobre probabilitats físiques, propensions) és la relació d'un resultat observat actualment -o que s'observarien- amb la teoria, que es veu "contrastada" mitjançant la predicció que fa d'aquelles freqüències. Suppes entén que les prediccions no només ho són sobre les freqüències de llarg termini, la teoria propensional també fa prediccions sobre el cas singular, i la metodologia estadística s'ocupa d'establir la prova d'ambdues prediccions. Això seria interpretar la insistent popperiana aplicació de la probabilitat a l'esdeveniment particular com a explicació dels resultats estadístics en les llargues repeticions de l'esdeveniment. Però, on es troba l'explicació dels resultats freqüencials des de les condicions generadores presents a la situació física?, on és el lloc físic de la propensió? Aquest lloc podria no ésser la prova singular, ni sembla que calgui considerar-la. Que Popper havia remès la probabilitat a un referencial físic és una cosa que havia quedat clara. Fins i tot, havia assenyalat que com a nom d'una propietat física aquesta propietat té més aviat un aspecte relacional que una referència objectual: "Les propensions no són, per tant, propietats de la partícula, sinó de la situació física objectiva; per exemple, d'una situació experimental. Naturalment, la situació objectiva serà normalment una que hagi sorgit en el món físic sense interferència humana, encara que pot ésser deguda a l'home i potser àdhuc a un físic que ha construït un aparell. En aquest darrer cas, parlem de "preparatiu experimental."³⁸

Com hem dit, aquesta constitució relacional de la propietat física a la qual la probabilitat queda remesa representa un problema per a l'enteniment físic de les propensions davant les disposicions tradicionals que poden directament ésser atribuïdes a un objecte, com és el cas de la fragilitat. (Encara que potser tota propietat disposicional o tota propietat física, i àdhuc tot 'objecte' o cosa podria ésser en últim terme concebut relacionament).

També havíem dit que Schneider havia recordat que les condicions generadores a les quals Popper vincula les propensions són les condicions *conegudes o especificades*. Òbviament el preparatiu experimental constitueix l'especificació de certes característiques que descriuen la situació, en remetre

les propensions a aquest preparatiu o condicions generadores estem parlant de condicions descrites, conegudes.

Popper havia insistit en remetre les probabilitats (propensions) a la situació, el problema ha estat en com s'ha d'entendre aquesta situació. Al final, en la seva conferència de l'any 1988, Popper fa un repàs del següent tipus:

"Altres han acceptat la meua teoria de les propensions o probabilitats objectives, intentant no obstant millorar-la (un xic eixelebradament, segons penso). Jo havia insistit que les propensions no haurien de concebre's com a propietats inherents en un objecte, sinó com a propietats inherents en una situació (de la qual l'objecte forma part, naturalment). Ressaltí la importància de l'aspecte situacional de la teoria de les propensions, importància decisiva de cara a una interpretació realista de la teoria quàntica."³⁹

Això no aclareix prou les coses. En primer lloc, la referència no a un objecte sinó a una situació queda complementada amb la indicació que aquesta situació presenta característiques que romanen permanents d'una prova a l'altra.

"De la mateixa manera que expliquem la tendència o propensió de l'agulla magnètica a apuntar cap al nord (qualsevol que fos la seva posició inicial) mitjançant *a*) la seva estructura interna, *b*) el camp invisible de forces que acompanya al nostre planeta, i *c*) el fregament, etc. -en suma, mitjançant els aspectes invariants de la situació física-, podem explicar la tendència o propensió d'una seqüència de tirades d'un dau a produir freqüències estadístiques estables (sigui quina sigui la seqüència inicial) mitjançant *a*) l'estructura interna del dau, *b*) el camp invisible de forces que acompanya al nostre planeta, i *c*) el fregament, etc. -en suma, mitjançant els aspectes invariants de la situació física: el camp de propensions que exerceix el seu influx en cada tirada particular."⁴⁰

Ara bé, resulta que els aspectes invariants assenyalats en un *chance set-up*, i que Popper diu que constitueixen el camp de propensions, presenten una especial dificultat per la seva ambigüïtat, perquè dins aquests aspectes invariants o controlats podrien indicar-se els components variants. De la manera com Popper entenia el preparatiu, aquest inclou no només la constitució de la moneda. També la superfície, el dispositiu de llançament, les forces exteriors que hi puguin intervenir, com el camp gravitacional. És a dir, "inclou" els trets que són definitius, que corresponen a les condicions conegudes, controlades o invariants, com simultàniament també els que corresponen a la 'manifestació', els desconeguts, els que varien de prova a prova, perquè aquests s'hi troben esmentats, és el cas de les forces que hi puguin intervenir i el dispositiu de llançament; el dispositiu és aleatori, fa variar les condicions inicials; però esmentar-lo no és *especificar* les condicions produïdes amb aquest dispositiu, és només esmentar que aquestes condicions han d'ésser incontrolades, que romanen variables i com a part no especificada de la descripció del preparatiu: "És part de les condicions inicials de l'experiment que siguin 'aleatoritzades' aquelles condicions que podrien fer-se servir per a la predicció del resultat."⁴¹ I si estem d'acord que aquesta és la nostra opció és perquè realment la seva variabilitat és físicament rellevant. Però l'especificació de la variabilitat en la seva condició de variabilitat, fins i tot mitjançant trets "invariants" o coneguts, com quan es diu 'el dispositiu de llançament', no constitueix,

com diem, l'especificació de les característiques variables o desconegudes. Però com que aquestes darreres es troben, al cap i a la fi, esmentades en el *chance set-up*, hi ha, doncs, un intent explícit de deixar el sistema *obert*. I és aquesta darrera consideració la que duu a ésser interpretada com a reflex d'una manca de coneixement d'allò que succeeix. Aquesta interpretació subjectivista troba un bon còmplice en la pròpia ambigüïtat -o falta de precisió o despreocupació en la formulació- de la caracterització popperiana, perquè apareix que alhora que en el camp de propensions estiguin les condicions variables o ocultes també la probabilitat no és relativitzada a aquestes condicions (en quant, encara que esmentades, no són especificades). Si el tractament del sistema com a obert és el requisit donat com a supòsit, llavors això s'ha d'exposar i sotmetre a defensa oferint la raó de la seva acceptació en contra del seu rebuig. Milne⁴² assenyalava que la relativització és massa forta si aquests trets, les ocultes condicions variables, s'inclouen en el preparatiu experimental, en la seva descripció. (Això voldria dir que la descripció de la situació conté l'especificació de la condició suficient per a la producció del resultat, com volien Schneider i Fetzer, i.e., que el sistema és tancat). Perquè té com a conseqüència que només s'admetran aplicacions a sistemes immunes a les pertorbacions externes en contextos indeterministes, com la caiguda radioactiva: llavors les propensions queden fora dels contextos deterministes (aquesta era la posició de Fetzer). Més avall exposarem les nostres raons que fan inevitable que una perspectiva propensional sigui aplicable als sistemes considerats com a oberts, i.e., amb pertorbacions (característiques en certa mesura rellevants per als casos individuals però no controlades) sense que l'assignació probabilista hagi d'ésser considerada com a reflex d'una intervenció subjectivista, reflex d'una rellevant ignorància de la realitat.

Havíem deixat constància de l'advertiment de Kyburg de l'ambigüïtat de les exposicions de Popper sobre la interpretació propensional pel que fa a si és una interpretació sobre els casos singulars o sobre el llarg termini. Podem insistir-hi indicant també que en un moment que parla d'una propensió menor que 1 (i major que 0, és a dir propensions no-trivials) en la concepció propensional de la causalitat, Popper sembla que no pot deixar d'entendre que al cap i a la fi la força de la propensió sembla tenir com a condició la realització (o, millor dit, la seva *disponibilitat* per a una possible o hipotètica realització) d'un nombre de proves amb la mateixa situació experimental. És a dir que aquesta situació s'ha de repetir, i que la propensió de la situació experimental es de tal manera inseparable de la seva hipotètica repetició que, en realitat, ve a ésser inevitable el suggeriment que allò que determinaria la propensió és un valor en el llarg termini:

"Si una propensió és menor que 1, llavors és una disposició per a la producció de l'efecte no sempre sinó en una proporció de casos si es repeteix la mateixa situació.

Així, veig les propensions com una generalització indeterminista d'una visió (antihumeana) de les causes, i més especialment de les forces (això és, les causes de l'acceleració). Les propensions són, com les forces, entitats "ocultes". Són quelcom com (a) "causes" indeterministes (o no completament fidedignes) de certes ocurrències i (b) causes (d'un caràcter quasi-determinista) que determinen freqüències si la situació -per exemple, el preparatiu experimental que dóna lloc a la propensió- es repeteix. Poden ésser concebudes com a determinant freqüències virtuals."⁴³

Podem complicar encara més les dificultats de l'exposició popperiana fent una cita d'un fragment inquietant. Recordem que la interpretació subjectivista es fa centralment sobre l'assignació probabilista a l'esdeveniment singular. Si Popper proposa una interpretació realista ha de procurar que la probabilitat assignada en el cas individual quedi dins aquesta interpretació; i, en efecte, la demanda d'un preparatiu experimental que ofereix l'aspecte realista, que les meres freqüències no oferien, compleix aquella exigència, perquè el preparatiu consisteix de la descripció de la situació física rellevant presentada en *cada cas singular*. En canvi, les paraules següents indiquen que la probabilitat com a nom per a uns trets físics no queda referida a allò que constituiria el cas individual, sinó que la perspectiva propensionalista no hi hauria afegit res precís a la interpretació freqüencial:

"Això mostra quines condicions diferents a l'estructura de la moneda (o de la partícula) poden contribuir en gran mesura a la probabilitat o propensió: la totalitat de la dispositiu experimental determina "l'espai mostral" i la distribució de la probabilitat. (...)

Així doncs, la propensió o probabilitat no és (como la calbesa o la càrrega) una propietat del membre de la població (home, partícula), sinó quelcom més semblant a la popularitat (i, per consegüent, a les estadístiques de vendes) d'una determinada marca de xocolata, que depèn de tot tipus de condicions (publicitat, organització de les vendes, distribució estadística, en la població, del gust preferent per certs tipus de xocolata)... seria bastant poc apte parlar d'una "dualitat" (una relació simètrica) entre una pastilla de xocolata i la forma de la corba de distribució de la seva propensió a ésser venuda demà."⁴⁴

El problema de les ambigüitats del 'preparatiu experimental' assenyalades pels crítics com a dificultats de la perspectiva propensionalista en la remissió a aspectes físics de la probabilitat assignada en el cas individual s'interpenetra amb l'ambigüitat d'aquella interpretació de la probabilitat sobre si ha d'ésser una interpretació de cas singular o de llarg termini. La qüestió només podrà ésser solucionada prenent una posició sobre la probabilitat assignada al cas individual en la seva inserció en el col·lectiu de casos individuals que abasta les freqüències; i l'assignació de la probabilitat a cada prova on es produeix un resultat individual ha d'ésser tan objectiva i tan realista com quan ve mesurada pels resultats col·lectius dels quals es responsable. Perquè el cas és que Popper afirmà diverses vegades al *Post Scriptum* que la probabilitat realista pot ésser assignada al cas individual essent alhora una propensió per a la producció de resultats freqüencials de llarg termini:

"la millor interpretació d'una probabilitat singular que "quasi entranya" una freqüència és com a propensió física."⁴⁵

"... les propensions dels experiments singulars o, més exactament, amb les condicions de la situació experimental singular. Perquè amb 'propensió' vull dir exactament la disposició (o com es vulgui dir) de la situació a produir aquelles freqüències, si l'experiment es repeteix prou sovint. Les propensions són disposicions a produir freqüències: aquesta és la interpretació suggerida per la teoria neoclàssica."⁴⁶

"En resum, la interpretació propensional pot presentar-se com conservant la visió que les probabilitats són freqüències estadístiques conjeturades o estimades en llargues seqüències (reals o virtuals). Però en trucar l'atenció sobre el fet que aquelles successions són definides per la manera com es generen els seus elements -és a dir, per les condicions generadores- podem mostrar que hem d'atribuir inevitablement les nostres probabilitats conjeturades a aquelles condicions generadores: hem d'admetre que depenen d'aquelles condicions i que poden canviar amb elles. Aquesta modificació de la interpretació freqüencial duu quasi inevitablement a la conjectura que les probabilitats són propietats disposicionals d'aquelles condicions; és a dir, propensions. Això ens permet interpretar la probabilitat d'un succés singular com una propietat del succés singular en si,

a mesurar per una freqüència estadística potencial o virtual conjecturada i no per una freqüència efectiva o observada."⁴⁷

El plantejament resumit de Popper és que són les hipòtesis sobre probabilitats objectives de successos singulars les que poden explicar les freqüències,⁴⁸ es tracta de trobar l'afirmació a fer sobre el succés singular, no només la seva pertinença potencial a una successió amb una distribució freqüencial característica⁴⁹. La situació experimental determina les propensions a obtenir certs resultats, és a dir, les probabilitats de cada resultat individual de l'experiment. Aquestes propensions són interpretables com a probabilitats objectives, singulars, en la mesura que són inherents a la situació experimental (suposada la mateixa a totes les proves). Això fa que les propensions es manifestin de forma bernoulliana en les freqüències de les seqüències que són repeticions de la situació experimental.⁵⁰

Mentre que en *La lògica* consideracions de simetria inspiraven (però no deduïen) hipòtesis estadístiques que explicaven resultats estadístics, en el *Post Scriptum* les premisses probabilistes són hipòtesis sobre propensions (que són mesures de possibilitats). Aquestes hipòtesis probabilistes es deriven (en certs casos) de consideracions de simetria o del fet que certes possibilitats tenen la mesura zero.⁵¹ I la base de la nostra hipòtesi sobre aquella probabilitat objectiva és la conjectura positiva que la nostra especificació de les condicions experimentals és aquella on aquestes mateixes condicions produeixen i garanteixen la seva aleatorietat -sota la condició de la seva repetició (i aquesta repetició inclou la 'aleatorització') en una llarga seqüència.⁵²

VIII.2.- Raons del concepte propensional

VIII.2.1.- L'atribució de probabilitats al cas singular

La nostra situació d'interés és descrita sovint com per exemple fa David Bohm en el seu llibre *Causality and Chance in Modern Physics*⁵³. Ell considera que una llei de la natura es pot concebre com a necessària quan les pertorbacions o contingències s'extrauen del 'context' sota consideració i es poden prendre com la seva part externa irrellevant per als fenòmens d'interès. Les contingències sobre el context presenten tendència a variar amb independència del que succeeix dins aquest context. Això darrer constitueix per a Bohm el que anomena un principi de casualitat. Per tant, la naturalesa de les contingències no pot definir-se o inferir-se exclusivament en funció de les propietats de les coses dins el context en qüestió. Aquesta independència de les contingències atzaroses quant al context diguem-ne més limitat condueix a la fluctuació de les contingències fora d'aquell context de lleis causals que es té sota consideració. Considerant el context de l'accident automobilístic, en una sèrie d'accidents són molts els factors independents del context d'una particular conducció els que fluctuen d'una manera que no té relació sistemàtica amb aquell context. D'això depèn la variació o fluctuació irregular i imprevisible dels detalls precisos dels diversos

esdeveniments particulars, el que fa que en relació al context particular sigui impredecible el resultat. Però la sèrie (precisament on es produeix la fluctuació de factors i per tant de condicions particulars) d'accidents automobilístics presenta mitjanes estadístiques que tenen un comportament regular i aproximadament predecible.

Així, els moviments dels àtoms produeixen propietats uniformes i predecibles en el domini macroscòpic, de manera que el mode d'existència de la matèria en el domini macroscòpic depèn d'aquell domini microscòpic. Encara que també diem que aquestes regularitats estadístiques en gran escala són bastant independents dels detalls precisos dels moviments moleculars dominats per la irregularitat, ja que les quantitats mitjanes macroscòpiques són extraordinàriament insensibles als moviments precisos individuals. Es diu que aquesta relació entre ambdós dominis es realitza per la cancel·lació atzarosa de les fluctuacions atzaroses.

La possessió d'un coneixement perfecte sobre les condicions inicials que determinen cada succés individual permetria establir les freqüències relatives, les quals són també subministrades amb una bona aproximació mitjançant la teoria de les probabilitats, i això, per tant, amb independència del nostre coneixement d'aquelles condicions. Les lleis estadístiques són regularitats en un gran conjunt, llavors si es considera la totalitat dels objectes o esdeveniments del conjunt estadístic com una sola entitat, diu Bohm, les lleis estadístiques són lleis causals aproximades (punt de vista que coincidiria amb el de Nagel⁵⁴, entenent lleis causals per lleis deterministes). Les contingències atzaroses quant al context limitat presenten, en un context més ampli, l'aspecte de ésser resultats de connexions causals necessàries. Hem d'entendre, segons Bohm, que la causalitat i la contingència són dos punts de vista oposats i parcials sobre el mateix objecte, ambdues són abstraccions elaborades segons el context.

El cas individual considerat en la seva singularitat sembla que inevitablement correspon a una situació determinista. La interpretació *realista* de la probabilitat requereix parlar d'una disposició indeterminista atribuïda al cas singular, perquè l'atribució a la situació d'una propietat inherent responsable de la probabilitat permet donar naturalesa legal a l'atribució probabilística. Però no s'entén que es pugui parlar d'una disposició indeterminista (responsable del ventall de resultats possibles) inserida en el cas singular quan aquest cas consisteix d'una situació determinista.

Una situació singular que no és immune a les pertorbacions constitueix un sistema físic obert a les influències externes. Diem que la situació rellevant és la del sistema obert; això és el que permet parlar de resultats físicament possibles per al cas singular ¡determinista! Els casos singulars, en quant oberts, recullen una variabilitat de condicions inicials. Però, com estem veient, aquesta variabilitat hi ha dues maneres -enfrontades en tota la seva dimensió filosòfica- de considerar-la.

O bé ressaltant que tenim ignorància de les condicions inicials manifestes en el cas individual i que llavors la llei (probabilística) aplicada al cas individual és l'expressió d'aquesta ignorància; aquesta expressió probabilística es pot recolzar en l'anotació dels resultats d'una sèrie de casos singulars. Llavors prima la consideració de cada cas singular en la seva exclusiva singularitat, en

la seva manifestació, on totes les seves condicions haurien d'ésser incloses en la seva descripció, i.e., com a sistema tancat. Però llavors, tenint en compte la rellevància del sistema obert, si el sistema, caracteritzat com a determinista, es considera sota la seva llei determinista, és té que aquesta llei no té sentit d'aplicació universal, no és tal llei perquè, encara que pot aplicar-se a la resta de casos singulars, no els unifica en una estructura vers un nivell superior. Perquè aleshores guanya rellevància el que sembla no tenir interès físic: l'atribució probabilista aplicada a tots i cadascun dels casos individuals (com la relació estadística sobre el col·lectiu de casos, com a base de contrastació per a aquella atribució a la prova individual) és reflex (passat pel buit epistèmic de certes condicions) d'una llei determinista que té rellevància per a una qüestió -el resultat en cada prova individual- que no és la qüestió físicament rellevant -el resultat en cada prova individual com a part d'un col·lectiu, com a sistema obert. La manera determinista no és la manera de considerar els casos singulars com a situacions o sistemes oberts.

Per tant, hi ha altra consideració que, tenint en compte la rellevància d'interès físic que té l'obertura del cas singular, entén que aquest cas ha d'ésser abastat per una llei que reculli aquesta obertura -i.e., el descobriment o irrellevància física de les condicions particulars- i per consegüent que es fa implícitament ressò d'aquesta variabilitat condicional entre casos individuals. Com a tal llei ha de remetre -encara que no estigui expressat en la seva enunciació- a alguna propietat o conjunt de propietats físiques suficients per a fer efectiva aquesta llei amb interès físic.

Ara bé, des d'aquesta perspectiva es presenta el problema del lloc d'inserció d'aquesta propietat, si en cada cas singular o en el conjunt de casos singulars. Aquest problema procedeix de la mateixa naturalesa de l'enfocament, on el cas individual és considerat precisament desconsiderant-lo, perquè diem que la propietat és inserida en el cas individual -en constituir un sistema obert- en quant aquest és un membre del col·lectiu, en quant no és cas individual. Aquesta afirmació immediatament origina la protesta de dir que llavors no es tracta del cas singular. I aquesta objecció raonable pot veure's inflada quan s'aprofiten confusions derivades de la necessitat de definir el tipus d'experiment i la classe de prova, com és el cas quan es crida l'atenció de la responsabilitat dels aspectes de la manifestació -i per tant no especificats en l'informe del tipus d'experiment- en la causació dels resultats -aquest accent contradiu el postulat caràcter disposicional de la suposada propietat causativa- o com quan aquesta al·lusió directa a característiques físiques -tant les no incloses com les incloses en la descripció del tipus- sembla fer innecessari la invocació d'una disposició probabilística; per tant, afirmen els crítics, hi ha esdeveniments causals que no són propensions i tampoc no se sap on són les propensions.

Però volem assenyalar la dificultat d'aquesta posició crítica amb les propensions. Aquí es fa necessari l'aclariment d'aquest punt. El cas individual en la seva singularitat inclou les condicions "comunes", invariables de prova a prova, i les condicions particulars o variables. L'exclusió d'aquestes segones de la descripció del tipus d'experiment constitueix un sistema obert que ofereix llavors la seva imatge de sistema indeterminista. En canvi, la inclusió d'aquelles condicions variables

en el tipus de preparatiu experimental tanca el sistema i el constitueix com a determinista. Per a dir que el cas individual és membre del col·lectiu es necessita definir aquest col·lectiu, o sia, establir el tipus o descripció de l'experiment i comprovar la pertinença del cas, si compleix els trets de la descripció. Si la descripció del tipus de preparatiu experimental no conté l'especificació de certes condicions, i el cas individual es vol considerar amb l'especificació d'aquestes condicions, com pretenen els crítics, a més de les característiques especificades en la descripció del tipus d'experiment, llavors el cas individual no pertany a aquest tipus -perquè no participa de la mateixa perspectiva teòrica. En el cas de les tirades de monedes, diríem que el cas individual no pertanyeria a la seqüència que dona cares o creus, sinó que pertanyeria a la seqüència que dona tot cares (o a la que dona tot creus), com correspon a una situació determinista; pertanyeria a un tipus d'experiment on les condicions suficients són aquelles pertanyents al conjunt de condicions *especificades* que són la classe que dona un determinat resultat especificat. Llavors podem dir, com intentem veure, que quan el "tipus" inclou les condicions permanents i les variables -i.e., en contextes deterministes, la situació corresponent a un sistema tancat- la propietat o característiques responsables de cada resultat pertanyen al cas individual considerat de manera que aquest cas no forma part del col·lectiu que és del nostre interès o perspectiva teòrica -la que dona la descripció adient amb el sistema obert. Mentre que quan el tipus inclou les característiques permanents o idèntiques, però deixa fora condicions que varien de prova a prova, les inespecificades, llavors la propietat responsable del resultat pertany al cas individual en quant aquest cas forma part del col·lectiu descrit, en un sistema obert i indeterminista.

Llavors veiem que quan es parla d'incloure o de no incloure les condicions particulars específiques del cas singular en la descripció del tipus d'experiment s'està ja afirmant, òbviament, si el sistema és tancat o obert. Fetzer definia els sistemes indeterministes com a tancats, i parlar d'ignorància volia dir que el sistema no es trobava màximament especificat, que roman obert. En la nostra descripció "preferida" del tipus d'experiment, el que estem anomenant 'col·lectiu', la pertinença al col·lectiu de cares i creus, per exemple, exigeix *que el cas singular -determinista- es consideri obert*, perquè considerem que en la situació real d'interès físic aquest cas roman sense acomplir el RME, perquè aquesta especificació no té rellevància per al sistema realment considerat, el col·lectiu de casos singulars. Per a nosaltres, l'obertura de la situació determinista individual, precisament, és característica del sistema. Mentre que no veiem cap raó per a afirmar que el cas singular ha d'ésser tancat, atès que hem pogut indicar la irrellevància d'aquest tancament per al sistema d'interès, que no sigui una raó merament "ideològica"-l'afecció a una imatge determinista heretada. Quan per poder dir que els jocs d'atzar i les molècules del gas són sistemes deterministes amb freqüències resultat de la nostra ignorància, Fetzer els qualifica de sistemes tancats, ell no ofereix cap raó per fer-ho.

Cada sistema determinista és obert al sistema més gran, el qual al seu torn pot considerar-se tancat: no cal per al seu tancament el coneixement de la situació determinista de cadascun dels seus membres; aquest cas seria potser un altre sistema que el del nostre col·lectiu; un cas del qual ara per ara desconeixem el seu possible sentit. Sense aquesta inclusió -o obertura- del cas singular en el

col·lectiu, el cas singular ha de considerar-se tancat i màximament especificat, com vol Fetzer. Però els defensors d'aquesta consideració determinista del sistema i subjectiva de l'atribució probabilista no raonen aquesta preferència, no justifiquen l'interès físic del seu raonament. Sens dubte que haurien de fer-ho, aquesta carència justificativa adquireix trets greus si pensem que aquest punt de vista pot ésser compatible amb afirmacions com que una llei sorgida de l'estudi de sistemes reals, com la segona llei de la termodinàmica, correspon a una realitat que no correspon a la vertadera realitat (X.2.3.). Sigui això cert o no, es tracta d'una afirmació que obliga a raonar a fons la creença que resulta compatible amb ella, en lloc de proposar-la com a donada.

Si des de la posició crítica a la interpretació propensional es manté que la propietat (o esdeveniments) responsable de cada resultat pertany a cada cas individual en quant *no* forma part del col·lectiu que representa a un sistema obert -el tipus d'experiment on la seva descripció només inclou les condicions permanents, però no l'especificació de les variables-, llavors es defensa una situació determinista en quant sistema tancat -quan la descripció de l'experiment inclou les condicions permanents i les variables- on el comportament legal involucrat no és traslladable per a establir un enunciat legal sobre un conjunt de casos singulars. Si, també des d'aquesta posició crítica, el que es vol dir és que se sosté que les propietats responsables corresponen a les condicions variables pròpies del cas individual com també a les característiques que romanen constants de prova a prova, o sia, a la seva condició de membre d'un tipus d'experiment que és el col·lectiu on cada cas singular s'obre, llavors no es podria ometre les conseqüències d'estar considerant en part el sistema com a obert, amb la sorpresa que, alhora, també es considera tancat.

La ubicació temporal d'un succés particular li proporciona la seva unicitat i irrepetibilitat. Un *succés concret*⁵⁵ és un succés individual com a tal succés individual, expressat en una frase substantiva. Un succés concret té infinits aspectes diferents. Entès el succés únic d'aquesta manera, no té sentit demanar-ne una explicació *completa*, que doni compte de tots els aspectes del succés donat.

“El que de vegades es denomina *descripció completa* d'un fet individual (tal com el terratrèmol de San Francisco al 1906 o l'assassinat de Julius César) requeriria enunciar totes les propietats exhibides per la zona espacial o per l'objecte individual implicat, durant el període ocupat pel fet en qüestió. Aquesta tasca mai no pot assolir-se per complet.”⁵⁶

Però sí que en té demanar explicacions de *successos oracionals*. I el succés particular pot ésser considerat com un succés oracional, caracteritzable oracionalment, la seva descripció en una oració permet que el succés particular sigui objecte d'una explicació científica. El context de la investigació dóna la decisió de quins són els aspectes que s'han d'enfocar per a donar una explicació. Hempel fa servir unes reflexions de Max Weber sobre la teorització en la disciplina històrica:

“Quan es diu que la història ha de comprendre de manera causal la *realitat* concreta d'un “esdeveniment” en la seva individualitat, òbviament no es vol dir amb això, com hem vist, que hagi d'explicar causalment i “reproduir” d'una manera sencera la totalitat de les seves qualitats individuals: aquesta seria una tasca, no només impossible de fet, sinó absurda per principi. A la

història interessa exclusivament, en canvi, l'explicació causal d'aquells "elements" i "aspectes" de l'esdeveniment respectiu que, sota determinats punts de vista, revesteixen "significació general" i, *per tant*, interès històric, de la mateixa manera com en els exàmens del jutge no entra en consideració el curs singular total del fet sinó només els elements *essencials* per a la seva subsumpció sota normes."⁵⁷

Per a Weber⁵⁸, com que la divisió i l'anàlisi de la connexió causal individual més simple pot arribar a l'infinit, la selecció entre la infinitat dels elements determinants és condicionada pels límits indicats pel nostre tipus d'interès. La imputació causal conté un procés d'abstracció mitjançant l'anàlisi que descompon el fenomen en elements aïllats i una generalització fins que els elements poden ésser inclosos en una llei (Weber parla de "regla d'experiència"). És a dir, l'atribució de causalitat implica l'exclusió d'una infinitat d'elements del fet real en quant "causalment insignificants". Des del nostre punt de vista, aquesta irrellevància pot permetre que l'enllaç causal d'interès comporti la "cancel·lació" d'una llei establerta en una trama causal determinada.

Popper⁵⁹ havia comentat (i anomenat 'diferència universal') aquesta compressió abstracta dels objectes individuals concrets en les nostres descripcions científiques reals mitjançant la sostracció d'un "nombre infinitament petit de característiques del conjunt il·limitat de propietats que el descriurien completament": "Un esdeveniment, considerat com un 'fragment de realitat' és, per principi, individual, irrepètible," i no és possible substituir la seva denominació, fent servir un concepte individual, per la seva descripció completa i inequívoca. La seva denominació és un nom propi: "un individu determinat mai no es pot caracteritzar de manera unívoca només mitjançant conceptes universals: per a la determinació unívoca d'un individu concret es necessiten d'alguna manera noms propis."⁶⁰ Per tant allò individual no és pronosticable, en no ésser descriptible, si tot allò descriptible és previsible; "si per causalitat s'entén regularitat, possibilitat de fer prediccions, només és possible parlar de determinació causal d'esdeveniments típics, reproduïbles"⁶¹.

Tal com havia insinuat Hempel, no és un succés particular sinó un tipus de succés allò que constitueix l'objecte d'una explicació. Ara bé, també Hempel s'encarrega d'afirmar que la noció primària és l'explicació de "casos particulars d'un tipus donat", s'explica "l'aparició d'un cas particular d'un tipus determinat de successos". Això és, d'una banda, explicació i predicció és refereixen a un succés particular, no a fenòmens d'un cert tipus, però d'altra banda, el succés particular s'explica, com veiem, en quant és un *cas* d'un *tipus*. En efecte, l'explicació "es refereix a un succés particular, encara que no es refereix a tots els aspectes del succés". D'acord amb aquestes afirmacions que fa Hempel, la selecció dels aspectes que es consideren rellevants constitueix inevitablement la inserció del succés individual en un universal, en un tipus, perquè l'establiment del tipus comporta la selecció dels aspectes del cas singular; però una selecció d'aquesta mena, conformant un tipus per a proveir una explicació, té sentit dins el "context de la investigació" que diu Hempel, això vol dir dins un context teòric. I aquest context és el que resulta problematitzat a la M.E., perquè es té els fenòmens termodinàmics amb la segona llei que s'intenten explicar, però, també, l'explicació es fa involucrant el context teòric de la mecànica clàssica de partícules, on són alienes les hipòtesis atzaroses que es fan

servir, hipòtesis que afirmen la inserció del cas singular molecular com a membre d'un tipus implicat per la hipòtesi. La consideració de la mecànica clàssica de partícules promouria que no són causalment insignificants les condicions que l'adopció d'una hipòtesi d'atzar o probabilista obliga a "oblidar", que la suposició de la seva inexistència altera la comprensió plena del procés real. La línia argumentativa de Popper (que nosaltres seguim) proposa que la irrellevància dels detalls condicionants d'un esdeveniment mecànic individual (de la descripció determinista dels successos individuals) queda establerta perquè aquesta descripció manca de tota relació amb l'esdeveniment a explicar, les freqüències, i tampoc no pot presentar-se com a causa dels fets com són caracteritzats per la hipòtesi probabilista. L'esdeveniment a explicar no és un succés individual, sinó col·lectiu: la distribució de freqüències en el conjunt no necessita dels detalls microscòpics individualitzats i, a més a més, la seva explicació mitjançant aquest procediment únicament afegeix la dificultat que una relació miraculosa⁶² connecta l'ascensió des de totes i cadascuna de les condicions individuals fins a la distribució d'aquestes condicions amb la distribució de resultats en el conjunt.

Llavors, el col·lectiu o col·lecció d'esdeveniments particulars podria correspondre a un sistema físic l'anàlisi del qual intentarà establir el seu comportament legal, el qual abastarà a tots els seus membres particulars. Cal llavors definir un tipus d'experiment que engloba aquest comportament col·lectiu dels casos individuals (o parts del sistema) i que per tant descriu les condicions permanents o comunes a tots ells, de manera que tinguem un criteri per a establir una idea d'identitat, i per consegüent de repetibilitat experimental a la qual aplicar una llei que tingui interès per a l'exposició de la conducta del sistema global en quant sistema compost dels subsistemes individuals.

Aquest sistema compost de membres constitueix l'entorn de cada membre particular, i.e., les esmentades condicions constants o conegudes incloses en el tipus d'experiment que descriu el sistema formen el context més ampli per a cada membre. Hi ha aquí un efectiu solapament que només conceptualment distingim; tant per a un propensionalista com per a algú que no ho sigui se li poden presentar dificultats si es vol treure profit de les distincions que es volen fer en destriar la necessitat d'establir un tipus d'experiment -quan es teoritza per una banda el sistema global que realment és constituït pel comportament dels seus elements, perquè en efecte existeix un sistema compost i la realitat dels comportaments esdevenimentals individualitzats- de quan la teoria termeneja en el comportament individual en si mateix. Per això, aquest context més ampli del subsistema, que és el sistema definit per les condicions controlades o invariants, és també el context productor de les condicions desconegudes o inespecificades en el tipus d'experiment. Com ja dic, tota aquesta ambigüitat produïda per la necessitat teòrica de destriar la realitat que permeti identificar els seus elements pot ésser explotada a plaer en sentit crític per enfocaments antagònics. Perquè les condicions incontrolades, des del punt de vista del sistema global -que és al cap i a la fi el sistema que sota la inspecció de la seva estructura s'intenta elaborar el seu enunciat nomològic-, són les condicions que varien de membre a membre, i el seguiment de les quals en cada membre constitueixen l'esdeveniment

particular que d'aquesta manera constitueix un sistema realment determinista. Però aquesta situació determinista no es pot considerar com a definitòria, perquè el sistema tancat, màximament especificat, que constituïria cada element com a individu, s'obre al col·lectiu quan se l'hi insereix com a membre seu. Dins el context més ampli de la col·lecció de membres, les característiques constitutives d'aquest conjunt, esmentades en el tipus d'experiment, estableixen la variabilitat de les condicions el coneixement de les quals en cada cas permet descriure el cas individual abastat pel tipus d'experiment com a determinista, però aquest determinisme individualitzat només és característica del sistema abastat pel tipus d'experiment en quant queda anul·lat per la indeterminació que les característiques conegudes del "sistema global" produeixen en cada cas, de manera que les condicions específiques de la situació determinista subsistèmica constitueixen el seu context més ampli sistèmic on s'originen com a influències externes al subsistema en la condició de condicions variables ocultes a la descripció del tipus d'experiment. I és aquest element sistèmic indeterminador el que interessa i roman recollit per la llei. Per tant, aquestes condicions generadores tenen com a propietat seva una disposició probabilística o propensió per a qualsevol dels resultats possibles (resultats que permet el sistema i, aleshores, recollits en la seva descripció experimental) en cada cas singular.

Si es tira una moneda hi ha una probabilitat perquè la moneda caigui cara; el llançament (L) és causa de l'efecte caiguda 'cara' (F). Si es deixa caure el got de vidre, el got es trenca; la caiguda (C) és causa de l'efecte 'trencament' (R). En el primer cas, havíem dit que la disposició indeterminista explica que L sigui causa de F . En el cas de la disposició tradicional diem que la fragilitat (la qual podria ésser remesa a l'estructura del vidre, la qual, també ho havíem dit, contindrà disposicions) explica que C sigui causa de R . I havíem indicat l'estranyesa que produeix parlar de la probabilitat com d'una cosa física en comparació d'una disposició tradicional com per exemple la fragilitat, perquè hem d'esmentar la disposició probabilista, no amb un nom com és el cas d'una disposició determinista com la fragilitat, sinó enunciant tot el procés esdevenimental. Llavors, quan diem que una disposició (indeterminista) explica que L causi F , també és com si sentíssim dir que una disposició (determinista) explica que C causi R . És a dir, aquesta forma de parlar, que hi ha una propensió (probabilista) que causa... o de la qual depèn..., que és la 'probabilitat' la que causa o explica, conté l'estranya impressió de dir, en el cas d'una disposició determinista, que el 'determinisme' és causa del trencament del got⁶³.

Encara que en tot moment siguem conscients que no usem el llenguatge científic, sembla que ni metafísicament parlant arribi a ésser satisfactori parlar d'aquesta manera. En el nostre exemple, la ciència parlaria de tirades, de monedes; 'probabilitat' és un terme més metodològic al qual superposaríem la propensió metafísica, i s'accentua l'acusació a la interpretació propensional d'afegir un pegat metafísic inútil. Aquella disposició probabilista o propensió sembla presentar-se a la nostra ment com una cosa, entitat, com la moneda o un dispositiu de llançament, o potser un esdeveniment més, com el llançament o la caiguda. És cert que la propensió té, més aviat, un caràcter relacional en un tipus específic de situació. Popper, a més, (indicat en VIII.1.1) destacà la naturalesa relacional o

universal de les ‘coses’. El determinisme també refereix relacions, però l’analogia de la propensió amb la noció de ‘força’ ens torna una certa imatge cosificadora, tot i que Popper també insistí en el caràcter relacional de les forces o camps de forces. Entre la relació universal entre diverses propietats, corresponent tradicionalment a una disposició determinista, que per convenció té assignat el valor 1 , i els valors probabilístics entre 0 i 1 , la perspectiva d’un probabilisme físic, les propensions, potser sembla assenyalar un tipus de relació no tan “abstracta” o general com la determinista, més intermèdia, més vinculada a les particularitats relacionals de les propietats en cada tipus de situació on la propensió es dóna, per tant, podria referir-se a una operació o tipus de relació més modulada pel tipus específic de coses que intervenen en la situació tipus descrita.

White indica que una probabilitat pot atribuir-se a un tipus de cosa que no és el tipus de cosa al qual pot atribuir-se una propensió. De vegades no s’hi fan distincions. La propensió s’atribueix al ‘preparatiu experimental’ o ‘condicions generadores’; i, com que aquestes nocions de vegades apareixen com a indistingides del ‘esdeveniment singular’, sembla que s’atribueixi la propensió a un esdeveniment. Però els preparatius experimentals poden tenir propensió però no poden tenir una probabilitat. Mentre que la propensió ho és de la moneda, o de la moneda amb el dispositiu de llançament, la probabilitat ho és per a ‘les caigudes de la moneda amb resultat cara’, però la caiguda amb resultat cara no té una propensió o tendència, i el dispositiu o situació experimental no té una probabilitat. Per exemple, un fragment de Popper on no es fa aquella distinció terminològica i la paraula ‘probabilitat’ s’atribueix indistintament a les condicions generadores i al resultat:

“..., la concepció neoclàssica interpreta els enunciats de probabilitats singulars com a enunciats que atribueixen probabilitats a successos singulars o, més exactament, a un succés singular i a un conjunt de circumstàncies sota les quals se suposa que el succés en qüestió ocorre o no ocorre.”⁶⁴

White⁶⁵ assenyala que hi ha una confusió que està arrelada en la manera d’expressió popperiana on hi ha tendència a argumentar com si ‘a’ és una propietat de ‘b’, llavors ‘a’ és una conseqüència de ‘b’ i ‘a’ depèn de ‘b’;⁶⁶ i així, si la probabilitat de ‘a’ depèn de certes condicions experimentals ‘b’, llavors la probabilitat sovint s’atribueix a ‘b’ o es diu que és una propietat de ‘b’. Així:

“Perquè si la *probabilitat* [que seria per a un resultat o esdeveniment, en rigor per a una classe de resultat] és una *propietat* de les *condicions* generadores (diem del preparatiu experimental) i, per tant, és considerada com a *dependent* d’aquelles *condicions*, (...) Però això significa que hem de contemplar les *condicions* com a dotades amb una tendència o disposició o *propensió* a produir...”⁶⁷ [les cursives són nostres]

Aquest terreny confós ha facilitat crítiques que poden prendre com a eix la distinció que recollia Milne⁶⁸, com hem vist, entre descripció del tipus d’experiment i la prova.

La probabilitat (d’un resultat específic) és la indicació o expressió numèrica de la força causal (per a aquell resultat específic) que opera sempre en cada cas individual com a resultat de les característiques produïdes en el col·lectiu -i, per consegüent, que afecten tots els membres individualment considerats- o propensió. Les freqüències dels resultats possibles permesos, la seva proporció entre els casos individuals, són també quantificacions dels esdeveniments, mesures

d'aquestes manifestacions; i aquestes proporcions d'esdeveniments-resultats resulten de la manifestació de la força present en cada cas per a cada resultat possible, expressen, per tant, la propensió. Aquesta propensió és una propietat característica del col·lectiu, per tant es manifestarà en cada cas singular en quant membre del col·lectiu. Si és una propietat (no un esdeveniment, com un cas singular tal qual) pertanyent al col·lectiu, si és una característica de la col·lecció de casos, ve generada pel conjunt sencer de les condicions esmentades en la descripció de l'experiment; simplement ve constituïda pel tipus, i no necessita de les condicions variables particulars donades als casos singulars per a ésser caracteritzada. Precisament, si la propensió expressa individualment la indeterminació que el context conjunt constitueix "físicament" sobre les situacions deterministes individuals, l'especificació de les condicions pròpiament particulars (o ocultes al sistema col·lectiu) eliminen la propensió com a propietat substituint-la per la descripció de la situació determinista gràcies al tancament del (sub)sistema, i.e., a la seva exclusió del col·lectiu o col·lecció d'esdeveniments -i aleshores romanent fora de la llei d'interès.

En el territori de les perspectives filosòfiques, de les conseqüències de les seves tradicions conceptuals, no es pot fer altra connexió real entre les freqüències donades o predites per al col·lectiu d'esdeveniments i l'assignació de probabilitat a l'esdeveniment individual, qualsevol altra mena de pont amb pretensions objectives, com la visió purament freqüencialista, no pot ésser immune a esclatxes epistèmiques que fan intervenir l'existència d'algun buit de coneixement sobre la situació física suposadament rellevant. Fou mèrit de Popper visionar el conjunt del problema des de les seves arrels fins als seus horitzons: veure que no havia més raons, de cap tipus que tingués interès per al desenvolupament del pensament, per a preferir una perspectiva oposada a la realista sobre la probabilitat, i assenyalar, mitjançant la seva introducció del concepte propensional, les conseqüències que d'aquest plantejament antisubjectivista rere la probabilitat s'havien de treure del rerefons del coneixement filosòfic; això, almenys, per a contextes físics com els que hem tingut en tot moment en ment, com és el cas de les molècules del gas. El jocs d'atzar, emblemàtics en la imatgeria que envolta la discussió sobre la probabilitat, com les tirades de daus o monedes, encara que s'utilitzen de la mateixa manera que les molècules del gas, conscientment que són exemples representatius d'una mateixa estructura probabilística, tenen, no gensmenys, una aparença visual que ofereix, amb força, directes suggeriments per il·lustrar l'escenografia subjectivista. Un col·lectiu de tirades de monedes no es veu com el col·lectiu gasós de molècules, perquè aquestes darreres interactuen físicament les unes amb les altres -encara que independents com a *set-ups*- això fa que fàcilment visualitzem un conjunt sencer que forma un tot físic on cada molècula es troba connectada físicament amb aquest conjunt. La trajectòria de cada molècula es troba físicament afectada pels xocs amb les altres, el que dóna una presència del conjunt com a pertorbació externa que indetermina la seva trajectòria particular. En canvi, veiem les tirades de la moneda com a separades, sense cap mena de connexió física, aquesta imatge no ens mostra la d'un col·lectiu com a 'sistema físic' global i evoca la idea que nosaltres fem una connexió epistèmica entre esdeveniments aïllats que tenen la seva pròpia trajectòria

realment determinista. Segons aquesta visió, sobre una sèrie de tirades, n'agafem les proporcions de resultats per a fer una estimació d'expectativa en cada cas individual que serveix per a apaivagar la nostra carència de coneixement sobre les condicions inicials de cada cas. Així, el pont, entre els resultats que poden (o podrien) ésser observats en una sèrie i l'assignació objectiva de valors numèrics a la nostra creença racional d'allò que pot succeir en cada prova, només pot ésser un enllaç suplementari fet per la nostra manca de dades. Però els jocs d'atzar han d'ésser presos com a representacions, ens mostren l'estructura que hi ha en «joc». Volem dir que l'exclusió, en la descripció del tipus d'experiment, d'algun mecanisme que llancés les monedes de forma que desaparegués la variació en les tirades és l'equivalent estructural al sistema on la gran varietat d'interacció física constant entre les molècules produeix la múltiple variabilitat en les seves condicions. Ambdues situacions presenten el mateix esquema, i les tirades es troben connectades en el col·lectiu de la mateixa manera que les molècules en el gas. D'altra banda, l'esmentada independència entre les tirades de la moneda, característica del seu tipus d'experiment, sembla contradir-se amb l'estret contacte de la dependència intermolecular; però, precisament es proposa com a característica del sistema gasós que la constància dels xocs moleculars tenen l'efecte d'anular les correlacions moleculars i generar la independència que, en general, en els jocs d'atzar es representa com a tret definidor de la noció de 'experiment aleatori'.

Tot això és ben sabut, cosa que de cap manera pot ésser motiu per a no parlar-ne, perquè no és gens menyspreable la influència de la força que té la imatge de la representació cultural heretada per a suggerir la idea favorable a una visió subjectivista, on allò que es troba involucrat són relacions epistèmiques (tenint com a guia les freqüències preses més aviat com a reals) per compensar el buit de coneixement de la situació física particular que realment es produirà quan llancem la moneda.

VIII.2.2.- Raó filosòfica del concepte propensional

Encara es pot dir que una interpretació realista que necessita invocar la propensió és motiu suficient per a rebutjar aquesta interpretació (que suposa o implica una situació indeterminista) i adoptar-ne una altra, encara que no sigui vertaderament una interpretació realista completa (perquè conté l'accent en trets reals incomplets) i que aquesta interpretació adoptada, en conseqüència, és el que ens permet afirmar que la situació rellevant és realment determinista. Però aquesta manera de justificar l'argumentació només representa l'elecció d'una posició filosòfica com a preferida. Només té el fonament de renunciar a una caracterització determinada perquè no encaixa amb els trets d'una teoria filosòfica -amb metafísica inclosa-, anomeni's empirista, instrumentalista, nominalista. No tenint cap altre fonament, es troba en peu d'igualtat amb altra posició com la que defensa les propensions; amb un important afegiment: a diferència de la perspectiva filosòfica que pugui estar envoltant la defensa de les propensions i que és menys rebeca a admetre els seus compromisos, la

posició negativa a les propensions és més inclinada a presentar els seus arguments com a neutrals i sense compromisos aliens a la concreta situació sotmesa a esbrinament.

Que la situació rellevant sigui realment determinista (o millor dit, del tipus que ens provocarà el que anomenem una visió determinista) no és decidible filosòficament, sinó que correspon a la construcció de operatius teòrics dins la descoberta científica. Però sí que correspon al raonament filosòfic mostrar les cohesions o esquerdes d'allò que es diu científica o extracientíficament sota els auspicis d'una particular teoria en un estadi determinat del seu desenvolupament. En certa manera, des de feia temps, els físics sembla que ho deixaven prou clar quan descriuen quina és la situació que contemplen pel que fa al gas constituït de molècules per a explicar les causes del comportament descrit per la Termodinàmica. En general, es parla de la situació consistent en la neutralització de la (rellevància de la) situació determinista molecular individual i la seva aleatorització real en el context del conjunt de molècules del gas. Però, d'altra banda, després introdueixen una confusió, perquè també es fan afirmacions, amb la major naturalitat, sobre el coneixement incomplet de la situació veritablement determinista. Ara bé, si la situació descrita teòricament fa irrellevant la situació determinista no s'entén la raó d'aquest tipus de declaracions, poden ésser conseqüència del rerefons determinista de la construccions teòriques predominants a la ciència i d'un hàbit mental de cohesió d'aquesta imatge. Però, respecte d'això, el caràcter de l'argumentació popperiana mostra una insistència simple: si hi ha una teoria probabilista (encara que sigui sobre una situació que altra component teòrica involucrada veu com a determinista) s'ha de ésser congruent amb això, i la realitat descrita, rellevant al propòsit explicatiu, és probabilista. En general, la intervenció de les disquisicions filosòfiques pot complicar encara més la confusió produïda pel mer coneixement físic i els seus lligams amb la cultura científica heretada. Si és un assumpte de paraules i distincions, de clarificacions conceptuals, que envolten opcions filosòfiques o apostes -de vegades prou amagades- per alguna imatge metafísica, la reflexió filosòfica, encara que no pugui resoldre la paraula vinent que pot donar la ciència, sí pot intentar posar en net les sortides en efecte involucrades darrere les anàlisis que segueixen el detall concret de la discussió.

Les crítiques a la interpretació propensional (contemplades en el *capítol VI*, com la mateixa interpretació de Fetzer) es caracteritzaven per mostrar la inutilitat del concepte propensional en ressaltar la presència rellevant en la producció del resultat en cada succés individual de fets o esdeveniments que no necessiten ésser caracteritzats com a propensions. Aquesta atenció al detall de les condicions que efectivament succeeixen en cada cas singular comporta una demanda d'una descripció completa o suficient del succés individual, cosa que permetria una caracterització determinista d'aquesta successió esdevenimental fins el resultat produït o estat final.

També acabem de dir a l'epígraf anterior que el cas particular o succés concret (mitjançant una selecció sobre la infinitat dels seus aspectes, els causalment significants dins l'interès d'un context d'investigació o teòric) pot ésser contemplat com el cas particular d'un tipus determinat de successos.

Aquesta inserció del cas singular en un universal permetria la seva subsumció legal, passa a considerar-se com a succés oracional de manera que el succés particular és objecte d’una explicació científica. Però aquesta explicació es troba lluny d’una descripció completa del succés individual, en la seva plenitud individual. Aleshores recordàvem alguns comentaris que Popper havia fet en la defensa de la tesi de la univocitat de la frontera entre conceptes primitius, indefinibles, com els d’universals i els d’individuals; així, per exemple: “un concepte universal no es pot definir mitjançant noms propis o mitjançant una classe d’individus concrets”⁶⁹, i la referència “al fet d’ordre lògic que un concepte individual no pot definir-se per especificació a partir de conceptes universals.”⁷⁰

La concreció d’aquells comentaris de Popper es fa principalment al voltant dels intents insostenibles (que ell qualifica de “ús metafísic de la causalitat”) d’aplicar “consideracions deterministes a activitats creadores i úniques.”⁷¹ Però també assenyala la intensitat aguda de la diferència entre universals i individuals recordant que

“De la mateixa manera que en determinades situacions formulem o fem determinades assercions respecte de tipus de personalitats i, no obstant això, no formulem cap asserció sobre els individus aïllats, sinó, per dir-ho així, sobre valors mitjans que apareixen en tots els individus, així també a la Física s’estableixen enunciats no pel que fa a partícules individuals, sinó respecte a classes de partícules i els seus valors mitjans.”⁷²

Aquesta impossibilitat dels conceptes universals de fer-se càrrec de l’objecte singular en la seva individualitat significa que els enunciats universals no poden descriure fets plenament singulars. És a dir, no hi ha llei que abasti el cas individual en la seva individualitat plena, ni tan sols una llei que estableixi una trama causal determinista. Encara que, com deia Popper, la determinació causal, en quant constitueix certa regularitat, necessita d’alguna mena de reproductibilitat esdevenimental que permeti la descriptibilitat i conseqüent predictibilitat, i també encara que el succés individual s’escapoleix de la repetibilitat, tot i així, en la nostra discussió estem anomenant ‘cas individual’ al procés distingit per ésser (susceptible d’ésser) contemplat sota llei determinista enfront d’aquest mateix cas considerat sota una causació probabilista, i.e., sota una atribució propensional que permet contemplar-lo (mitjançant abstracció d’aquells detalls que possibilitarien la seva descripció determinista) com a membre d’un col·lectiu i llavors sota un tipus o universal. (Encara que un cas particular no es troba sota un universal per ésser membre d’una classe. La relació entre el membre i la classe és diferent de la del singular i l’universal)⁷³. Cada tirada particular d’un dau o de la moneda és susceptible d’ésser denominat per un nom propi o referència directa (demostrativa)⁷⁴. També cada molècula és anomenable, i especificada en un àmbit espàcio-temporal; el diable maxwellià, a la manera del coneixement determinista, segueix cada coordenada individual molecular en la seva identitat pròpia i no en el seu anonim molecular que les agrupa com a proporcions en la distribució freqüencial que estadísticament explica el caràcter de la segona llei termodinàmica.

En relació a aquella comparació parlem, per tant, de l’esdeveniment considerat determinísticament com del cas individual o singular, i la seva subsumció probabilista ens duu a un universal o consideració del cas individual en allò que tenen les seves condicions de ‘repetibles’. Les

crítiques a la disposició o propensió (mitjançant la damunt recordada accentuació 'esdevenimental') conclouen en una desautorització de l'abstracció (però alhora inclusió com a irrellevants) que el tipus o universal fa del detall de les condicions suficients; era en aquell tipus d'experiment (on els casos singulars eren abastats en les seves característiques comunes, cosa que suposava una 'repetició' de la prova) on es podia justificar l'atribució propensional al cas singular.

Però fora de raons més aviat científiques (com la predominança d'un paradigma mecanicista, que inspira un model determinista del món, com a basament de la ciència física, i llavors l'exigència d'una certa mesura de compatibilitat lògica amb aquell paradigma per a desenvolupar qualsevol plantejament teòric) no hi ha fonaments, que no siguin arbitraris⁷⁵, per a la desautorització de la licitud del tipus a favor d'un tancament adequat del sistema que contempli com a rellevants les condicions que varien d'un cas singular a l'altre. Veurem en un cas que pot imaginar-se amb una naturalesa recalcitrant, com és el del 'càncer', com es pot mostrar que la propensió pertany al cas individual dins la situació en la qual aquest cas en la seva radical individualitat es troba, llevat que es pressuposi com a vàlida la predestinació divina (pp.394-403). Les crítiques que rebutgen la propensió només poden trobar justificació filosòfica en la seva inspiració en determinats posicionaments, per exemple els que neguen que hi ha una frontera entre conceptes universals i singulars, i que afirmen que els universals són reduïbles a singulars (hem presentat la qüestió de la reductibilitat de les disposicions en VIII.1.1.). És el cas del rebuig carnapià⁷⁶ d'aquella frontera, o de l'afirmació wittgensteiniana⁷⁷ que només hi ha fets, i no lleis, i que qualifica de pseudo-problema⁷⁸ la qüestió dels universals⁷⁹.

Parlar de 'propensió' potser no sigui significatiu per a la ciència física (encara que per a Popper és un concepte que permet obrir la física en un nou paradigma que albira l'horitzó de la seva unificació amb el món biològic) però sí que ho és filosòficament, i resulta inevitable en aquest territori de discussió. Si cal una discussió filosòfica sobre ciència, llavors el concepte de propensió apareix com a component, a defensar o a rebutjar, d'una reflexió sobre la probabilitat en contextes físics almenys; però de cap manera és espuri o la ingerència doctrinària d'un "pegat metafísic inútil", com pot semblar a primera vista dels retrets que si li plantegen.

Així, Salmon⁸⁰ només veu una diferència d'èmfasi o accent entre la perspectiva propensional i la freqüencialista. Perquè la primera no proposa un mètode d'esbrinament de la probabilitat assignable al cas individual que sigui millor que el freqüencial; es troba amb les mateixes dificultats davant els casos intractables. Perquè el freqüencialisme no necessita afirmar, com una qüestió de coherència, que les freqüències són l'única font de valors de la probabilitat; sense cap problema pot reconèixer els trets físics de la situació. Perquè la definició, exigida pel propensionalista, del tipus d'experiment o descripció de les condicions generadores és, en la perspectiva freqüencialista, l'establiment de la seqüència o classe de referència.

Però la diferència d'èmfasi en l'atenció resulta fonamental. Si bé definir el tipus d'experiment és establir la seqüència, en canvi, descriure una seqüència no és descriure el tipus

d’experiment. I mentre que per a la interpretació freqüencial la probabilitat és relativa a una seqüència i se suposa una propietat d’ella (que també se suposa ‘donada’) per a la interpretació propensional la probabilitat és una propietat de les condicions generadores o tipus d’experiment, que estableixen quina és la seqüència adequada, que defineixen la successió.⁸¹

“no hem d’admetre tota seqüència possible: només aquelles que puguin descriure’s com a repeticions d’una situació que genera certs resultats possibles i que pot caracteritzar-se pel mètode de la seva generació, és a dir, per un conjunt generador de condicions experimentals.”⁸²

“una seqüència admissible d’esdeveniments (una seqüència de referència, un “col·lectiu”) ha d’ésser sempre una seqüència de condicions repetides. O, més generalment, dirà que les seqüències admissibles han d’ésser seqüències reals o virtuals que es caracteritzin per un conjunt de condicions generadores -per un conjunt de condicions la realització repetida de les quals produeix els elements d’una seqüència independent.”⁸³

El problema de la teoria freqüencialista és que no adverteix com un dels seus components la indicació que no és suficient el mer establiment d’una seqüència. Llavors, pot considerar rellevant allò que no ho és (com ja esmentàvem en *capítol II*), i aquesta deficiència, insistim, no és una conseqüència accidental dels defectes pràctics de la investigació, o el producte aliè de les mancances d’un estadi determinat d’un desenvolupament teòric particular, sinó que és un component constitutiu de la seva renúncia programàtica. Per la seva banda, la introducció de la noció propensional sotmet la rellevància estadística d’un factor al requisit que el factor constitueixi una diferència en la força de la propensió per a produir el resultat en qüestió en el cas singular (i en la teoria *PLT* per a la producció de l’estabilitat freqüencial, i involucrada, d’una manera discutible, és cert, en el cas singular com a instància d’un tipus) i això representa la demanda de la identificació de les propietats estructurals involucrades en el sistema en qüestió. En canvi, la interpretació freqüencial no ofereix com a part de la interpretació nocions que garanteixin que es requereix la rellevància causal dels factors que es poden presentar com a característics d’una seqüència, amb la corresponent caiguda en (o desprotecció davant) la rellevància de les irrellevàncies com a característica de la seva suspensió teòrica sobre les propietats rellevants que intervenen en la caracterització profunda que fa una teoria científica sobre el món. Això deixa la porta oberta perquè un dibuix determinista de la situació rellevant aparegui amb una natural raonabilitat. Si la teoria freqüencial no conté com a tret essencial a la seva interpretació l’exigència d’immunitat contra la consideració rellevant o vàlida d’allò al qual no se li ha demanat cap acompliment de rellevància causal, les seves assignacions probabilístiques des d’unes freqüències fixades des de seqüències caracteritzades amb trets irrellevants romanen sota la reclamació d’una consideració subjectivista sense retop. Això significa que la interpretació freqüencial i la propensional no són equivalents, perquè la segona es pot dir que conserva la primera, però la freqüencial no fa l’assumpció ontològica que comporta la propensional, on dir que la probabilitat i les freqüències virtuals depenen de les condicions significa “que hem d’imaginar-nos les condicions com a dotades d’una tendència o disposició o propensió a produir successions amb freqüències iguals a les probabilitats”⁸⁴.

L'omissió assumida per la interpretació freqüencialista li condueix a pretendre considerar només com un aspecte d'èmfasi allò que és radical. Aquest retraïment de la teoria freqüencial pot recolzar en la pretensió que s'ha d'evitar teoritzar amb esment a propietats permanents on s'arrelin les enunciacions legals en el nostre coneixement de l'estructura del món. Això no és una mera diferència d'accent sense més ni més, i és un parany presentar-ho d'aquesta manera, sinó que aquest accent assenjala un terreny d'impacte entre dos grups de perspectives filosòfiques, ambdues irrefutables, encara que argumentables, i on cal, des de la tesi que proposem, raonar a favor del grup on es troben les nocions i les eines adients a una visió realista.

Resulta simptomàtic la renúncia expressa de Salmon⁸⁵ a remetre la identificació de la propensió a la caracterització de classes d'esdeveniments, en el sentit de referir les propensions a les 'condicions generadores' (condicions permanents entre prova i prova, de cas singular a cas singular que defineixen el tipus o classe d'experiment). Es tracta de fer servir la noció de propensió exclusivament com a concepte caracteritzador de la tendència del procés causal (probabilístic) dirigit a produir el resultat en qüestió i retenir la interpretació freqüencial. Recorda la seva construcció de la relació causa-efecte (que pot ésser probabilística) considerant com a mitjans per a la propagació de la influència causal a certs processos físics continus espàcio-temporalment. Llavors, un esdeveniment és causa d'un altre quan es troben units per un procés causal del gènere apropiat. D'aquesta manera es pot parlar de relacions causals singulars entre esdeveniments singulars sense esment a classes i amb el propòsit de garantir una aplicació no ambigua de les propensions als casos individuals.

Per tant, remet la propensió a la transmissió causal donada en cada esdeveniment (cas singular); en el succés esdevenimental opera una 'transmissió causal', que en el cas probabilístic és transport de propensions. Aquesta complaença amb relacions causals singulars entre esdeveniments singulars, sense preocupar-se per una classe integrada com a tipus d'experiment, per la fixació d'un tipus d'experiment, deixa fora la rellevància de les propietats permanents (que identificaran l'estructura legal i que tenen la seva seu en les condicions del tipus) a favor, en canvi, d'una consideració merament esdevenimental aliena a la proposta clau de la interpretació propensional. Més enllà de les lleis pròpiament probabilistes, un status allunyat de la realitat per a tots els enunciats legals, inclosos els universals, troba una arrel filosòfica en la concepció filosòfica que el nostre concepte fonamental sobre el món són els fets, els esdeveniments inconnexos, però que les lleis no esdevenen, no hi ha estats de coses universals, "no existeix cap tipus de comportament regular i organitzat segons lleis a la natura"⁸⁶. Aquest "món del 'positivisme lògic', es desintegra en una espècie de mosaic les peces del qual, encara que no són coses individuals, són constituïdes per fets posats causalment els uns amb els altres."⁸⁷ Aquesta perspectiva general sobre les lleis científiques és oposada a una concepció filosòfica que permet lleis probabilistes fonamentades propensionalment en un substrat real de relacions sobre els purs 'fets':

“... encara que a la ciència no pugui aparèixer cap tesi “realista” formulada explícitament (el realisme fracassa per allò que hem anomenat la “antinòmia de la cognoscibilitat del món”), la ciència

procedeix com si hi haguessin lleis universals. Ara bé, la tesi que hi ha lleis naturals és, epistemològicament parlant, equivalent al realisme."⁸⁸

Si el valor numèric de la freqüència establert per a qualsevol seqüència es concep només com una proporció de resultats determinats en la producció de cada membre individual com a situació determinista, llavors la freqüència no resulta explicable si no és per la casualitat inexplicada o per alguna mena de misteri teleològic; per la seva banda, d'acord amb la conseqüent interpretació subjectivista no hi ha l'explicació. Dèiem damunt que per a Popper el determinista podia dir que les condicions variables que determinen els resultats dels casos singulars formen també un col·lectiu, però llavors ha d'explicar les característiques freqüencials d'aquest col·lectiu de condicions.

Pot començar a haver-hi explicació dels resultats freqüencials si diem quelcom com que existeix una ' propietat ' en el conjunt sencer que distribueix els resultats entre els membres de manera que doni aquesta freqüència o distribució de resultats i cap altra. Però aquesta 'distribució' ha d'operar llavors sobre el resultat que es produiria en cada membre; llavors, afirmar que hi ha una propietat global o que opera sobre el conjunt on produeix una determinada distribució dels resultats individuals és dir que aquesta propietat operaria en cada membre (per això dèiem que el cas singular s'ha de trobar obert) de manera que és (o forma part de) la condició responsable del seu resultat individual. També, sembla difícil trobar raó per a dir que aquesta propietat que cadascun dels membres posseeix en qualitat de membre no sigui la mateixa propietat i no tingui idèntica magnitud. Si la propietat ha de formar part en algun sentit del conjunt i alhora de cadascun dels seus membres, llavors podem dir que correspon a les característiques definides pel tipus d'experiment (que són les condicions controlades o conegudes). La resposta popperiana a una idea com l'expressada per Salmon (que les interpretacions freqüencial i propensional són intercanviables amb només substituir 'seqüència' per 'condicions generadores') és que el freqüencialista, per a solucionar el problema de la possible divergència entre probabilitat assignada al cas individual i freqüència observada, farà una lleugera modificació que sense advertir-ho significa l'adopció de la interpretació propensional.⁸⁹

La regla metodològica de Popper (vid., VII.3., sobre la fonamentació no-empirista dels enunciats probabilitaris) pel que fa a la infalsabilitat no soluciona el problema de la teoria propensional. D'acord amb aquella regla presentada en *La lògica*, abans de la seva teoria propensional, s'han de prohibir les seqüències que no podem considerar com a efectes reproduïbles. Es diferenciava entre el concepte matemàtic i el concepte físic de la probabilitat. D'acord amb el primer concepte, existeix possibilitat de seqüències desviades. Segons el segon, si aquella possibilitat molt petita no constitueix efectes reproduïbles, han d'ésser prohibits els enunciats que l'afirmen. Sota aquest tractament, un problema crucial i peculiar de les hipòtesis probabilistes és traslladat a una qüestió d'aproximació o mesura, cosa que permet la seva inserció en el problema de la corroboració amb la corresponent extensió que l'assimila en el problema general de la inducció o projecció de totes les nostres afirmacions sobre regularitats. Però aquesta regla pràctica no evita que aquest tret de la

teoria matemàtica de la probabilitat constitueixi un cert problema per a una propensió que amb una magnitud determinada (present en el cas individual) produeix seqüències amb una freqüència característica estable. Perquè la teoria propensional exigeix per a la seva comprensió explicar que una magnitud propensional proclamada (com la mesura de la força d'una propietat disposicional real en qualsevol realització de la prova i que en la seva repetició produeix una freqüència característica) permet (encara que teòricament) la producció de freqüències desviades o patològiques. La possibilitat que una mateixa magnitud propensional pugui produir freqüències no convergents com a efectes no reproduïbles (i fins i tot reproduïbles, el que falsaria la teoria segons la regla de Popper).

El propensionalista només pot afirmar que això és així, que és un tret essencial a una realitat probabilista, que no obeeix a un inevitable recompte d'ignorància per part de qualsevol teoria probabilista, que una teoria probabilista és constituïda per aquell tret en correspondència a un tret real d'un món probabilista. De la mateixa manera que una mateixa magnitud propensional per a un cert resultat possible no garanteix que es produirà aquest resultat en un cas individual, sinó només que competirà amb els altres resultats possibles -competència guiada segons la força per a cada resultat-aquella magnitud propensional tampoc no garanteix que no es produeixin seqüències atípiques en lloc de les freqüències relatives estabilitzants.

Ara el determinista seguiria demanant l'atenció sobre la distribució de condicions inicials, i el propensionalista contestarà amb Popper que el coneixement de les condicions no explica la realitat permesa i reproductible de les proporcions freqüencials estables, i que aleshores aquell col·lectiu estadístic de condicions inicials resulta, en la versió subjectivista, el producte irreductible, miraculós i inexplicable d'una harmonia preestablerta o predestinació⁹⁰.

Després d'haver explicat aquell tret de les teories probabilistes amb un compromís ontològic amb l'indeterminisme i que com a tret definitori no necessita ulterior explicació, el propensionalista desenvoluparà la situació oberta com fa Popper: en un món obert no es pot assegurar l'absoluta constància de les condicions probabilísticament rellevants. Un propensionalista diria que la realització de propensions molt baixes podria produir-se per la pertorbació de la constància de les condicions físiques, o també, a l'inrevés, com indica Popper, que els ritmes dels canvis situacionals (representats en les tirades del daus per les seves agitacions dins els gobelets) poden ésser suficients per a estar sempre impedit la realització d'aquelles propensions properes a zero, i aleshores és l'alteració de certa estabilitat de les condicions inicials el que prohibeix la reproducció de segments patològics i alhora permesos segons la teoria (és a dir, no prohibits per la magnitud propensional físicament rellevant): "Això potser expliqui la pretensió d'alguns investigadors experimentals que les sèries extremament improbables *a priori* es donen de fet en menor mesura que el que es troba establert segons la teoria."

Popper es fa càrrec de la hipòtesi de Monod que enuncia que l'origen de la vida fou un succés summament improbable, indica Popper que es tractaria d'un succés *únic* en el sentit de tenir probabilitat zero. Monod ressalta el desgrat que té per a la ciència una unicatat d'aquesta mena, però

també el seu significat antiantropocentrista, i la nostra condició aliena, un nombre sortit en el joc de Montecarlo en un univers intrínsecament allunyat de la vida (i àdhuc també en la biosfera pel que fa a l'aparició de l'home).

“La vida ha aparegut sobre el nostre planeta; quina era abans de l'esdeveniment la seva probabilitat? No queda exclosa, al contrari, per l'estructura actual de la biosfera, la hipòtesi que l'esdeveniment decisiu s'hagi produït només una única vegada. El que significaria que la seva probabilitat és quasi-nul·la.

(...)

La probabilitat *a priori* que es produeixi un esdeveniment particular entre tots els esdeveniments possibles a l'univers, es troba pròxima a zero. No obstant això existeix l'univers; és precis que es produeixin esdeveniments la probabilitat dels quals (abans de l'esdeveniment) sigui ínfima. No tenim, ara com ara, el dret d'afirmar, ni el de negar, que la vida hagi aparegut *una sola vegada* sobre la Terra, i que, per tant, abans de la seva existència, les seves possibilitats d'existir fossin quasi-nul·les.”⁹¹

El tractament d'aquesta hipòtesi per Popper es concentra en el tema de la reducció⁹²; la contrastabilitat d'aquesta hipòtesi en la possible, hipotètica, refutació d'aquesta unicitat de l'origen de la vida mitjançant la (*re*)producció de vida sota condicions experimentals específiques en matèria inanimada, i el significat reductiu (complet) d'aquesta hipotètica refutació. Però el nostre tema no és (directament) la reducció, sinó justificar l'acceptabilitat del concepte propensional mitjançant la seva comprensió bàsica. Aleshores ens trobem davant la següent situació.

En primer lloc, una idèntica magnitud propensional es presenta com una probabilitat física rellevant present en cada realització particular de l'experiment tipus. És una propensió per a la producció llarg termini d'una freqüència característica. No és una propensió singular -si el cas singular s'entén suficientment especificat en una manera determinista o protodeterminista- per a la producció del resultat en una prova concreta. Però també és la propensió present en cada cas singular, rellevant per a la producció dels seus resultats possibles, en quant el cas singular sigui entès legalment com a membre d'un tipus d'experiment; en aquesta inserció legalista la seva naturalesa roman oberta, on resulta irrellevant la determinació de les seves condicions específiques particulars, que resulten variables en la seva “repetició”. No hi ha cap altra solució a l'esmentada ambigüitat popperiana (que resulta de la complicació entre cas singular com a autònom i el tipus al qual pertany) que la seva assumpció -si més no, pel que fa a contextos susceptibles d'ésser contemplats determinísticament- on les proporcions estadístiques són reals o hipotèticament reals i no són el resultat de la nostra ignorància de disposicions deterministes.

Després, aquella magnitud propensional per a una freqüència característica per al llarg termini admet *com a possible* qualsevol membre del conjunt sencer de resultats freqüencials. Però resultats freqüencials com és el cas dels més llunyans de la convergència amb la freqüència característica, que tenen una probabilitat molt baixa, propera a zero, *no es produiran amb el caràcter d'efectes reproduïbles* (a menys que arriben a fer-ho i aleshores refutin la vigent hipòtesi probabilista que assigna unes determinades magnituds propensionals). També, en un món fonamentat en el canvi i la creació, un cert ritme d'inconstància situacional impedeix la realització (i segur la reproducció)

d'aquelles propensions properes a zero però possibles per la pròpia naturalesa d'una distribució propensional; aleshores aquella possibilitat (de seqüències o esdeveniments summament improbables *a priori*) sempre tindrà de fet una força encara molt menor que l'atorgada per l'obertura de la mateixa teoria probabilista (i.e., d'una teoria indeterminista).

Llavors s'han de conjugar els següents aspectes. La producció d'un succés qualificat com a únic, però admès per la teoria probabilista perquè aquesta teoria conté la possibilitat d'ocurrència de successos o seqüències summament improbables. Alhora, aquesta teoria afirma que la producció d'altre segment que no estigui vers la convergència amb la freqüència característica té probabilitat zero, que la mesura del conjunt dels estats anormals s'apropa a 0.⁹³ També, segons el Popper de *La lògica*, que per a la falsabilitat d'aquests enunciats probabilistes s'havia d'introduir l'operació d'una regla metodològica que prohibeix els successos amb probabilitats molt petites perquè no constitueixen efectes reproduïbles.

En resum, encara que una teoria probabilista (que suposi una magnitud propensional) no descarta la possibilitat de producció de successos improbables, com compaginar que un succés prohibit com a efecte reproduïble per improbable constitueixi la nostra realitat? (A més a més, tampoc no caldria oblidar en aquest tema llocs on Popper ha testimoniat a favor de la naturalesa extraordinària de la nostra condició i del coneixement a l'univers -i això també està d'acord amb les seves afirmacions contra un món uniforme i regular)⁹⁴.

En defensa de la tesi propensionalista hem de recórrer a les afirmacions que acabem de fer: un món obert amb canvis. Canvis suficients per a impedir la realització de successos molt improbables, però on també es poden produir, perquè les propensions poden canviar, i on *les propensions també són "canviants propensions al canvi."*⁹⁵ Però tot això, aquesta conjugació propensional de tots aquests aspectes no pot evitar d'oferir la imatge d'un jòquer on càpiga qualsevol sortida. Hem d'assumir això, però també, que aleshores resultarà inevitable com a enteniment de la proposta l'acompanyament d'un tret característic d'un món propensional. Aquest món es troba caracteritzat pels canvis, però el canvi tendeix cap a algunes direccions, segons un sentit innovador, en un món creatiu. Aquestes tendències inunden el 'món material' d'abstraccions, es tracta de possibilitats existents per a resultats diferents, però són tendències a la realització⁹⁶ de quelcom, segons *preferències*.

Haviem esmentat el comentari de Fetzer sobre l'avantatge de la interpretació propensional davant la freqüencial: mentre que la interpretació *FLH* només pot oferir una explicació empírica i teleològica, "en termes de la *configuració última del patró* (...) per referència a freqüències hipotètiques que les controlen", de les freqüències reals que succeeixen al curs de la història del món real, les tendències disposicionals generadores, en canvi, n'ofereixen una explicació teòrica de caire mecanicista en termes de les condicions inicials del sistema.⁹⁷ Fetzer es refereix a la teoria propensional de cas singular, mentre que aquí defensem una propensió de llarg termini per a sistemes deterministes. En aquest sentit, la teoria que defensem es troba més vinculada a la configuració global

on tenen la seva seu resultats de llarg termini i, per consegüent, posseeix més caràcter teleològic, en quant el cas singular és considerat sota un tipus experimental, i.e., dilueix el cas singular i la seva variabilitat particular en un tipus experimental que engloba en el llarg termini a aquells casos singulars. Però, alhora, aquesta interpretació propensional amb abast de llarg termini connecta els resultats freqüencials límit de conjunt amb les condicions físiques que descriuen qualsevol repetició de l'experiment i que són considerades les generadores d'aquells resultats en el llarg termini. Es tracta, per tant, d'un compromís entre la "configuració última" i les tendències causals disposicionals que originen aquell característic patró total, però queda palesa una certa mena de reciprocitat o imbricació entre ambdues façanes; per això l'acusació de teleologisme podria ésser feta en tant que sembla insinuar-se un resultat final de conjunt que sembla tenir la seva participació en les parts des d'on s'origina, en quant aquestes parts o elements es caracteritzen segons la seva producció vers aquells resultats globals.

A més a més, cap a on canvien els camps de propensions? Poden ésser realitzades totes les possibilitats, fins i tot les més improbables, però quan una possibilitat molt improbable (com estem suposant que és la vida) es realitza, ho hauria de fer, podria suposar-se'n, perquè correspon a les possibilitats que, encara que improbables, "funcionen", o que són "preferides".

Sempre es podrà veure en l'adopció d'una concepció evolutiva l'entroncament amb el problema teleològic. S'extrau de les reflexions i descripcions de Popper sobre la concepció evolutiva darwiniana (i que estendria generalitzada a l'univers) que hi haurà alternatives que funcionen; es considera la tendència dels organismes a solucionar problemes, que és una inclinació a millorar:

"Però la disposició o tendència o propensió de la majoria dels organismes a lluitar per la supervivència no és una concepció estèril, sinó molt útil [...] l'asserció que la majoria dels organismes mostren una propensió a lluitar per la supervivència i, en fer-ho, desenvolupen altres propensions, com la d'investigar el seu entorn i ocupar nous nínxols ecològics."⁹⁸

Llavors, el camp de propensions podria semblar moure's molt àmpliament, on la teoria que el descriu relata una situació mai no definitivament tancada a moltes possibilitats, fins i tot a les que en un cert moment poden tenir un pes proper a ésser nul. Però, en tot moment, contindrien un "dret natural" a sobresortir les tendències a l'èxit o a l'adaptació, vers el perfeccionament o la construcció de formes superiors que impliquen creació, innovació.

En aquest punt, insistim, un crític podria assenyalar que les arrels del propensionalisme pateixen la malaltia de la inclinació al teleologisme⁹⁹. Però l'arribada a aquest lloc comporta trobar-se amb una frontera de confrontació filosòfica. A l'acusació d'una inevitable conseqüència teleologista galopant, Popper contestaria que la solució no-propensional en últim terme només pot oferir l'argument oposat d'una harmonia preestablerta.

Resum i conclusió a la primera part

El problema de la classe de referència (o problema de l'esdeveniment o cas singular) (II.1.2.) és la qüestió amb la qual directament es troba tota perspectiva freqüencial. El fet que un esdeveniment pugui pertànyer a diferents classes de referència exposa el problema de l'establiment d'una regla general o principi de govern de l'elecció d'una classe de referència apropiada per a l'assignació de probabilitat al cas singular d'acord amb aquella elecció.

Una interpretació freqüencial realista finita (II.1.) no té cap blindatge contra una divergència del valor freqüencial ofert amb el de la probabilitat, perquè pot pertànyer a una mostra o secció fluctuant, com també perquè és intrínsec a aquesta interpretació un ordre temporal que resulta arbitrari per a la fixació de la freqüència, mentre la probabilitat, a més a més, també pot canviar en el transcurs temporal. El problema de la unitat freqüencial tampoc no es resolc amb la interpretació del límit freqüencial, ja que aquest límit només existeix com a hipòtesi, però no en el món real, cosa que constitueix el problema de la seva connexió amb les freqüències en mostres reals (II.1.1.). La interpretació freqüencial de la probabilitat conté dins seu com a més primàries les nocions probabilistes que involucren la idea de assignació probabilista al cas individual que ha de comprendre. Per això, tot i havent-hi un enllaç proporcionat per les lleis dels grans nombres, no hi ha identificació entre probabilitat i freqüència (II.1.1. – II.1.2.)

La dificultat per a la identificació de les nocions de freqüència i probabilitat, que és la dificultat per a la interpretació freqüencial de la probabilitat, reflectida en aquell problema, serà una ombra sobre el model estàndard d'explicació científica de tipus probabilista que oferí Hempel, atès que es tracta d'un model sota interpretació freqüencial, on la qüestió prendrà el nom d'ambigüitat de l'explicació estadística i per a la solució de la qual se segueix el procediment de la màxima restricció de la classe de referència de Reichenbach, com el requisit de la màxima especificitat de Hempel (II.2.1.) i la seva modificació en el criteri de la rellevància estadística de Salmon (II.2.2.).

La interpretació freqüencial dels enunciats probabilístics que intervenen en l'explicació de l'esdeveniment singular no sembla poder oferir una concepció de la probabilitat que no sigui quelcom més que la connexió inductivo-estadística entre enunciats. Llavors, la probabilitat en enunciats sobre esdeveniments no és contemplada d'altra manera que no sigui altra que a través de la lògica inductiva com l'àmbit de contrastació de hipòtesis científiques, estimacions epistemològiques sobre el grau de fonamentació empírica d'aquells enunciats. Sota aquesta interpretació inductiva de la naturalesa de la probabilitat -deutora del subjectivisme denunciat per Popper de la interpretació carnapiana de la probabilitat- només el determinisme ontològic que pot reflectir una explicació nomològico-deductiva pot aparèixer com la relació real entre esdeveniments que seria subjacent a la informació incompleta de qualsevol explicació probabilista per a la producció de l'esdeveniment (II.2.).

La interpretació freqüencial de l'explicació estadística no ofereix condicions necessàries i suficients d'adequació explicativa; no permet la identificació de les oracions legals, això és, la distinció entre connexions causatives i meres correlacions accidentals -com exemplifica E. Eells per a tota concepció freqüencialista que prengui com a arrel a freqüències finites (II.2.1.) Així, Fetzer (II.2.2.) mostrà que les condicions d'adequació explicativa de Salmon no permeten distingir entre correlacions causatives i les meres correlacions, que impliquen un model degeneratiu d'explicació, on les propietats estadísticament rellevants no són explicativament rellevants en el sentit de causalment rellevants -o, com diu E. Eells (II.3.), prohibirà l'especificació de factors que són distintivament rellevants causalment, com el model de Hempel permet l'especificació de factors causalment irrelevants; totes dues propostes en consonància amb la seva condició de concepcions extensionals, fidels a la concepció humeana de les lleis naturals. Fetzer mostrà que el seguiment de la solució reichenbachiana nega probabilitats cas singular irreductibles o vertaderes (II.2.1.) i que la interpretació freqüencial té necessàriament una conseqüència que manifesta com per aquesta interpretació és lògicament impossible proporcionar un fonament teòric per a una interpretació realista de l'indeterminisme òntic, tant en Hempel com en Salmon. (II.3.).

Com a projecte de resolució de la constel·lació d'insuficiències que envolten la interpretació freqüencial -i amb voluntat expressa d'oferir probabilitats no trivials- la interpretació propensional queda establerta com a hipòtesi metafísica (IV.2., IV.4.), que seria recollida en alguna teoria indeterminista de la causació (v.gr., IV.3.).

Com a hipòtesi metafísica dóna una imatge del món que podem contemplar en els textos de Popper (però també de Stengers i Prigogine) (IV.2.). El món és canviant, el present és un continu procés d'actualització de propensions, però és atret pel futur, pel conjunt de possibilitats. El futur de l'evolució de l'univers no es troba pre-contingut o preconcebut en el passat o en el present, com ressalta la imatge dinàmica del món, una idealització atemporal que concep el temps com a simètric. La nova idea de llei física ha de tenir en compte que aquella evolució és història; no està reflectit per la pura probabilitat que els successos d'aquesta història són portadors de sentit: el futur empena en una realitat que és un continent de possibilitats vers l'emergència de formes superiors, on preferències i esperances procuren dirigir-se a quelcom millor. Tot això explica la permanent fallibilitat del coneixement humà (en quant congela, cristal·litza, s'atura en l'actualització), i perquè un mètode científic, similar al mètode de la vida, procura el progrés en ciència que correspon al món.

Encara que potser, com diu Suppes, no es pugui tenir una teoria unificada de la propensió, com ocorre amb el concepte de causa, una bona teoria general de la causalitat probabilista és per a nosaltres una com l'apuntada per Sapire (IV.3.). Com a teoria indeterminista de la causació, la propensió, com a tendència causal, s'ha de fer càrrec que en aquest món permanentment en situació d'obertura, on tot és propensió, les mateixes possibilitats canvien amb el canvi de situació en un món canviant; per tant hi ha un descobriment de possibilitats. Per exemple, les

fluctuacions poden suposar la transformació d'una espècie. La mateixa teoria de la probabilitat conté el fet matemàtic de la possibilitat d'esdeveniments summament improbables, és a dir, que la probabilitat zero no és pot identificar amb impossibilitat física. La llei dels grans nombres significa una probabilitat infinitesimal per a totes les seqüències possibles. Malgrat que la llei dels grans nombres afirma una convergència de la freqüència relativa i la probabilitat, això no implica l'alta improbabilitat que una seqüència tingui una freqüència relativa del resultat apreciablement divergent del valor probabilístic, i en una adequada superseqüència sí que se segueix de la llei l'alta probabilitat d'almenys una seqüència amb aquella forta divergència. A més a més, tenim com a altra dificultat per a una comprensió física propensional de la probabilitat que la propensió unitat sembla no poder identificar-se amb la necessitat física, si es té en compte que sobre conjunts no comptables els esdeveniments que tindrien assignada probabilitats de magnitud zero resulten físicament possibles segons alguna teoria física (IV.1.1.)

Aquestes dificultats queden expressades també en la definició del propi concepte propensional (III.2.1.) quan hereta el mateix problema de la construcció d'un espai de probabilitat finitament additiu que Eells (II.3.) assenyala en el seu comentari de la clarificació que exposa Kyburg del concepte de probabilitat mitjançant el que anomena interpretació freqüencial límit hipotètica de la versió límit que proposà von Mises. Dins un nombre infinit de seqüències hi ha alguna seqüència que coincideix amb qualsevol valor; és a dir, en el conjunt de tots els mons físicament possibles existeixen totes les seqüències possibles, i totes són equipossibles. Això dificulta greument l'establiment de les condicions de veritat de qualsevol enunciat d'ocurrència que afirma un valor de probabilitat, perquè només tenim la veritat del nostre enunciat probabilístic en 'quasi-tot' món -però no en tot món- com a condició per a la veritat d'un enunciat probabilístic en el món actual.

Però es pot obtenir des d'aquell conjunt una seqüència de seqüències que donarà el valor proposat per l'enunciat, llavors per a l'establiment de les condicions de veritat de qualsevol enunciat d'ocurrència que afirma un valor de probabilitat s'ha de seleccionar la seqüència comptable de seqüències dins la gran quantitat no comptable de seqüències rellevants, on tindrà probabilitat 1 la proporció de freqüències seqüencials que convergeixen amb el valor probabilístic expressat per l'enunciat. Però com adverteix Eells davant aquesta solució exposada per Fetzer (i Nute), també es pot reclamar un altre cop, i així successivament, el principi selecció per a fer aquella selecció de la seqüència de seqüències (III.2.1.2.).

Es mantindran, per tant, certes tensions irreductibles (com la distinció assenyalada per Humphreys entre propensions condicionals cas singular i probabilitats condicionals (IV.1., IV.3.1.)) entre el concepte físic propensional i el concepte matemàtic probabilístic, com aquella dificultat que duu a atorgar mesura 0 a resultats possibles amb probabilitat molt baixa, i que s'estén en la qüestió empirista d'aplicació de la teoria com el problema de la fonamentació no-empirista dels enunciats probabilitaris (VII.3.). En efecte, sembla que mai no podria corroborar-se una hipòtesi probabilista,

pitjor encara, que no estaria subjecta a falsació, ja que sempre podria dir-se que una falta d'acord amb allò observat només és deguda a la realització d'una mostra divergent (possibilitat contemplada per la teoria).

En què queda la concepció d'una propietat física causal propensional quan són possibles de realitzar-se fins i tot els resultats per als quals hi ha una molt i molt escassa força propensional física? Precisament, la solució que han proposat Popper (VII.1., avançada també en IV.3.) i altres consisteix en certa manera en dissociar el concepte matemàtic de probabilitat del concepte físic, i l'instrument mitjançant el qual s'expressa aquest propòsit és precisament un procediment matemàtic (la mesura Lebesgue; que també intervé en l'elaboració d'un teorema que es pressuposa deduïble en el càlcul: la llei forta dels grans nombres). I l'ús del resultat d'aplicar aquest procediment (com hem dit, que tenen probabilitat zero els resultats possibles que tenen mesura zero) es justifica pel mateix concepte físic, això és, per l'existència d'una propietat física propensional.

La resposta propensional ja advertida consisteix en afirmar que aquella atribució de mesura correspon a una propensió física de les condicions generadores o tipus experimental present realment en cada cas singular. Una teoria probabilista estableix la necessitat física que permet estipular el conjunt de mons possibles des del qual definir les condicions de veritat de l'enunciat que assigna una probabilitat al cas singular, perquè la força propensional estableix l'espai mostral (que té probabilitat I), i, aleshores, la llei que enuncia la mesura o probabilitat 0 per al conjunt de condicions que no formin un col·lectiu aleatori amb la distribució freqüencial característica correspon al valor probabilístic de cas singular. I el teorema de Bernoulli és el pont entre la teoria probabilista (la causa propensional en el tipus experimental per a uns resultats possibles) i les freqüències o proporcions d'aquells resultats (VII.1.)

Encara que postulada com una interpretació de la probabilitat que proposa que rere l'assignació probabilista hi ha algun tipus de propietat o referència física que justifica aquella assignació, la interpretació propensional no pot constituir pròpiament una interpretació de la probabilitat, no sols perquè hi ha probabilitats que no són propensions, sinó que fins i tot tampoc no són sobre esdeveniments. Més aviat hem de concebre que el concepte de probabilitat intentaria donar compte d'allò que Popper denominà amb el nom de propensions (IV.2.) i que correspon, com hem dit, més aviat a una hipòtesi física o metafísica.

La interpretació freqüencial omet fer aquella postulació, es mostra asèptica sobre un compromís ontològic, es presenta com a indiferent metafísicament. Però això no la fa immune al subjectivisme, al contrari, la priva de controls que ho evitin (ho mostrem criticant la pretensió de Salmon de només una diferència d'èmfasi entre la propensional i la freqüencial (VIII.2.2.)), a més la interpretació que fa de la probabilitat amb un enfocament inductiu amaga l'assumpció de

determinisme ontològic en la qual es basa la seva aparença de neutralitat, com ha mostrat Fetzer.

En canvi, la noció de causa indeterminista o propensió expressa que la interpretació propensional ofereix un determinant ontològic per a la probabilitat, per tant un principi per a l'extensió maximal de mons futurs legals (III.2.1.2.) (mentre que la definició freqüencial, que només és extensional relativa al món real, no podia oferir sense arbitrietat un principi selecció dels models projectats, que governa l'extensió de seqüències reals a seqüències ideals infinites que succeeixen en un món possible (II.3., en general tot el capítol)). Per a poder afirmar l'existència d'una propietat disposicional, la descripció de l'ontologia del món ha de contenir a més de la 'història' del món també la 'estructura' del món, on s'estableix quines són les propietats permanents -distingides de les transitòries- que identifiquen els objectes en classes de referència, i també les relacions entre aquestes propietats. D'aquesta manera, cada món-seqüència serà constituït pel condicional nomològic l'antecedent del qual conté el conjunt de propietats disposicionals, i amb aquesta identificació de les lleis es poden constituir els continguts de la possibilitat i necessitat físiques (III.2.2.).

La opció que fa Sapire (IV.3.) és tractar la propensió zero com una qüestió matemàtica només amb sentit en experiments idealitzats; no ha d'equivaler a propensions infinitament petites, i ha d'implacar impossibilitat; és a dir, correspon al succés impossible o resultat nul, cap efecte, cap propensió, el conjunt sense propensions, sense efecte, les propensions zero no són propensions; la propensió zero és per a resultats que no es troben en l'espai de possibilitats. La propensió unitat ha d'equivaler -com en Popper- a la noció de necessitat causal, l'esdeveniment necessari, '1', u ; correspon al sencer espai de possibilitats. En el plantejament del comportament de la propensió com a tendència causal, la propensió no pot reduir-se a la probabilitat. El concepte primitiu és el causa indeterminista (propensió), que pot ésser inestructurada o estructurada (força estable, constant). Aquesta darrera es desdobla en no-probabilista i probabilista, essent un cas especial d'aquesta darrera la causa determinista o tradicional. Llevat d'aquest cas, on la propensió que constitueix la necessitat causal resulta indivisible, la propensió unitat i la necessitat causal són la mateixa cosa. (A diferència de Fetzer, on una mateixa tendència causal es desdobla en de força estadística o de força universal, i la necessitat física, que correspon al condicional de força universal, i la impossibilitat física no són equivalents a probabilitat 1 i probabilitat 0, respectivament; plantejament que no distingeix entre propensions infinitament petites i propensions zero).

La importància d'establir com a concepte previ al de la probabilitat el de la causació com a propensió (tendència causal) és que les lleis (deterministes i probabilistes) es troben fundades en l'estructura causal (indeterminista). D'aquesta manera és la interpretació propensional la que pot establir la distinció entre correlacions legals i meres correlacions accidentals; és la referència a una propensió (tendència causal) la que dóna legalitat (i no mera accidentalitat) a un enunciat probabilista. Perquè, com adverteix Milne, si, a l'inrevés, l'estructura causal del món es fonamenta en les lleis de la natura, les lleis probabilistes són lògicament prèvies a les tendències causals, llavors totes les

probabilitats són tendències causals, i no es poden distingir les accidentals. (Com hem indicat, aquesta diferenciació quedava negada en la interpretació freqüencial. La interpretació freqüencial, a més a més, oferia un model degeneratiu d'explicació i en últim terme es basa, sense afirmar-ho, en el determinisme ontològic, com mostrà Fetzer (II.3.). Per tant, no és només que la interpretació freqüencialista sigui vulnerable al subjectivisme, és que ella mateixa no és una interpretació realista de la probabilitat).

Bona part de les crítiques a la tesi propensional donen suport a una visió determinista de la situació justificant-se en la reflexió sobre els detalls esdevenimentals considerats com l'adequada 'realitat' a tenir en compte -fins i tot Salmon en oferir la seva "versió propensional" (VIII.2.2., avançada en III.1.1.)-, o simplement amb la pretensió de no fer cap compromís ontic assenyalen quins aspectes s'han d'autoritzar a tenir en compte en la construcció d'un model com si aquesta selecció no necessités justificació. La demanda crítica bàsica és que si la propensió causal té una dependència situacional (III.1.1.) es pot reemplaçar la propensió per la situació (VI.1.). Aquesta crítica comporta la relativització de les propensions mitjançant la distinció entre el tipus de preparatiu experimental, a on s'atribueix la probabilitat, i les classes de proves o assaigs, de les quals dependria la probabilitat. La interpretació propensional seria, llavors, més vulnerable d'ésser envaïda de subjectivisme (VI.4.) (que una interpretació freqüencialista realista) sobretot per la seva arbitrietat en no tenir cap recolzament per a poder oferir una regla realista per a la fixació de la freqüència (VI.1.2.). Si hi ha una distribució de condicions inicials que és la situació de fons responsable de la producció dels resultats i la seva proporció freqüencial, llavors la interpretació propensional no pot oferir fonament per a l'elecció de la distribució característica de les condicions inicials variables inespecificades en el tipus o preparatiu experimental. Sklar ha ressaltat aquest problema del criteri d'elecció de la distribució adequada (per exemple, si s'ha de mantenir uniforme) sobre trets legals al món, o problema del principi de govern de l'extensió de seqüències actuals a virtuals en extensions maximals de mons futurs legals (III.2.2./3./4.). Però, precisament, els comentaristes que han ressaltat la reductibilitat de la propensió a aquella distribució de variables ocultes també s'han adonat que l'explicació de la seva coincidència amb la distribució de resultats o freqüencial s'ha de trobar en, o bé que la distribució de condicions inicials inespecificades en el tipus experimental formen un col·lectiu estadístic, o bé que hi ha una coincidència casual (VI.2.). Popper criticà aquestes dues solucions de la perspectiva determinista, la primera resposta perquè necessita d'una teoria probabilista (és a dir, l'afirmació d'una situació indeterminista real o propensió), de la segona advertí que només té el suport de la creença en una harmonia preestablerta al món (VII.1.).

Bàsicament, la posició crítica a les propensions sosté el rebuig de la naturalesa disposicional (VI.1.), en realitat demanda l'existència d'una base no-disposicional per a les disposicions probabilístiques (VI.3.). Però l'avanç de la ciència no havia recolzat la tesi quineana (VIII.1.1.) abans que aquesta s'exposés, al contrari, l'explicació de propietats macroscòpiques (més aviat

disposicionals (V.2.4.), com l'expressada per la segona llei termodinàmica) mitjançant la microestructura (mecànica) havia dut a una conseqüència contrària, com és la introducció de nocions modals com enunciats probabilístics. Si la modalitat no correspon als continguts de la descripció científica de la realitat (sinó únicament a un "model de la realitat", com pretén van Fraassen (VI.4.)), no hi pot haver descripció de res que no sigui actualització, i mentre que a la predictibilitat (determinista) se la considera en correspondència amb la naturalesa de la realitat, en canvi, a la impredictibilitat (indeterminista) se li reclama el seu dret d'abastament ontològic (VII.2.).

La naturalesa de les objeccions contemplades en les crítiques a la interpretació propensional demana l'atenció a la rellevància causal de propietats manifestades tant en el cas singular com en els resultats freqüencials (Cap. VI). Tenint en compte això, com també la naturalesa disposicional bàsica en la interpretació propensional (Cap. III), la caracterització de Fetzer (V.1./1.1./1.2), o interpretació propensional exclusivament de cas singular (segons la qual s'ha de donar compte del sistema màximament especificat, el que suposa donar compte de les condicions que constitueixen la 'manifestació') no atén aquella essència 'no-manifestacional' de la interpretació propensional. Per tant, la naturalesa de la seva demanda, precisament, s'alinea amb les arrels filosòfiques (VIII.1.1., VIII.2.2.) que contribueixen a donar sosteniment al traçat bàsic de les crítiques. La ambigüitat entre propensió cas singular i propensió llarg termini de l'exposició propensional popperiana (III.2.3.) correspon a la mateixa problemàtica de la referència física situacional explotada pels crítics. La posició de Fetzer, com a solució a aquella ambigüitat, la podem entendre com a construïda per evitar a les propensions aquelles objeccions (com per a l'enteniment del propi concepte (III.2.1. i també III.4.)). No obstant això, la seva tesi restrictiva constitueix en primer lloc una lleugeresa, ja que és exposada sense cap atenció a raons, si més no de superfície (V.2.), que demanen com a mínim algun esment i una certa cura en la declaració restrictiva que fa Fetzer. Finalment, la raó de la seva afirmació constitueix un rebuig dels trets caracteritzacionals bàsics de la interpretació propensional.

L'adopció o rebuig de les propensions no pot resultar d'una anàlisi asèptica d'una situació que es pugui establir decisivament, sinó que al final només respon en veritat a preses de posicions filosòfiques sobre els ingredients de la constitució del món. Sobre quin tipus d'entitats admetem com a constituents del món, sobre la naturalesa de les lleis (VIII.1.2.) dins el món o l'interès pels esdeveniments (per exemple, VIII.1.2., VIII.2.1.), problemes d'identitat entre esdeveniments o propietats, la licitud de les classificacions, de les propietats més abstractes, sobre la substituïbilitat dels termes disposicionals per la descripció microfísica (VIII.1.1.), sobre la reductibilitat dels universals a termes purament experimentals (VIII.1.1.), sobre els trets característics de les teories científiques,... Alhora, l'examen de les objeccions crítiques (que contestem directament en VIII.1.2. en associació amb la crítica de Popper a l'exposició determinista de la situació (VII.1)) apunta que comporten posicions sobre altres problemes rere del primer pla de la discussió, que també confluirien en el mateix territori de complicitat que el freqüencialisme manté amb una imatge determinista de la realitat. Però

no fem esment d'aquesta confluència concepcional amb el propòsit de detallar la construcció filosòfica sistemàtica de tot un mateix grup d'idees oposades a les aglutinades en el feix de la concepció propensional. El nostre objectiu és posar de relleu que la tesi de Fetzer -presa com a centre de crítica sobre el qual giren les nostres afirmacions- no pot proposar-se sense participar de la mateixa naturalesa de les crítiques que en la seva recerca de les dificultats per a la postulació propensional defensen la mateixa afirmació que fa aquella tesi (la rellevància de les condicions deterministes de la situació cas singular). Encara que el propòsit de Fetzer, com hem indicat, fos evitar les crítiques i netejar el concepte propensional, la seva alienació amb la defensa de la situació determinista en els àmbits en qüestió no té justificació, almenys dins la teoria propensional, i llavors ha de fundar-se en el mateix tipus de raons que constitueixen la naturalesa de la crítica, la qual cosa comporta una composició filosòfica sobre els trets del món que comporta el rebuig directe dels trets filosòfics adients per a la caracterització de la imatge del món que necessita la teoria propensional per a poder-se proclamar. La posició de Fetzer es resolc, doncs, en un rebuig radical de la idea propensional sencera (Cap. VIII) que, d'altra banda, ell amb força importància ha contribuït a construir parcialment.

La base de la interpretació propensional vol dir la consideració de les possibilitats com a reals, però només una descripció que no registri l'específica determinació dels factors (variables) donats en cada realització (o manifestació) pot acceptar la situació com a indeterminista (VII.1.). En negar el dret a establir la situació indeterminista i demandar l'especificació d'aquells factors, sense raonar la legitimitat d'aquesta demanda, Fetzer ha atacat el cor de la raó d'ésser propensional.

És important insistir en una cosa que resulta manifesta en tot el que estem dient i que està dirigint la conducció de la nostra investigació. Encara que els problemes que conté la interpretació freqüencial puguin ésser exposats com els mateixos que al cap i a la fi té la teoria propensional (advertim de la diferència radical en VIII.2.2.), on potser tinguin la seva expressió temàtica pròpia, és bàsic advertir que els problemes expressats en la teoria freqüencial (que podem sintetitzar com la impossibilitat de proposar models d'explicacions estadístiques satisfactòries i d'identificar la genuïna legalitat probabilista) procedeixen de *l'assumpció, no expressada*, d'un determinisme ontològic (*contra* el qual tampoc no s'expressa, en una posició de pruija antimetafísica i de falsa presumpció de neutralitat ontològica). En canvi, la interpretació propensional, per la seva banda, té l'arrel filosòfica dels seus problemes en la crítica que es presenta *enfront de* la seva postulació propensional; és a dir, en l'externa afirmació (que és l'afirmació proposada en les crítiques, de vegades no explicitada, com si una mera eina d'anàlisi neutra pogués ésser decisiva) d'una base ontològica determinista, contra la qual la interpretació propensional consisteix en una oposada afirmació d'indeterminisme ontològic.

Els intents que hem assajat per oferir un aprofundiment en les respostes a les crítiques (*Capítols VII i VIII*) constitueixen una insistència en les seqüeles de la naturalesa disposicional (III.1.) irreductible (VIII.1.1) de les propensions; són constituents d'aquella naturalesa les propensions llarg

termini i l'obertura del sistema. També, certes necessitats d'aclariments bàsics duen al rebuig de l'exigència -proclamada pels crítics- de relativitzar la propensió donant compte de les característiques manifestacionals. Per exemple, la confusió entre propensió cas singular i llarg termini, envoltada de l'exigència de relativització i en lligam amb la qüestió de la identificació amb les freqüències, duia a un enteniment gairebé impossible del concepte propensional en les opinions confrontades de Eells i Milne (III.4.); sobretot, Eells entén propensions cas singular amb diferent magnitud, això anul·la la independència entre proves d'una seqüència a la que s'aplica el teorema de Bernoulli (II.1.2.).

La defensa de Popper de les seves propensions, com també la seva crítica a la visió determinista, es vol sostenir en la irrellevància explicativa de les condicions inicials manifestes productores dels resultats individuals i, per tant, és argument bàsic la irrellevància d'un tancament del sistema o màxima especificació com el proposat per Fetzer (Cap. VII.1.). En abordar l'enteniment del 'tipus experimental', on les manifestacions esdevenimentals no són rellevants, no hi ha cap altra solució que la defensa com escaient de l'ambigüitat mantinguda en l'exposició popperiana (VIII.2.2.), no és un mer defecte expositiu de Popper (VIII.1.3.). Com a conseqüència es manté la propensió de llarg termini per a sistemes deterministes. L'ambigüitat del concepte propensional des de l'exposició popperiana no pot eliminar-se sostraint la part propensional de llarg termini com pretén Fetzer i condemnar-la a l'estatus de 'freqüències que són resultat de la nostra ignorància'.

El problema de l'assignació del valor probabilístic al cas singular només resta en la mesura que també hi ha una ambigüitat radical en la mateixa noció de 'cas singular' defensada per Fetzer i pels crítics a la propensió (VIII.2.1.). Això significa que aquella ambigüitat del concepte propensional té el seu origen en la mateixa ambigüitat que podríem atribuir a la idea de 'cas singular', qüestió que suposaria una objecció a la crítica: tot cas singular també s'estableix definint què és rellevant, i si el tipus o preparatiu experimental no pot establir-se sense fer esment (encara que indirecte, sense especificar-les) de les característiques pròpies del cas singular que el descriuen exhaustivament, també la descripció tancada cas singular no pot deixar de contenir els trets indicats en el tipus encara que no elevades en la descripció de característiques comunes generadores, estructuralment significatives. Els crítics es trobarien amb una dificultat similar a la que atribueixen a la perspectiva propensional, no podrien fer una descripció de les característiques rellevants que continguin única i exclusivament trets corresponents a la manifestació, com quan per exemple es vol anteposar la rellevància de la prova davant el tipus (VI.1. que contestem per exemple en VIII.1.2.), i si han d'incloure els aspectes que poden conformar el tipus, llavors es que admeten fer-se càrrec de la realitat abastada en el tipus.

Llavors, la discussió és sobre la situació que resulta rellevant, on la consideració propensional del preparatiu o tipus és una reclamació del dret d'establir un enunciat legal que abasta un conjunt de fets (els casos individuals) gràcies a la necessària abstracció de trets manifestats particulars dels esdeveniments, perquè l'especificació d'aquests trets impediria construir l'enunciat general legal que assenyalava una estructuració física comuna a tots ells. Estructura que s'expressa amb

l'etiqueta de la propensió, una propietat disposicional que representa una selecció de trets comuns sobre tots els trets que es manifestaran, i que aleshores representa també l'abstracció de les manifestacions particulars; és d'aquesta manera que la propensió s'estableix com a causa principal que assenyalava la raó que la causa instrumental (on entren els trets esdevenimentals particulars de cada cas singular) sigui la causa del resultat (VIII.1.2.) -encara que aquella etiqueta presenti unes dificultats de nomenclatura que no es palesen en les disposicions deterministes (VIII.1.2.) i també certes dificultats expressives derivades tant de la manera de parlar de Popper com del seu caràcter accentuadament més relacional, situacional, abstracte (VIII.2.1.).

Dit això podem fer les següents declaracions. Hi ha una justificació cas singular per a l'assignació d'un mateix valor probabilista al cas singular sota el preparatiu experimental. És una justificació cas singular perquè el preparatiu experimental o condicions generadores sota les quals es descriu aquell cas donen compte d'una propensió llarg termini per a la producció de freqüències característiques en la repetició d'aquell preparatiu (la idea de repetició del cas singular comporta la idea de preparatiu), el valor de les quals convergirà amb el valor probabilista assignat al cas singular. Tot i així, per la mateixa naturalesa de la força involucrada, propensional, no determinista, -unes propensions que són "canviants propensions al canvi" (VIII.2.2., també III.2.1.)- no es garanteix que no es produeixin desviacions, que si constitueixen efectes reproduïbles (VII.3.) involucraran un canvi en el preparatiu experimental. En últim terme, la situació es pot descriure com a determinista en el cas singular, cosa que no té cap interès (com intentarem continuar mostrant en la tercera part, després de passar per la lletra pròpia d'aquesta problemàtica en la mecànica estadística). O sia, que la propensió (propietat física de força probabilista) és responsable, amb la "repetició" del cas singular (això vol dir que la propensió és descrita en el tipus d'experiment) de la freqüència col·lectiva i de la seva estabilitat (propensió llarg-termini). Que això és equivalent a la irrellevància informativa de les condicions precises (deterministes) particulars de (cada) cas singular per a donar compte de les freqüències, cosa que, afirmem, ens permet fer una afirmació on atribuïm aquella propensió a (¡cada!) cas singular, una probabilitat per a cada resultat possible en cada prova (aquella propensió llarg termini és també una propensió cas singular). Fem això alhora que òbviament hem reconegut que *hi ha* unes condicions precises (deterministes) particulars de (cada) cas singular (manifestat, cristal·litzat) per al resultat que s'*actualitza*. Per tant, la legitimitat de la probabilitat realista assignada es troba, com també hem dit, en la irrellevància del cas d'aquella darrera manera descrit, perquè la descripció d'*interès físic* és el tipus, és el cas integrat en un conjunt de casos. (Integració que es pot concebre com un mateix determinat sistema físic sencer localitzat (com seria, per exemple, el col·lectiu de molècules gasoses) o qualsevol realitat física sobre la qual tingui rellevància considerar enunciats). Aquesta idea de propensió comporta indissociablement -sense permetre una suspensió de la qüestió- l'esforç de concepció sobre l'estructura de la realitat, una concepció que per força il·lustrarà que no tota la informació sobre la

realitat opera en la construcció de realitat, que els "oblits", les irrellevàncies de situacions deterministes senceres o indeterminisme ontològic, no és un perfil antropomòrfic afegit al món des del volum de emmagatzematge d'una ment, sinó un tret constitutiu del món (com el determinisme comporta un programa on tot esdeveniment real es troba precontingut unívocament des de qualsevol punt inicial de la mateixa realitat); tret del món que, a grans traços, ens avisa del seu ordre i de la seva ignorància (tema que compondrà els assumptes de la tercera part).

Tot i que, a diferència del freqüencialisme, la interpretació propensional amb la seva arrel causativa des de les condicions generadores o situació física rellevant ofereix una mena de perspectiva més aviat "mecanicista" de producció dels resultats, en canvi, en últim terme, aquesta visió sembla que no queda immune a una perspectiva teleologista. A aquesta caracterització es pot arribar, per exemple, il·lustrant el problema (que afectava la falsabilitat de les hipòtesis probabilistes, i que Popper resolia en l'ús d'una 'regla metodològica' a favor de la reproductibilitat dels esdeveniments (VII.3.), i que la teoria propensional només evitaria provisionalment) dels successos-possibles-però-de-probabilitat-zero amb un suposat succés d'aquesta mena, amb caràcter més aviat únic, com és l'emergència de la vida, cosa que apunta a possibilitats que 'funcionen' o tendències guiades preferencialment des del futur o des del conjunt. Però això no significaria res més que trobar-se enfront d'una oposada concepció alternativa determinista que tampoc no pot evitar -segons l'argument de Popper- remetre's, al cap i a la fi, a una organització predestinada del món (VIII.2.2.). També, la visió propensional proporciona que aquest teleologisme es trobi connectat amb les condicions generadores bàsiques, la qual cosa no es constitueix en la *teoria* freqüencial.

Pel que fa a aquella provisionalitat d'una hipòtesi propensional, no representa un greu dèficit en qüestions últimes de fonaments per a la projecció del caràcter universal dels enunciats legals, perquè en la filosofia popperiana només hi hauria una justificació preferencial provisional de les teories (incloses les deterministes). En aquest sentit, el caràcter conjectural del nostre coneixement correspon a un món no subjecte definitivament a la immutabilitat estructural i on fins i tot les lleis poden canviar (II.2.1., VII.3., VIII.2.2.). Cosa que no impedeix una fonamentació racional de les conjectures, l'existència d'un mètode de corroboració (per arguments negatius segons Popper), l'èxit de les teories, el progrés en ciència i l'aproximació a la veritat (III.2.1.). Com havíem dit damunt, la permanent fal·libilitat del coneixement humà cristal·litzat s'explica ontològicament, en correspondència amb un món en propensió, que és un món ignorant (idea que intentarem representar en la part tercera).

Part segona

Capítol Novè.- Irreversibilitat i direcció temporal

IX.1.- Reversibilitat en les lleis de la física

La segona llei de la termodinàmica (vid. Apèndix 2) mostra una conducta irreversible pertanyent als processos macroscòpics. La mescla d'un litre d'aigua freda i un altre de calenta condueix a l'obtenció d'aigua temperada; en general, la conducció de calor condueix a l'equilibri de les temperatures, el cos més calent sempre es refreda i s'escalfa el més fred. Aquest augment entròpic és un procés irreversible, ja que l'aigua temperada no es desfà en les seves parts inicials, freda i calenta. Els canvis en aquest nivell macroscòpic sempre són irreversibles. Per exemple, en un procés macroscòpic com és la mesura de la temperatura per un termòmetre, la calor flueix entre aquest aparell i els seus voltants fins que s'igualen les temperatures d'aquest dispositiu mesurador amb la de l'aire. Per a aquell principi termodinàmic és essencial la premissa de l'existència de processos que de cap manera no poden anar enrere, i el mateix principi prescriu aquesta direcció.

El caràcter reversible o irreversible d'un procés sembla dependre exclusivament d'alguna propietat que distingeix naturalment els estats, inicial i posterior, que descriuen l'evolució. Aquesta distinció consisteix en una major "preferència" o "predilecció", i això també assenyala una direcció "preferida" per l'estat final o posterior en la seva relació amb l'inicial. Com que en els processos reversibles no hi ha aquesta distinció natural entre els estats, l'evolució no té cap direcció "preferida" i pot ésser en ambdues direccions. Es pot dir que els processos reversibles constitueixen un cas extrem¹. L'ocurrència en direcció unilateral és una característica inherent a tots els processos tèrmics i químics. Tenim com a exemples de processos irreversibles que mostren una "predilecció" o

conducció cap a un determinat estat o "meta", la conducció de la calor, la conducció elèctrica, l'emissió de llum i de radiació tèrmica, les reaccions químiques transcorregudes amb apreciable velocitat; la difusió, on la barreja de substàncies mai camina vers una separació sinó cap a la confusió o uniformitat perfecta de la mescla; el fregament, on la velocitat relativa sempre disminueix i condueix cap a la immobilitat relativa. En principi, l'afirmació de la reversibilitat dels successos físics no té a veure de manera fonamental amb les dades especials en les quals pot tenir lloc la realització de la reversió del fenomen, sinó, diguem-ne, amb l'estructura de la llei, perquè el signe del temps no juga cap mena de paper en les equacions. En general, mitjançant una típica llei de tipus mecànic², des del coneixement de les condicions o estat d'un sistema en un instant qualsevol es pot calcular qualsevol estat posterior així com anterior, i amb la inversió de qualsevol instant temporal la llei es manté invariant: "En la mesura que la força determina el canvi de trajectòria en una derivada segona respecte al temps, la llei de Newton és reversible en relació al temps, ja que és invariant pel que fa a la inversió futur/passat ($t \rightarrow -t$)."³

Es pot utilitzar l'expressió *lleis simètriques en el temps*, en el sentit que tots els instants del temps són equivalents quant a la descripció dels seus respectius estats del sistema; la llei no manifesta una discriminació entre passat i futur. La teoria és *invariant temporalment* o mostra invariància temporal quan la substitució de t per $-t$ en les equacions de la teoria no altera les seves prediccions.⁴ Una part dels filòsofs suposen que 'teories' vol dir 'lleis de la natura' i llavors les lleis són invariants temporalment, la coordenada t té dues direccions completament equivalents; això presenta la noció de irreversibilitat com a estranya a la ciència física.⁵ La invariància temporal d'una teoria és una condició necessària per a la reversió del procés que descriu, el procés ocorre amb certa reversió, llavors la descripció teòrica presenta invariància temporal; però no n'és suficient, el procés descrit pot ésser o pot no ésser en condicions per a l'aparició de la reversibilitat.⁶

Al contrari, es parla també de fletxa del temps. Planck⁷ dividí les lleis físiques en dos grans grups. En un grup les lleis s'apliquen a processos que es poden invertir en el seu signe temporal sense establir un desacord amb els postulats de la llei. En el segon grup el signe del temps és essencial, de manera que la seva inversió afecta la validesa de la llei, i es diu aleshores que els fenòmens involucrats són irreversibles, tenen una direcció única.

Nosaltres tenim intuïcions fonamentals d'una asimetricitat transportada per la naturalesa mateixa del temps, hi ha fletxes del temps. Per exemple, en la radical asimetricitat temporal que presenten els assumptes humans, com la distinció d'un passat actualitzat en els records, però no podem recordar el futur. En efecte, la memòria constitueix un registre molt especial d'esdeveniments passats. És impossible, altrament, tenir similar accés epistèmic del futur. En la conservació d'empremtes físiques del passat, però que mai no són registres del futur⁸, i que, per tant, indica una asimetria metodològica en la qual podem saber quins esdeveniments s'han produït i quins esdeveniments ocorraran. La connexió o correlació inferencial des del present cap el passat i cap al futur es diferent

en tots dos casos, atès que no hi ha registre d'un esdeveniment futur en el present, mentre que un esdeveniment present es registre d'un esdeveniment passat original amb el qual es troba en una relació causal d'un tipus especialment diferent no posseïda en la relació inferencial d'un esdeveniment present a un de futur, i això malgrat que es pugui intentar, també, l'argument contrari, és a dir: utilitzar la relació causal per a la reducció de la direcció temporal⁹. Una asimetria epistèmica massa crucial per al fonament de les nostres nocions intuïtives de la distinció radical dels sentits de la direcció del temps és la mateixa relació de causalitat entre esdeveniments que s'estableix sempre des d'una influència passada cap el futur i no a l'inrevés. Les teories invariants temporalment no poden descriure els processos irreversibles del món,¹⁰ però la reversibilitat roman com una idealització útil per als propòsits de la teoria.¹¹

Malgrat que veiem, per tant, que les distincions temporals estan inscrites no solament en els fets subjectius o mentals, sinó també en el món físic més "natural", nogensmenys, els aspectes legals fonamentals de la ciència física -excepte en una llei com la segona de la termodinàmica- són per si mateixos indiferents en la seva expressió a la direccionalitat del temps, és com si els processos no coneguessin "principi ni acabament, sinó que existeixen en un etern amunt i avall."¹² En *Messenger Lectures* R. Feynman afirma¹³ que en les lleis de la física no sembla existir cap mena d'indicació de cap distinció entre el passat i el futur. N'esmenta la reversibilitat temporal de la llei de la gravetat, de les lleis de l'electricitat i el magnetisme, i de les lleis de les reaccions nuclears. Planck¹⁴ recorda com a característica general dels processos reversibles la seva inclusió en una llei dinàmica única com és el principi de l'acció mínima, el qual comprèn el principi de manteniment de l'energia que fonamenta la irrellevància del temps per a l'evolució d'un procés.

Es diu que, teòricament, cadascuna de les col·lisions moleculars en un sistema mecànic (si no pateix pertorbacions externes) és enterament reversible d'acord amb les lleis que regeixen aquestes col·lisions; si s'inverteix el sentit de les velocitats, les molècules tornarien cap enrere i col·lidirien en ordre invers. (La seva tornada cap enrere en l'ordre invers a com s'havia produït quedaria impossibilitada si el sistema mostrés una sensibilitat a les condicions inicials per l'acció de pertorbacions). En general es tracta de processos periòdics, o simplement reversibles en la seva totalitat, gràcies a un procediment adequat, sense que aquest procediment d'inversió faci cap mena d'alteració natural. Es té com a exemples de processos reversibles esmentats per Planck¹⁵ els fenòmens de gravitació, com la caiguda lliure en el buit (on tant un cos en caiguda lliure de tot fregament que accelera la seva velocitat i es veu frenat, encara que no tingui cap impediment, quan s'enlaira i també com si pot aprofitar la velocitat assolida fins pujar a l'alçada inicial) el moviment dels planetes, perquè legalment un planeta es pot moure en qualsevol direcció a l'entorn del Sol; també el moviment no esmorteït del pèndol, el qual, sota les mateixes condicions, oscil·la tant a dreta com a esquerra; les oscil·lacions mecàniques i elèctriques no esmorteïdes, la propagació de les ones lluminoses i acústiques sense absorció i difracció,... La mecànica newtoniana ha proporcionat el grup principal de

lleis en el desenvolupament de la física, i en la mecànica tots els processos poden transcórrer en la direcció oposada, com també és el cas dels fenòmens purament electrodinàmics. És aquesta mecànica la que subministra la descripció del món microscòpic; la mateixa descripció que és la base de la M.E. clàssica. Per tant aquell món està regit per «lleis reversibles»: "creiem que la majoria dels fenòmens naturals comuns, que són el resultat de moviments atòmics, compleixen lleis que són completament reversibles". La fletxa temporal tampoc no sembla tenir presència a la mecànica relativista.

En el seu temps, M. Planck¹⁶ afirmà que la desintegració atòmica de substàncies radioactives és un procés irreversible. Però el sentit temporal tampoc no sembla fonamental a la quàntica, on l'equació de Schrödinger es reversible pel que es refereix al temps, com admet Popper, qui, tot i així, assenyala que la propensió a la desintegració dels nuclis radioactius és exemple de la determinació d'una direcció o fletxa del temps per part de les propensions, mostra que "les propensions poden ésser irreversibles". Tot seguit, però, ell admet l'existència d'algunes propensions reversibles pel que respecta al temps com -a més de l'esmentada damunt- la propensió en un àtom a una evolució d'un estat e_1 a un altre estat e_2 mitjançant l'absorció d'un fotó, la qual cosa es pot invertir amb la propensió a evolucionar de e_2 a e_1 mitjançant l'emissió d'un fotó¹⁷:

"Considerem, per exemple, l'emissió d'un fotó per un àtom en un estat excitat. Si la direcció del fotó fos revertida, llavors el fotó seria reabsorbit, deixant l'àtom en el seu estat excitat original. Es veritat que alguns processos quàntics són més fàcils de revertir que uns altres. No es pot fer al laboratori la reversió de la caiguda d'un neutró lliure (el qual es desintegra espontàniament en tres partícules: un protó, un electró, i un antineutró). No obstant això, el procés revertit no viola les lleis de la física quàntica. Fins i tot hi ha condicions físiques -aquelles que predominen al començament de l'Univers, per exemple- sota les quals els processos directes i els revertits ocorren en proporcions comparables."¹⁸

1. La interpretació cinètica de la segona llei

Així, en la recerca d'una completa derivació purament micromecànica de la conducta irreversible descrita pel fet fonamental de la termodinàmica, la segona llei, es fa expressió d'aquella derivació mitjançant l'equació cinètica de Boltzmann que descriu l'estructura en el temps, la raó del canvi, de la funció de distribució de l'energia. Aquesta equació en utilitzar-se en combinació amb la funció de distribució de velocitats en l'equilibri de Maxwell-Boltzmann dóna que aquesta distribució estàndard de l'equilibri és l'única solució estacionària d'aquella equació, segons es mostra amb el teorema *H*.

Diverses assumpcions bàsiques han anat intervenint en la construcció de la interpretació cinètica. El sistema és un sistema mecànic constituït per nombroses molècules que es troben en moviment constant i molt ràpid, durant la major part del temps en línia recta amb velocitat uniforme, les molècules interaccionen amb xocs, de naturalesa elàstica, entre elles i amb les parets del contenidor. Com a resultat d'aquestes col·lisions les molècules adquireixen moltes diferents velocitats i posicions, i.e., pateixen canvis dels seus estats de moviment. Un principi de conservació de l'energia iguala la suma de les energies cinètiques abans i després de la col·lisió de dues molècules. La

quantificació de l'equilibri com una funció de la temperatura requerirà, a més de les propietats mecàniques dels xocs puntuals elàstics moleculars, d'alguna assumptió sobre la freqüència relativa de les velocitats moleculars. En la teoria cinètica o formulació primària intervenen assumpcions sobre freqüències iguals dels moviments i configuracions de les molècules.

En la formulació de l'equació cinètica, com també en la construcció del teorema H , intervenen supòsits, com que no es necessita considerar col·lisions de tres i més partícules. O el Postulat sobre els Nombres de Col·lisions (*Stosszahlansatz*), un enunciat sobre el nombre de col·lisions durant un interval temporal entre dos grups de molècules, PNC, que és aplicat al teorema H en cada interval temporal sense excepció: la completa aleatorietat de les col·lisions, no hi ha correlació entre molècules de velocitats donades. Aquesta *Stosszahlansatz* es basa en un enunciat d'equiprobabilitat (que alguns anomenen com ‘hipòtesi del caos molecular’) com és el supòsit que al llarg de l'espai accessible al gas hi ha un mateix nombre de molècules per unitat de volum. Així, encara que en un sistema aïllat al llarg del temps de les col·lisions intermoleculars generalment es crearan correlacions entre les partícules, en canvi, i malgrat aquesta certa pèrdua d'aleatorietat, en la derivació de l'equació cinètica, que descriu l'evolució del sistema, governada per la dinàmica determinista, es fa necessària l'assumpció sobre la distribució molecular aleatòria en algun temps inicial i que *en cada instant* es refà aquesta distribució molecular aleatòria de posicions i velocitats, de manera que l'evolució del sistema “oblida” la seva història passada de col·lisions productores de correlacions.

Malgrat que aquells xocs entre un gran nombre de molècules constitueixen processos determinats per interaccions completament impredecibles, nosaltres podem observar determinades lleis de comportament del gas perquè els estats moleculars, com la majoria dels esdeveniments “aleatoris”, ocorren en les mateixes proporcions, de la qual cosa es deriva una constància dels valors mitjans. Al terme d'un llarg temps és igualment probable cada direcció per a la velocitat d'una molècula. Hi haurà un nombre de molècules en cada rang de velocitat (o d'energia) en cada temps, i una funció de distribució $f(x, t)$ determina completament la distribució de velocitat, i.e., determina l'estat del gas en el temps t . Per tant, aquesta funció de distribució dóna, dins el nombre total de molècules, el nombre de molècules els estats de les quals es troben en uns límits establerts, és a dir, que determina les probabilitats dels estats que les molècules tindran durant un temps (molt llarg) -o la probabilitat dels diversos estats que tindrà cada molècula en aquell temps.

Les col·lisions fan canviar aquella funció f en el curs del temps. Com a resultat d'aquells canvis, durant un petit interval temporal es derivarà una equació diferencial parcial per a ésser satisfeta per f , que determina la variació en la funció. Es tracta de considerar les col·lisions durant el temps en qüestió, on s'obtidran molts diferents valors possibles de l'energia cinètica segons la naturalesa de la col·lisió.

Llavors, sota la idea que un gas en una temperatura donada presentaria una distribució de velocitats, on hi hauria una petita dispersió respecte al valor més freqüent, Maxwell -potser guiat per la llei

gaussiana dels errors- postulà la llei per a la distribució de les velocitats. En el curs d'un temps molt llarg el sistema necessàriament arribarà a assolir la distribució de velocitats entre les molècules corresponent a l'anomenada distribució Maxwell.¹⁹ Les molècules amb diferents energies cinètiques són barrejades uniformement les unes amb les altres; això vol dir una equivalència preferencial per als valors o d'una distribució uniforme. En l'expressió coneguda com a llei de distribució Maxwell-Boltzmann, on la distribució encara romandria estacionària respecte a les col·lisions, Boltzmann generalitzà per a gasos poliatòmics l'expressió trobada per Maxwell per al cas del gas monoatòmic, en repòs i equilibri tèrmic en l'absència de forces externes, on les col·lisions no afectaven la invariança de la distribució de velocitats. Boltzmann arriba a aquest resultat primer suposant que la distribució inicial del gas també és uniforme; tot seguit la prova es generalitza a qualsevol arbitrària distribució inicial de l'energia cinètica. Aquesta distribució de velocitat és l'única que té aquella propietat; que una vegada l'estat del sistema l'assoleix, les ulteriors col·lisions no exerceixen canvi sobre ella. L'objectiu era construir una cadena de derivacions on tindria lloc aquesta llei de distribució, per tant Boltzmann elaboraria un teorema H , que tindrà com un dels seus corolaris que la distribució M-B és l'única distribució estacionària

Llavors, la interpretació microscòpica de la segona llei termodinàmica, o prova de la necessària evolució, sota col·lisions, en el transcurs del temps d'una qualsevol distribució no-maxwelliana fins assolir monòtonament la distribució maxwelliana d'estat moleculars, és el teorema H que queda com l'expressió dels especials processos irreversibles (com la conducció de calor o la fricció interna). El teorema mostra que amb l'increment del temps, la quantitat H (una funció one valued de la distribució d'estat de l'estat instantani, i que té signe contrari a l'entropia) pateix un decreixement monòton a causa de les col·lisions. Mostra l'apropament i estada definitiva de l'estat del sistema en la distribució maxwelliana, la qual és descrita per un valor final de f , al qual correspon el valor mínim d'una quantitat H (definida en termes de f) que només pot decreïxer (o en un cas límit la seva estada constant, però mai el seu increment); és a dir, representa la interpretació cinètica de l'augment entròpic enunciat per la segona llei termodinàmica.

2.La paradoxa mecànica de la irreversibilitat. L'objecció de la reversibilitat.

En íntima relació amb la pretensió de la unitat de la imatge física del món, la contradicció entre els processos reversibles i els irreversibles és pot considerar d'una profunditat com potser n'hi hagi poques dins el conjunt dels fenòmens físics, perquè per a les lleis dinàmiques es presenta gairebé inaccessible l'aclariment de la irreversibilitat a les lleis sobre certs fenòmens:

"..el contrast entre processos reversibles i processos irreversibles és molt més profund que aquell que existeix, posem per cas, entre els processos mecànics i els elèctrics, i que, com a conseqüència lògica, aquesta diferència ha de tenir prioritat entre tots els fenòmens físics com a motiu de divisió, i en la imatge física del món futur hauria d'ésser-li assignat el paper principal."²⁰

Com acabem de dir, en la situació atòmica existeix la reversibilitat temporal del moviment de les molècules. La M.E.c. descriu sistemes fent ús de mitjanes estadístiques d'aquells moviments presos en grans quantitats. Aquesta mecànica dels sistemes moleculars presos en els seus efectes (estadístics) observables descriu aquests sistemes en evolució irreversible vers un estat d'equilibri. Sorgeix aleshores la paradoxa de la irreversibilitat, ja que la irreversibilitat dels fenòmens termodinàmics, que la calor sempre s'observi com un flux des dels cossos calents cap als freds, és una noció que apareix com si fos derivada d'un estudi *probabilístic* amb sistemes mecànics que són reversibles, on la irreversibilitat no existeix, no apareix descrita de cap mode. Les col·lisions elàstiques de les molècules, com a mecanisme que explica els fenòmens termodinàmics irreversibles, resulta que tenen llicència per a poder-se revertir.

"Les equacions fonamentals de la mecànica no canvien la seva forma si canviem simplement el signe algebraic de la variable temps. Així doncs, tot procés purament mecànic pot desenvolupar-se tant en un sentit com en un altre, és a dir, tant si el temps creix com si disminueix. Però en la vida quotidiana ja observem que el passat i el futur no es corresponen tant perfectament com les direccions esquerra i dreta, sinó que, al contrari, són clarament diferents. Això s'especifica amb precisió en l'anomenat segon principi de la termodinàmica. Afirma que es pot sempre indicar la direcció del canvi de qualsevol sistema de cossos arbitrari que es deixi evolucionar per si mateix i que no estigui sotmès a la influència d'altres cossos. Es pot sempre especificar una determinada funció d'estat de tots els cossos anomenada entropia que funciona de manera que qualsevol canvi d'estat només pot ocórrer si produeix un increment d'aquella funció, de tal manera que augmenti sempre que s'incrementi el temps."²¹

La paradoxa de la irreversibilitat és el conflicte pendent de reconciliació entre la macroirreversibilitat i la microreversibilitat. S'entén per irreversibilitat dels macroprocessos que hi ha certes macrolleis, formulades en termes d'observables macroscòpics, les quals no són reversibles. La termodinàmica per si sola és cega a la paradoxa, és la M. E., en vincular un nivell macroscòpic amb els seus microconstituents -on la definició d'estat macroscòpic es relaciona amb la noció de microstat²²-, la que fa sorgir el conflicte en trobar-se que la irreversibilitat de les macrolleis no s'associa amb una irreversibilitat a les microlleis, sinó que aquestes darreres són reversibles. Aquí és útil fer una precisió, perquè abans dèiem que en els sistemes mecànics la irreversibilitat no existia, que no hi apareixia descrita, però aquesta no era una afirmació correcta, en canvi és més encertat situar la qüestió que no hi ha una irreversibilitat de les lleis fonamentals de la física des de la qual es pugui fer procedir l'aparent irreversibilitat de la natura. Les lleis del micronivell *permeten* la reversibilitat dels seus processos, això no vol dir que el microprocés no pugui tenir una conducta irreversible. En canvi, la 'irreversibilitat macroscòpica' és una expressió definitiva, el significat de la qual resideix precisament en assenyalar que *no és possible* la reversió. Que no hi ha una reversibilitat macroscòpica és justament el que vol dir 'irreversibilitat macroscòpica', encara que molts exemples que il·lustren la reversió *impossible* d'un macroprocés poguessin dur a confusió. És necessari insistir en això que pogués semblar obvi, perquè en el micronivell, on les lleis són reversibles, sí que podem observar processos irreversibles. El problema és que la irreversibilitat de les macrolleis no implica la

irreversibilitat de les microlleis, la qual cosa apunta a una dissociació entre dos nivells de lleis que es pretenen associades -les microlleis expliquen les macrolleis-, i això aixeca un conflicte, ja que la possibilitat de reversió del microstat no aconsegueix evitar que l'estat macroscòpic no es pugui revertir. Convé llavors una sortida en afirmar que les microlleis pertanyen al rerefons del coneixement científic, la mecànica clàssica, i, per tant, no hi escau pensar que siguin falses, així que aquelles macrolleis no són vertaderes lleis. Això vingué a ésser la conclusió a la que arribà Boltzmann quan es trobà en la necessitat que el flux unidireccional de calor, que manifesta una dependència de la direcció del temps, fos reconciliat amb les lleis de la mecànica, que no tenen aquesta dependència.

Però abans d'arribar a una conclusió d'aquella mena, Boltzmann féu el seu primer intent per reconciliar la seva interpretació cinètica i probabilista de la segona llei termodinàmica, és a dir la descripció dinàmica i estadística de l'evolució del sistema vers l'equilibri, amb aquest aspecte irreversible de l'evolució. Llavors hagué d'afrontar l'*Objecció de la Reversibilitat* (o objecció de Loschmidt), un teorema que resulta en un objecció a la possibilitat d'una prova purament mecànica de la segona llei. Segons aquest teorema, tenint en compte que l'evolució del sistema es troba governada per les lleis dinàmiques subjacents, si un estat dinàmic inicial, e_1 , ha evolucionat cap a un estat posterior, e_2 , sota increment d'entropies, $S(e_2) > S(e_1)$, també hi deu haver una evolució sota inversió de les velocitats, de manera que l'objecció afirma que a tot estat inicial li correspon altre estat inicial que determina l'evolució inversa a aquella evolució boltzmanniana o termodinàmica que condueix a l'equilibri. O sigui, també hi deu haver una evolució des d'aquell estat posterior, e_2' , cap a l'altre estat inicial, e_1' -on $S(e_2') = S(e_2)$ i $S(e_1') = S(e_1)$ - $S(e_2') > S(e_1')$, i per tant on l'evolució és amb disminució entròpica. Llavors hi ha una possible evolució inversa per a tota evolució des d'una condició de desequilibri vers l'equilibri. Segons això les evolucions en ambdues direccions, les termodinàmiques i les antitermodinàmiques, haurien de tenir la mateixa probabilitat, i aleshores l'ús de les probabilitats que fa Boltzmann no explica la asimetricitat temporal inscrita en la llei de la termodinàmica.

IX.2.- Desenvolupaments estadístics de la interpretació cinètica

L'*objecció de la reversibilitat* (que invalida el decreixement monòton de la quantitat H des d'una distribució de no-equilibri segons l'evolució de la funció de distribució regida per l'equació cinètica) en primer lloc havia dut (a) Boltzmann a fer una lectura probabilista i estadística subjacent a la seva equació cinètica i al teorema H que descriuen l'evolució del sistema. El Teorema H es reinterpretarà sota l'afirmació que l'estat següent d'un sistema sempre serà un estat *més probable*. Per si mateix, el sistema no es dirigirà cap a un estat igualment probable o menys probable. Sota aquesta afirmació quasi-tautològica de la tendència evolutiva vers estats més probables, on, donat un temps, és molt més probable que un sistema es trobi en un estat probable que en un d'improbable, el Teorema H , ara, es pot llegir com la descripció de l'evolució del sistema des dels estats menys probables als estats

que tenen més probabilitat, aquesta és l'evolució aclaparadorament probable del sistema. Això suposarà una transició des d'una forma "determinista" del teorema H , on la funció H presenta una tendència inexorable cap a l'assoliment de la seva minimització, a la seva forma més aviat "indeterminista", on es permetrà la possibilitat d'excepcions al Teorema H i llavors afrontar la paradoxa de la reversibilitat.

Llavors s'afirma l'*equiprobabilitat dels microstats individuals* (permutacions), però també la noció de *probabilitat d'una distribució*²³ permesa pels nombres relatius a les diferents *distribucions d'estat* (o col·leccions de microstats).²⁴ En aquesta darrera noció ja no es tracta d'una igual probabilitat, en canvi, es basa en l'afirmació estadística que, triant aleatòriament les condicions inicials, hi ha enormement més microstats corresponents a les condicions macroscòpiques de l'equilibri que de no-equilibri del sistema.

Les distribucions d'estat (o agrupaments de microstats) per tant, tenen diferent probabilitat segons el nombre diferent de microstats que els corresponguin, tenint major probabilitat els estats amb major nombre de permutacions. Hi ha un nombre molt més gran de permutacions corresponents a l'estat macroscòpic de l'equilibri del sistema que a les condicions macroscòpiques de no-equilibri. La distribució de l'equilibri expressada per la *lleï maxwelliana* és la corresponent al perfil estadístic, o distribució molecular en les subdivisions del moment, que conté el màxim nombre de permutacions, i, per tant, segons aquesta afirmació estadística, aquests microstats són els que tenen *més alta probabilitat*. Això ja deixa veure que la compartimentació de l'espai fase mitjançant la idea de celda o caixa fase és el procediment instrumentat per Boltzmann per distingir quantitats *coarse-grained*²⁵ irreversibles que permetin contrarrestar l'objecció de la reversibilitat.

Aquesta manera combinatòria de comptar els microstats comporta una *definició d'entropia*²⁶ vinculada a la probabilitat de les distribucions de microstats pel seu nombre. Altres assumpcions probabilistes fetes en aquesta revisió estadística de la irreversibilitat són que el PNC ofereix només el nombre més probable de col·lisions i el teorema H només el valor més probable en el canvi de H ; el nombre real de col·lisions (i el canvi real en H) fluctua al voltant del seu valor més probable.

Tot això permet proposar la situació del sistema sota estudi, sempre aïllat, que al llarg del temps es troba *quasi-tot* el temps en o a prop de l'equilibri. Però, ara, aquest comportament asimètric és compatible amb una representació simètrica de l'evolució del sistema en el temps, tal com planteja l'objecció de la reversibilitat. En efecte, es troben permeses les transicions antitermodinàmiques o fluctuacions de l'equilibri, on el sistema fa una evolució inversa, amb *igual probabilitat* que les termodinàmiques, però els intervals temporals passats pel sistema en aquestes desviacions del camí vers/en l'equilibri seran molt més petits *-molt menys probables-* que les evolucions monòtonament creixents cap a l'estat d'equilibri, i quan més gran sigui el tipus de fluctuació menys freqüència tindrà la seva realització, és a dir, més decreix la probabilitat amb l'extensió de la desviació.

Sense fer servir el llenguatge sobre *mitjanes temporals*, i encara que totes les complexions són igualment probables, es pot dir que atès que hi ha un nombre molt més gran d'estats de combinació

de les partícules pertanyents a les condicions de la distribució maxwelliana, *quasi-tot* estat en una condició de desequilibri evolucionarà cap a estats més a prop de l'equilibri. Hi ha una probabilitat que H creixi en lloc de disminuir, però "sempre" és *extremadament més alta la probabilitat que H minvi fins apropar-se al seu valor mínim.*

La lectura desenvolupada, palesament estadística, intenta resoldre la situació creada per les objeccions al teorema H , que mostraven que "el lliure moviment del gas model no pot obeir sempre la *Stosszahlansatz*".²⁷ El nou punt de vista estadístic buscarà donar als resultats de la descripció evolutiva feta pel Teorema H derivat de l'equació cinètica consistència amb una objecció com la de la recurrència (vegeu següent apartat). Així, en lloc de considerar l'evolució dels microconstituents d'un sistema, una mirada es focalitza en la hipotètica evolució dinàmica d'una *gran col·lecció de sistemes*²⁸ des d'una distribució de probabilitats inicial sobre els possibles microstats de sistemes compatibles amb la condició de no-equilibri original del sistema en el temps inicial. Un procediment representatiu ja introduït per Boltzmann, també per Maxwell, i que permetria calcular mitjanes temporals²⁹. Així, la suposada observació continuada durant intervals temporals posteriors del comportament d'aquest conjunt d'un nombre infinit d'idèntiques mostres del gas model en qüestió permetria fer afirmacions sobre microstats en relació al nombre de sistemes que els posseeixen. Aquest continu examen, durant un llarg temps, del valor entròpic dels microstats corresponents als sistemes, té per objecte establir el microstat tingut per la majoria de sistemes de la col·lecció. Perquè si hi ha un estat posseït per la majoria de sistemes d'aquest conjunt, llavors s'afirma que constitueix el microstat més probable. Aquests estats més probables conformen el comportament dominant de l'evolució de la col·lecció mitjançant una *corba de concentració* que aplega les corbes dels valors dels microstats dinàmics individuals en la seva particular trajectòria. D'aquesta manera la corba recorre el seu valor entròpic i mostrarà el seu apropament monòton cap a un valor entròpic màxim corresponent al valor de l'equilibri. Això permet afirmar que en qualsevol instant donat *quasi-tots* els sistemes es trobaran prop de l'equilibri. Per tant, *aquesta corba obeirà l'equació evolució de Boltzmann i serà idèntica a la corba del Teorema H* , i la corba decreix monòtonament si es presa en els valors H , llavors *l'equació evolució queda interpretada a la llum del resultat de la corba de concentració*. En la teoria de l'equilibri s'entén que les quantitats o valors d'equilibri són mitjanes de quantitats sobre tots els microstats possibles (inclosos els menys probables); això significa la caracterització de la condició estable d'equilibri del sistema per paràmetres estadístics o mitjanes-fase identificats amb els observables macroscòpics com la pressió.

Aquesta interpretació és consistent amb les conseqüències de la recurrència (que es veurà a l'apartat següent). Perquè la corba de concentració recull que els sistemes s'apartin de l'equilibri en algun moment (això recull la recurrència: se admet que els sistemes regressaran al no-equilibri). En diferents moments, per als diferents sistemes es produeixen desviacions de la tendència general cap al valor de l'equilibri, i aquestes conductes fluctuants són assolides per *quasi-tots* els sistemes

individuals. Així, l'equació cinètica de Boltzmann cap a l'equilibri es mantinguda juntament amb el resultat del *Teorema de Recurrència*, perquè en el llarg termini i per a qualsevol instant de temps, la corba de concentració expressa que quasi-tots els sistemes es trobaran a prop de l'equilibri, la qual cosa s'afirma amb l'equació boltzmanniana.

Havíem dit que la descripció cinètica boltzmanniana de l'evolució vers l'equilibri contenia un aspecte "determinista". En un *temps prou llarg*, l'aproximació a la forma maxwelliana és sempre necessària per a qualsevol distribució inicial de l'energia cinètica: no hi ha excepcions al Teorema *H*. Sota aquesta forma determinista no són possibles les distribucions inicials que no convergeixen en la distribució maxwelliana. La concepció que Boltzmann té de la ciència no permet altre ús de la probabilitat que no sigui subsidiari de la seva expressió en termes de freqüències estables. Quan es parla d'un sistema en condició de no-equilibri, les col·lisions moleculars vers l'equilibri tenen una major freqüència estadística que les col·lisions que fan evolucionar la funció de distribució de les velocitats lluny de l'equilibri. L'*Objecció de la Reversibilitat* provoca una lectura més estadística encara, que afebleix l'aspecte "determinista" descrit per l'evolució de la funció *H*, i que admet la possibilitat d'excepcions a aquest Teorema *H*. Sempre aquestes reinterpretacions són considerades en l'obligada correspondència de les probabilitats amb les regularitats estadístiques de fenòmens a gran escala, fenòmens que tenen una subjacent determinació mecànica. El desenvolupament estadístic conclouria que el teorema *H* només dóna *el valor més probable* del canvi en *H*, *i.e.*, la *Stosszahlansatz* dóna només el valor més probable del nombre de col·lisions, i que el canvi actual en *H* (o el nombre actual de col·lisions) fluctua respecte al valor més probable, amb la possibilitat d'assumir altres valors amb una probabilitat petita però no-zero.³⁰

IX.3.- L'objecció de la recurrència i l'intent de la seva solució

Per a acomodar l'equació cinètica i el Teorema *H*, que afirma la tendència cap a l'equilibri, amb l'objecció de la reversibilitat, que afirma la possibilitat mecànica de la tendència fins el no-equilibri, s'havia fet convenient mantenir la igual probabilitat d'un microstat corresponent a una condició de desequilibri amb la d'un microstat de l'equilibri. Així, un sistema en una suposada observació durant una gran quantitat de temps presentaria, com suggereix l'objecció de la reversibilitat, el comportament simètric de la mateixa probabilitat per a les transicions antitermodinàmiques que per a les termodinàmiques, i aquesta igualtat freqüencial de les transicions antagòniques, ara, sosté la vella afirmació de l'equivalència probabilista dels microstats. Però, amb la reinterpretació del significat de l'equació d'evolució boltzmanniana, a més, s'hi afegia la representació estadística que el grup de microstats del tipus de l'equilibri és més nombrós, i per tant més probable, que els estats llunyans de l'estat de l'equilibri. Es manté, doncs, juntament amb aquella igual proporció de transicions cinètiques i els seus tipus inversos, aquell propi caràcter irreversible expressat a l'equació cinètica; atès que el sistema observat durant una gran quantitat de temps passarà *quasi-tot* el temps en un estat

proper a l'equilibri, i encara es manté l'expectativa que un sistema en una condició inicial de no-equilibri s'aproximarà a l'equilibri en un temps posterior. Però ara aquest caràcter conviu amb una forta simetritat sorgida per l'acomodació amb l'objecció de la reversibilitat. Això resulta un problema que demana algun aclariment, perquè en aquesta representació els diferents tipus d'evolucions no estan associats discriminativament a les direccions temporals, ni els apropaments a l'equilibri són distingibles temporalment de les evolucions inverses ni viceversa. Ara sembla que cap al futur són possibles tant les aproximacions com els allunyaments de l'equilibri, i això de cap manera resulta explicatiu de la nostra apreciació vinculada a l'evolució dels fenòmens termodinàmics. A més, la consideració del sistema sobre un temps infinit, com es fa ara, per a poder afirmar que l'estat de l'equilibri és el corresponent del sistema per al major període o proporció temporal, es troba amb el problema de la recurrència, un resultat implicat per consideracions mecàniques, establert per al comportament del sistema aïllat en el temps infinit, on no s'implica aquest estat d'equilibri més freqüent temporalment. Aquest problema de la recurrència sorgeix de l'anomenat *teorema de Poincaré*, expressat per Zermelo de la següent manera:

“en un sistema de punts massa sota la influència de forces que depenen només de la posició en l'espai, en general un estat de moviment (caracteritzat per configuracions i velocitats) ha de produir-se de nou amb una freqüència arbitrària, almenys a un grau arbitrari d'aproximació fins i tot si no exactament, atès que les coordenades i les velocitats no poden incrementar-se a l'infinit.”³¹

El teorema de Poincaré s'aplica a un sistema amb energia constant i amb limitació espacial per als moviments dels seus constituents, com és el cas d'un gas aïllat energèticament de l'exterior i confinat dins un recipient; el rebot atzarós entre partícules no dona com a resultat un flux absolutament unidireccional de calor. El teorema mostra la conducta intrínsecament quasi-periòdica dels sistemes dinàmics en una espècie de "etern retorn"³², ja que afirma que durant un temps suficientment llarg l'evolució del sistema el faria retornar a un microstat molt proper a l'estat inicial, més aviat retornaria un nombre infinit de vegades a estats molt propers a la condició dinàmica inicial. Aquesta afirmació és vàlida probabilísticament; és a dir que el seu acompliment no és total sinó que conté l'excepció d'un nombre molt petit, menyspreable, d'aquests estats inicials. La seguretat probabilista de l'afirmació continguda en el teorema accepta que només en algun estat dinàmic inicial enormement excepcional cabria menysprear amb seguretat aquesta possible evolució revertida que existeix per a "tota" evolució unidireccional vers l'equilibri. Per tant, el teorema fa una afirmació estadística en l'espai de fase, on cada punt representa un microstat. Hi considerem un conjunt de sistemes amb l'estat inicial sota aquelles condicions, llavors, per a qualsevol regió d'aquest espai, *quasi-tots* els sistemes tornaran a la petita regió de microstats al voltant del microstat inicial. L'aplicació d'aquest teorema al Teorema *H* fa l'objecció que les lleis mecàniques fonamentals del moviment molecular, en les quals es basa el teorema de Poincaré, siguin incompatibles amb la demostració de Boltzmann de l'apropament a l'estat d'equilibri. Perquè segons el Teorema de Recurrència hi ha una certitud probabilista que un sistema que comença en una condició de

desequilibri ha de tornar a un microstat proper a l'inicial, i, per tant, el valor de H ha d'apropar-se al seu valor inicial, mentre que el Teorema H afirma la tendència monòtona cap a la igualació implicada pel segon principi termodinàmic, la probabilitat que un sistema en un estat inicial de no-equilibri ha d'apropar-se monòtonament a l'equilibri -amb un valor final de H diferent i decreixent pel que fa al seu valor inicial- i romandria en aquest darrer. Almenys sembla que les evolucions en ambdues direccions haurien d'ésser igualment probables, i l'objecció nega que hi pugui haver "una cosa com una direcció preferida del temps -una 'fletxa del temps' - que sigui associada amb l'increment d'entropia."³³

Com que la reversió dels processos autoritza que no tots els estats inicials concebibles corresponguin als estats que obeeixen la segona llei, on l'evolució del procés presenta conducta irreversible, la validesa de la segona llei termodinàmica comporta *l'assumpció que ocorren realment a la natura només els estats inicials* que condueixen a processos irreversibles. Aquesta assumpció és prou insatisfactòria, continua Zermelo³⁴; perquè té un caràcter únic a la ciència física, on les lleis de la natura es refereixen no només específicament a singularitats o casos límits abstractes, no a precisos processos definits, sinó a rangs de valors. Perquè mentre que la nostra noció de causalitat comporta l'assumpció que "tots els imaginables estats mecànics inicials són físicament possibles, si més no dins certs límits, i en veritat hem de permetre aquells estats que constitueixen una molt àmplia majoria i que es troben desviats per una quantitat arbitràriament petita dels estats que actualment ocorren", la segona llei, sota l'intent d'explicació mecànica, al contrari, proposa que s'estan realitzant a la natura els estats el conjunt dels quals té una proporció petita (els que generen una evolució irreversible), que realment no ocorren els estats matemàticament més probables, quan en canvi resulta, segons la teoria mecànica, que arbitraris petits canvis en els estats inicials possibles -que formen un nombre infinit- poden produir estats inicials possibles, que formen un nombre molt més gran que l'anterior -segons Zermelo-, que produiran una conducció no irreversible, un retorn periòdic als seus estats inicials tan proper com hom vulgui.

Zermelo critica la licitud d'assumpcions que es fan en la interpretació mecànica de la segona llei. Suposa l'assumpció d'allò que es pretén provar, l'assumpció que l'estat inicial és extraordinàriament improbable o que l'inici de la corba H té, o acaba de passar, per un valor màxim (aquesta probabilitat de cert estat inicial dóna la col·lecció d'estats que travessa el sistema). Llavors el que es té és una renúncia a qualsevol explicació, en lloc d'una explicació; encara no s'ha fet *compreensible l'origen físic* de l'estat inicial: "com ens ensenya l'experiència, no hi ha disponible un procediment per a la producció de qualsevol arbitrari estat inicial per una acció apropiada i després aïllar el sistema i deixar-lo evolucionar per si mateix; hom no pot fer d'un estat arbitrari P_0 l'estat inicial."³⁵

L'associació de les equacions bàsiques de la mecànica amb assumpcions de probabilitat no pot ésser l'únic mitjà per a la derivació d'una equació com la de la conducció i la difusió, la qual només pot representar processos irreversibles. Per a l'explicació de processos dependents del

temps es necessita l'afegiment de noves assumpcions físiques que les que han ofert a la teoria cinètica l'èxit explicatiu de les propietats de l'equilibri. Juntament amb la dependència de l'estat inicial "ordenat", l'assumpció (que no es pot provar, perquè és falsa, assegura Zermelo) que no tenint un coneixement determinat de l'estat vertader, totes les possibles direccions i combinacions moleculars són equivalents i que l'estat molecular d'un gas és sempre "desordenat". Aquesta és la "major fal·làcia" emprada en un mètode que "no pot arribar al seu objectiu, ja que és una empresa impossible, i un aparent èxit només pot descansar en un error de deducció."³⁶ La deducció boltzmanniana no pot distingir-se de la idèntica vàlida que tindria intercanviar els estats finals i inicials (on ara el procés revertit és troba en la direcció oposada, i.e. en la direcció termodinàmica). En la deducció de conclusions sobre la direcció dels processos irreversibles no pot usar-se el concepte de probabilitat, perquè *a priori* aquest concepte no té res a fer amb el temps.

Boltzmann discuteix l'afirmació de Zermelo que només un nombre infinitesimal comparat amb el conjunt de tots els estats inicials possibles és el conjunt d'estats que condueixen a l'evolució termodinàmica, i, al contrari de Zermelo, afirma que "el nombre més gran d'estats possibles són "maxwellians" i que és inexistentment petit el nombre d'estats desviats de la condició maxwelliana."³⁷. Per tant, la conseqüència del teorema de Poincaré no es troba en desacord amb la seva teoria, ja que aquesta teoria admet la probabilitat no-zero, però molt petita, de trobar un estat molt proper a l'estat inicial, és a dir, les distribucions d'estat completament diferents a la maxwelliana o desviacions (que queden mesurades per la quantitat H) no són impossibles però són molt improbables, són el resultat de molt poques combinacions moleculars. Tots els estats moleculars, totes les posicions i components de velocitat moleculars (consistents amb la conservació total de l'energia) són igualment probables, i la combinació de tots els estats moleculars dóna com a resultat, en un alt grau d'aproximació, la distribució uniforme o maxwelliana en *quasi-tots* els casos. Boltzmann utilitza com a analogia d'això el joc de daus, o la proporcionada per la teoria del mètode dels quadrats mínims, on la gran majoria de combinacions segueixen la llei gaussiana dels errors.

Si bé un sistema té un temps de recurrència de Poincaré respecte al qual és més petit el temps d'observació que permet contemplar la seva conducta com a irreversible, això no impedeix afirmar que la recurrència de l'estat inicial no és matemàticament impossible però que necessita per a la seva realització d'un temps suficientment llarg que sobrepassa qualsevol temps d'observació, perquè la seva probabilitat encara que no sigui zero és molt petita; el cas recurrent correspon a les situacions "on un estat que és teòricament només molt improbable ha d'ésser considerat com que mai no ocorre a la pràctica."³⁸

"El teorema de Poincaré no contradiu l'aplicabilitat de la teoria de la probabilitat, sinó que més aviat la sosté, ja que mostra que en eons de temps ocorrerà un període relativament curt durant el qual la probabilitat d'estat i l'entropia del gas disminuiran significativament, i que ocorrerà un estat més ordenat similar a l'inicial. Durant el període de temps enormement llarg abans que allò succeeixi, sens dubte és molt improbable una desviació notable de l'entropia des del

seu valor màxim; no obstant això, és igualment probable un momentani creixement o decreixement de l'entropia.”³⁹

Donar la localització dins aquesta panoràmica de l'evolució dels estats al nostre món duu a la tesi cosmològica que veurem en el següent capítol, on el nostre món és un món que comporta “una desviació notable de l'entropia des del seu valor màxim”, un món improbable. Però aquesta conclusió cosmològica és el rerefons que resulta dels intents de compaginar la mecànica amb la interpretació estadística que des d'aquesta mecànica es fa de la segona llei. Aquests intents consisteixen de la contestació a les objeccions esmentades, és a dir en la fonamentació de la irreversibilitat des de la dinàmica. Aquesta resposta participa, en principi, de qüestions com les comentades per Zermelo: la justificació d'afirmacions sobre la *selecció d'estats inicials* que condueixen a l'evolució cap a la distribució Maxwell-Boltzmann, com la justificació mecànica de les assumpcions probabilistes.

IX.4.- Els problemes de l'explicació mecànic-estadística

Mitjançant la teoria cinètica s'ha intentat superar, recordava Poincaré⁴⁰, la contradicció entre un món que segons les *lleis de la mecànica* que el governen haurà de passar a través d'un estat molt proper al seu estat inicial i un univers que segons les *lleis experimentals* tendeix vers un estat final en el qual romandrà sempre. Com a solució, el desenvolupament d'aquella teoria cinètica arriba a proposar un món que tendeix -d'acord amb l'experiència- cap aquell estat final de mort amb igualació de les temperatures, però on romandrà només per un “breu somni”, per un temps molt gran des del qual partirà -d'acord amb el teorema mecànic.

Per a començar a veure els problemes del fonament de les idealitzacions i assumpcions fetes, que són sobretot de naturalesa estadística, es pot distingir, com per exemple, fa Hobson⁴¹, entre la *teoria cinètica* i la *mecànica estadística*. El resultat més conegut de la primera és l'explicació teòrico-cinètica de les lleis del gas ideal. L'equació cinètica i el teorema H (ambdós resultats de Boltzmann, i vàlids per a gasos que s'aproximen al gas ideal, i.e., per a sistemes dèbilment interactuants) pretenen descriure els fenòmens del desequilibri. El propòsit de la bàsica teoria cinètica és l'explicació de lleis que governen els sistemes macroscòpics per l'examen de la conducta mecànica de sistemes constituïts per molts graus de llibertat; on, se suposa, una anàlisi més completa podria eliminar les assumpcions probabilistes introduïdes amb un status qualificat d'una conveniència aproximativa a la mecànica exacta.

La situació que proposa Boltzmann com a solució és que la crítica des de les objeccions només estableix que hi ha estats inicials que conduiran a una evolució antitermodinàmica, però no pot establir que no hi hagi un nombre infinit molt més gran d'estats inicials que condueixen vers una evolució termodinàmica que els que condueixen a una distribució no-uniforme. Al contrari, encara que qualsevol distribució uniforme individual és tan improbable com una distribució no-uniforme

individual (si més no perquè segons la teoria de la probabilitat la improbabilitat d’una distribució no uniforme d’estats no significa absoluta impossibilitat) en canvi hi ha un nombre molt més gran de distribucions uniformes d’estats que no-uniformes. Tot i que això no suposa una prova de l’evolució termodinàmica per a una distribució inicial qualsevol, les distribucions d’estats no uniformes representen un cas “extraordinàriament improbable i a efectes pràctics pot ésser considerat impossible”⁴². L’objecció, per a Boltzmann, assenyalava la íntima connexió entre la segona llei i la teoria de la probabilitat.

Es produeix una lectura consistent dels enunciats de Boltzmann sobre la conducta temporal de la funció H (amb el seu decreixement monòton ininterromput en l’evolució des del no-equilibri) en oferir una representació simètrica temporalment i compatible amb la reversibilitat i amb la recurrència, mitjançant una *corba de concentració* de l’evolució dels sistemes o corba sobre els estats dominants, És a dir, que no ens descriu, com en la versió més original, l’evolució “més probable”, sinó més aviat - i d’acord amb l’ús del procediment de conjunts representatius, on els valors de l’equilibri seran les mitjanes sobre tots els microstats possibles- descriu la seqüència dels estats més probables dels sistemes en la col·lecció, segons s’ha vist en IX.2. Per tant, la que podem anomenar *teoria moderna* de la M.E. queda acabada amb l’exposició dels Ehrenfest d’una formulació estadística del PNC, i aleshores una derivació estadística (que també és immune a l’objecció de la reversibilitat i on l’apropament monòton a l’equilibri es troba reconciliat amb el teorema de la recurrència) de l’equació cinètica i del teorema H .

Els Ehrenfest tractaren de mostrar, en les seves pròpies paraules, que les objeccions de Loschmidt i Zermelo afecten només la formulació original de la *Stosszahlansatz* i que els requisits sorgits d’aquelles objeccions són presos en una versió millorada d’aquella hipòtesi.⁴³ Volen mostrar que no hi ha inconsistències internes en la interpretació estadística segons la tesi crítica de les objeccions pretén provar. Aquestes objeccions només mostren amb èmfasi que és la prova de certes assercions allò que assegura la consistència.⁴⁴ Ells recullen les propietats aparentment autocontradictòries que Boltzmann assigna a les corbes H en la seva reflexió sobre el teorema H . Han d’ésser separades de qualsevol malentés les pressumptes contradiccions que a primera vista semblen sortir de les afirmacions que diuen que, segons el teorema H , H *quasi-sempre* té com a valor immediat un de més baix; que, segons l’objecció de la reversibilitat, aquell decreixement és vàlid en ambdues direccions temporals directa i revertida; que H té una evolució quasi-periòdica, segons la recurrència.⁴⁵ La versió modificada del teorema H ha de superar la insatisfacció que des del punt de vista lògic produeix la terminologia probabilista emprada en la M.E., perquè el terme ‘probabilitat’ pot designar (a) proporcions de períodes temporals o (b) proporcions de dimensions regionals a la hipersuperfície d’una determinada energia, o (c) proporcions de certs volums Γ . La versió modificada del teorema H apareix en una sèrie d’enunciats hipotètics (sobre un cert grup de moviments del gas

model) que substitueixen la terminologia probabilista de manera que permeten la inspecció dels buïts en la nova formulació estadística.⁴⁶

Els comencen per advertir el paper de la *hipòtesi ergòdica*⁴⁷ en la relació entre diferents enunciats. L’afirmació (I) que “de totes les distribucions d’estat Z , la distribució M-B té el valor més gran de $[Z]$...”⁴⁸ O formulat dient (I’) que “de totes les distribucions d’estat que tenen la mateixa energia total, la distribució M-B és la ‘més probable’, de fet l’àmpliament més probable.”⁴⁹ L’enunciat (II) que en “una hipersuperfície $E(q,p) = \text{constant}$, l’àrea de la superfície de les regions que corresponen a la distribució M-B serà enormement més gran que l’àrea de totes les altres regions.”⁵⁰ També (III) que, si es considera el moviment del gas sota duració il·limitada, llavors la distribució M-B predominarà aclapadorament en el temps sobre totes les altres distribucions d’estat apreciablement diferents, (és a dir, “la conducta mitjana d’un gas model durant un moviment d’ilimitada duració correspon a la distribució M-B d’estat”⁵¹) i per consegüent la tendència cap a aquella particular distribució és bastant comprensible, resultat que tractà de mostrar Boltzmann.

Llavors, adverteixen els Ehrenfest, si es descarta la *hipòtesi ergòdica*, hi ha un buit entre (II), una afirmació sobre dimensions regionals en una hipersuperfície i (III), un enunciat sobre proporcions temporals. Mentre que si s’admet la hipòtesi ergòdica, llavors des de l’enunciat (II) se segueix immediatament (III).⁵²

El propòsit de les investigacions de Boltzmann (1868) -segons expliquen els Ehrenfest- seria obtenir la prova de l’enunciat que la conducta mitjana d’una quantitat de gas en un estat diferent de l’equilibri tèrmic durant una evolució temporalment il·limitada serà idèntica a la seva conducta en l’estat d’equilibri, i.e., correspondrà a la distribució M-B. El càlcul de la mitjana temporal es feu usant la noció de *conjunt representatiu*⁵³. Es necessita certa cadena d’igualtats per a obtenir -com desitjava Boltzmann- la mitjana esperada en fer una mesura de la propietat, o mitjana temporal (d’una magnitud presa sobre qualsevol element del conjunt representatiu) des de la més teòrica mitjana *ensemble* (la mitjana sobre el conjunt de sistemes presa en qualsevol instant) de les funcions fase. Així, la mitjana *ensemble* ha d’ésser identificada amb la mitjana temporal de la mitjana *ensemble*, també amb la mitjana *ensemble* de la mitjana temporal, per últim també amb la mitjana temporal.⁵⁴ L’assumpció de l’*ergodicitat* justificarà l’enunciat de Boltzmann que el sistema es trobarà en la distribució Maxwell-Boltzmann durant una aclapadora quantitat de temps (en el límit del temps infinit).

Després d’haver aclarit les afirmacions probabilistes en enunciats estadístics sobre col·leccions de sistemes possibles, per a Sklar encara 1) quedaria donar una resposta al *fet del nostre món tan fortament allunyat de l’equilibri*. Pel que fa a l’assertió que “La corba del teorema H és idèntica amb la corba concentració del feix de corbes H ”⁵⁵, els Ehrenfest havien afirmat que resultava crucial en la generació de la formulació estadística del teorema H , en la neteja de confusa terminologia probabilista, i era conclusiva per a assegurar consistència a la teoria estadística davant l’acusació d’inconsistència pels arguments objectors; però també havien reconegut que no està demostrada. Per tant, Sklar afegirà l’objecció que 2) tampoc *no s’ha donat la raó* per la qual la corba concentració hagi d’ésser la corba generada com a solució de l’equació de Boltzmann, i 3) tampoc *no s’ha mostrat* que ho sigui. En general, els desenvolupaments 4) *no asseguruen la veritat* de les hipòtesis probabilistes postulades, i 5) si és que són vertaderes, *encara mancaria oferir una explicació* de la seva veritat, *el perquè* ho són.⁵⁶

"Una cosa és postular una imatge semblant del comportament dels sistemes; altra molt diferent és justificar l'afirmació que els sistemes es comportaran segons aquesta nova descripció; i encara altra és explicar per què els sistemes es comportaran en aquella forma boltzmanniana si és que, efectivament, ho fan."⁵⁷

IX.4.1.- Comentari sobre els papers dels enfocaments 'ensemble' i ergòdic (desenvolupaments i problemes)

El procediment '*ensemble*', o pròpiament mecànic-estadístic, tingué antecedents en Maxwell (encara que també en Boltzmann), però fou fundat per Gibbs, a partir del qual s'usa el seu procediment, en una primera etapa de quaranta anys, per a l'estudi de la problemàtica de l'equilibri, com les funcions distribució molecular a l'equilibri, les transicions de fase, i els calors específics.

Com que no hi ha sense mètodes aproximatius una solució completa per al problema de molts cossos, on es pogués fer un càlcul exacte del moviment de cadascuna de les partícules interactuants d'un sistema macroscòpic, en l'enfocament '*ensemble*' de sistemes similars macroscòpicament, però que en cada temps realitzen totes les compatibles possibilitats de microstats, es postula l'assignació d'una probabilitat a qualsevol col·lecció de microstats en un temps donat, és a dir, una distribució de probabilitat sobre les pertinents variables físiques, sobre les condicions inicials del sistema mecànic.

També, llavors es requereix una *justificació* de la distribució de probabilitat postulada sobre les col·leccions, i del seu caràcter estacionari; (això és, les probabilitats assignades a les regions de punts fase en un temps sense que aquesta assignació variï en el temps, o distribució que dona la probabilitat que el sistema tingui el seu microstat en una regió específica (o col·lecció particular de punts fase) de l'espai fase Γ en un temps donat). La *invariància* de la distribució de probabilitat, *i.e.*, la constància del nombre total de sistemes en una regió (distribució o col·lecció de microstats), la fa l'assignació de probabilitats adequada per a la descripció de l'*equilibri*; això donarà un nombre o suma relativa propera a 1 de sistemes en el col·lectiu en l'estat d'equilibri. En aquesta mecànica estadística de presentació gibbsiana la introducció de consideracions estadístiques resulta molt més fonamental a la naturalesa del formalisme, però només tenen el status d'un ingredient teòric mancat de la seva justificació mecànica, en compenetració amb l'abstinència gibbsiana sobre la significació física del mateix concepte d'*ensemble*.

En general, en l'enfocament mitjançant col·lectius les distribucions de probabilitat caracteritzen només indirectament els sistemes individuals. Un sistema macroscòpicament en equilibri, o inicialment en no-equilibri, s'entén sota el model explicatiu que el caracteritza en termes d'una distribució probabilista sobre els possibles microstats inicials compatibles amb les constriccions macroscòpiques inicials. Es troba pressuposat que els microstats tenen una descripció exacta o precisa, i aleshores la probabilitat no és un tret del sistema individual sinó de la col·lecció de sistemes, les lleis macroscòpiques de l'evolució del desequilibri vers l'equilibri caracteritzen la conducta representativa

dels membres d'una col·lecció.⁵⁸ Es tracta llavors d'un sistema la conducta evolutiva del qual es considera causalment determinista i *un model d'explicació estadística* caracteritza com es distribueix freqüencialment la conducta dels sistemes com a membres d'una col·lecció.⁵⁹

Aquest enfocament per conjunts representatius suposa una dificultat addicional per a la consistència de la descripció de la M.E. amb la teoria dinàmica subjacent, perquè complica la claredat de les enunciacions en fer un pas des d'enunciats més aviat *probabilistes* a clares hipòtesis sobre *freqüències* en col·lectius estadístics, encara que l'objectiu d'això sigui precisar les nocions probabilistes. Un intent d'oferir una solució per a l'aclariment d'aquest panorama és la investigació conceptual en els fonaments de la M.E. que fan els Ehrenfest amb una combinació d'ergodisme i ensemblisme, com hem vist a l'apartat anterior. Però, sobretot, el problema presentat amb l'enfocament *ensemble* és que inspira una via a favor del subjectivisme, atès que típicament es considera que aquest conjunt de sistemes constitueix una família de successos possibles que no pot representar la realització d'una *entitat* física, que "l'*ensemble* no pot existir físicament, fins i tot si el seu ús en els càlculs condueix a estar d'acord amb allò observat."⁶⁰: "Segons els seguidors de Gibbs, la distribució *ensemble* no és física."⁶¹ "L'*ensemble* certament no és una entitat físicament existent."⁶² Llavors es presenta la qüestió de "explicar per què hom obté contestacions físicament correctes amb aquest enfocament."⁶³: "El principal problema amb aquest enfocament és com les probabilitats, *a priori* no-físiques, poden conduir a conclusions físicament significatives."⁶⁴ La distribució representativa dels conjunts només es podria justificar "per la 'utilitat' de donar resultats correctes."⁶⁵ Però per aquest camí es va sense dificultat a la resolució del problema conceptual amb el dictamen "que la distribució de probabilitat del sistema singular en l'*ensemble* representa el grau d'ignorància pel que fa a l'estat real del sistema actual davant la nostra mirada."⁶⁶

* * *

Hem vist abans que amb la hipòtesi ergòdica s'intenta superar l'arbitrarietat de les hipòtesis probabilistes usades anteriorment en la derivació de les característiques de l'equilibri. En el projecte dels Ehrenfest es considera que una vegada s'accepta el postulat d'ergodicitat, aleshores se segueixen només de consideracions dinàmiques, *sense necessitat de cap hipòtesi probabilista*, tant les estades relatives, en el límit temporal infinit, del sistema en els microstats o punts fase corresponents a una especificada regió de l'espai fase, com també els fets sobre les mitjanes temporals a l'infinit. El propòsit de la teoria ergòdica és la determinació de les propietats estadístiques dels moviments dels cossos. Les dades estadístiques de la conducta del sistema, més aviat que la variació i la contingència, exposen l'existència d'una regularitat, cosa que permetrà una expressió en el límit. La idea de propietat estadística, explica Plato⁶⁷, és la d'una propietat del sistema que té 'probabilitat 1'; és a dir, no 'necessàriament sempre', excepte per a un conjunt de mesura zero de "propietats ben definides de certes funcions sobre l'espai d'estats" del sistema. Segons Plato, les dues propietats fonamentals en la teoria ergòdica són la propietat estacionària en la forma d'un invariant hamiltonià en el temps i la propietat de l'ergodicitat. La conseqüència característica de la primera propietat és

l'existència de límits de mitjanes temporals, i de la segona és que els límits de les mitjanes temporals són únics.⁶⁸

Amb aquesta teoria el pas -mitjançant l'ús crucial de procediments estadístics- de la bàsica descripció dinàmica a la termodinàmica ha d'ésser un passatge establert en les circumstàncies que el possibiliten. Així, encara que no es conegui l'exacte moviment microscòpic, les mitjanes temporals poden ésser calculades des del formalisme de la funció de distribució estàndard de la M.E., perquè la validesa de la hipòtesi ergòdica justificaria "l'ús d'una determinada mesura de probabilitat per a la determinació dels límits de les mitjanes temporals."⁶⁹

"justificaria l'elecció de la distribució de probabilitats estàndard utilitzada en el conjunt d'equilibri per a un sistema energèticament aïllat, alhora que aportaria una justificació parcial de la seva concepció que un sistema al llarg d'un temps infinit passaria quasi-tot el seu temps prop de l'equilibri."⁷⁰

Segons això els moviments ergòdics tenen com a conseqüència característica que "els límits de les mitjanes temporals poden ésser estrictament i lògicament identificats amb, com es diu després de Gibbs, mitjanes microcanòniques."⁷¹ És a dir, amb la probabilitat de passar per tots els microstats (fases) consistents amb la seva energia s'ofereix la identificació de la probabilitat del sistema d'estar en un determinat microstat (fase) amb la proporció de temps que el sistema es troba en aquella fase durant un gran període de temps. Però encara tot això podria suscitar la legitimitat de l'elecció d'una particular distribució de probabilitat sobre les fases. Perquè segons Hobson⁷² aquella funció de distribució queda com un mer dispositiu matemàtic per al càlcul d'aquelles mitjanes temporals, perquè en els sistemes ergòdics les mitjanes "ensemble" estàndard de la M.E. són iguals a aquelles mitjanes temporals, les quals troben la seva justificació en què els valors mesurats macroscòpicament són sempre mitjanes temporals, mai no són instantanis (encara que no necessàriament mitjanes de temps infinit).

Altra crítica de què pot ésser objecte la teoria ergòdica, també indicada per Hobson, és que l'enfocament suposa la restricció de la M. E. al fenomen de l'equilibri, on la seva explicació ergòdica mostra certa utilitat; en efecte, l'ergodicitat constitueix la racionalització de la teoria de l'equilibri. Les mitjanes en el temps infinit mai s'apliquen al fenomen dependent del temps com és el desequilibri, perquè aquelles mitjanes no depenen per si mateixes del temps. Les mesures reals són fetes sobre intervals temporals finits. També Farquhar reconeix que de fet la teoria ergòdica es concentra en condicions dinàmiques del sistema de manera que aquest presenti la forma de conducta termodinàmica específica d'un sistema en equilibri termodinàmic, que són exclusivament estacionaris els ensembles que succeeixen en la teoria ergòdica. Recorda Farquhar que malgrat això pot esperar-se que la teoria ergòdica doni alguna llum sobre el problema de la irreversibilitat, atès que s'ha de tenir en compte que amb la teoria ergòdica l'equilibri macroscòpic és relacionat amb la conducta dinàmica del sistema sobre un període de temps i no en un instant singular. Però, tot i que àdhuc el mètode ergòdic també ha

estat estès a sistemes en desequilibri termodinàmic, Farquhar ha de reconèixer la impossibilitat inherent a la naturalesa de la teoria ergòdica per a donar una solució completa al *problema de la irreversibilitat*⁷³.

“Pel que fa a la irreversibilitat [i també a l’ús d’ensembles (nota 8)], per tant, la teoria ergòdica té les característiques d’un teorema matemàtic d’existència, i posseeix, segons això, tant la força com la feblesa d’un teorema d’aquesta mena. La seva força descansa en la seva generalitat –tracta amb sistemes macroscòpics arbitraris en situacions arbitràries; la seva debilitat apareix cada vegada que s’intenta aplicar-la a alguna situació física específica.”⁷⁴

Assenyala Hobson que també, i en relació amb l’anterior qüestió, l’enfocament no assoleix la reducció de la mecànica estadística a la mecànica clàssica, perquè *no evita la presència d’assumpcions probabilistes* en l’aplicació de la teoria al món real. Els sistemes són ergòdics no en totes les seves òrbites, sinó només en *quasi-totes* d’elles. El sistema ergòdic admet la *possibilitat de moviments fase on no es compleix la igualtat entre mitjanes temporals i mitjanes fase*,⁷⁵ encara que hi ha una alta improbabilitat de les òrbites excepcionals.⁷⁶ L’ergodicitat no ha suprimit la probabilitat deixant la funció mesura sense interpretar, com a mera eina calculística de mitjanes temporals, comenta Lavis, perquè en el rebuig del conjunt de punts excepcionals

“Estem suposant que un mesurament mai (o quasi-mai) es fet sobre un sistema que al començament del seu mesurament té el seu punt fase (p_0, q_0) com a membre d’aquell conjunt de punts de γ per al qual no existeix la mitjana temporal a l’infinit. Posat que tal situació mai no ocorri a la pràctica, nosaltres tàcitament hem assumit alguna interpretació probabilista per a ρ en termes de la qual els conjunts de mesura zero respecta a ρ tenen probabilitat zero.”⁷⁷

Sklar⁷⁸ ens recorda que A. Rosenthal i M. Plancherel mostraren la prova de la falsedat de la versió forta de la hipòtesi ergòdica, i que en quant a quasi-ergodicitat, encara que se sostingués, encara *és insuficient per a la prova de coses com la identificació de mitjanes espacials i temporals*. La teoria ergòdica ofereix una visió lluminosa de la constitució interna de la teoria, ens mostra la distribució natural de probabilitat com a propietària de certes propietats interessants que no són irrelevantes, com ésser la mesura natural a més de produir resultats que funcionen, però no estén els poders predictius i controladors de la ME; la teoria ergòdica com a “teoria explicativa” no té un «fonament pragmàtic».⁷⁹

Plato⁸⁰ recorda que si en la primera dècada del segle es consideraven de fet matemàticament impossibles els moviments ergòdics tal com van ésser descrits per Boltzmann, després, amb la revisió dels Ehrenfest (1911) se substituïren pels moviments quasi-ergòdics (regions de mesura positiva geomètrica de l’espai fase). Encara, posteriorment, amb la integral Lebesgue es permeteren excepcions (de mesura zero) als moviments quasi-ergòdics, i desapareix l’ús del prefix «quasi-». Això permetí distingir explícitament entre una *trajectòria* singular que és ergòdica (si visita algun conjunt obert de mesura positiva) i una *sistema* que compleix ergodicitat si *quasi-totes* les trajectòries són ergòdiques.

Tot i que Farquhar assegura que és la conducció de la descripció dinàmica en la direcció de l’obtenció de les conseqüències estadístiques l’actitud adoptada en l’enfocament sistema singular de la teoria ergòdica, i no la producció d’idees estadístiques apriorístiques, també ell en certa mesura

reconeix aquella *irreductibilitat probabilista*. En la derivació teòrica ergòdica (de la descripció estadística macroscòpica des de la seva deducció de la descripció dinàmica microscòpica del sistema) almenys intervé una assumpció addicional de naturalesa estadística que, sens dubte, pot ésser classificada entre les condicions requerides per a la validesa de la teoria, i amb el problema que això no evita que sigui introduïda estranyament i no pas com una conseqüència de l'especificació dinàmica del sistema. Llavors l'ergodisme no evita l'essencial dificultat del problema probabilista, i Farquhar només pot recórrer a un avantatge comparatiu:

“Encara que es requereix alguna assumpció estadística, aquesta assumpció és molt més general, i en conseqüència molt més feble, que l'assumpció corresponent feta en l'enfocament ensemble-representatiu. Això de cap manera pot ésser comparat amb l'assumpció del caos molecular o Stosszahlansatz usada en els primers treballs de la teoria cinètica de gasos, i és molt menys forta que fins i tot la forma menys restrictiva d'aquelles assumpcions que és feta en l'enfocament ensemble-representatiu...”⁸¹

Les dues raons *diferenciades* recordades per Lavis com la causa de la introducció d'altres mètodes que l'habitual per a l'estudi d'un sistema mecànic són: o bé que el sistema mecànic té un gran nombre de components, o bé que se'n té una descripció incompleta. De la segona raó resulta la inevitable introducció de mètodes estadístics, mentre que de la primera el mètode ergòdic n'obtindria la seva raó.⁸² Però, com quedaria la raó per a la introducció de sistemes ergòdics si la condició *sine qua non* per a aquesta introducció no fos aquell gran nombre de components? Queda pendent d'interpretar que, encara que es cregui que molts sistemes són ergòdics, aquest resultat (la naturalesa ergòdica d'un sistema) no depèn de la grandària del sistema⁸³. Hi ha demostracions fetes que mostren que l'ergodicitat no es troba relacionada amb la “grossària” del sistema, la qual cosa rebutjaria la suposició que només són ergòdics els grans sistemes, com els mecànico-estadístics. Això és un exemple que hi ha *problemes físico-matemàtics per a l'establiment d'aquests teoremes [ergòdics] en els sistemes adients*.⁸⁴ Aquest fet, juntament amb la necessitat d'aquells teoremes ergòdics per part de l'enfocament ergòdic, els quals, total o parcialment, estableixen la igualtat de mitjanes temps infinit i determinades “mitjanes ensemble”, comporta per a Hobson una significativa objecció a aquell enfocament.

Cap al 1931 es feren nous avanços en la teoria ergòdica. Von Neumann i Birkhoff probaren teoremes que donen condicions necessàries i suficients sobre l'estructura dinàmica d'un sistema aïllat per a la validesa de les preteses conseqüències de l'ergodicitat -com és la *indescomponibilitat mètrica*⁸⁵. El teorema del primer diu que considerant una part o regió de l'espai fase, la mitjana temporal que els diferents moviments passen en aquella regió s'apropa a la seva mesura conforme l'interval temporal creix a l'infinit. El teorema ergòdic de Birkhoff diu que, sota la condició d'ergodicitat, les mitjanes temporals s'apropen a límits únics no només en la mitjana, sinó per a cada trajectòria *singular* (excepte per a un conjunt de mesura zero).⁸⁶

Per a Plato, resultarà decisiu el desenvolupament que duu a *alliberar el teorema ergòdic de la*

dinàmica clàssica -des de la qual havia evolucionat històricament- fet per Khintchine (1933) (i també per Eberhard Hopf). Ell formularia clarament el que des de la dècada dels 30 és l'assumpció per part del problema ergòdic de “la seva present formulació, amb el desenvolupament de la noció de sistema dinàmic abstracte”, el que constitueix “un marc independent de la física clàssica”, pretén donar una prova més simple que la de Birkhoff. Mostrà que “la convergència de les mitjanes temporals val per a moviments estacionaris (i.e., transformacions que preserven la mesura)” i “considera funcions integrables Lebesgue de l'espai fase enlloc de només indicadors de regions.”⁸⁷ En canvi, Sklar⁸⁸ sintetitza que al llarg dels anys, prop de l'ergodicitat, hi han hagut intents d'oferir racionalitzacions, on es considerava que les condicions justificatives havien de seguir-se de la dinàmica del sistema, o bé, al contrari, acceptaven com un postulat bàsic ineliminable les hipòtesis probabilistes fonamentals. Llavors Sklar conclou que *la satisfacció de la condició ergòdica* de von Neumann-Birkhoff -la condició necessària i suficient d'indescomponibilitat mètrica- *és per si mateixa extremadament difícil d'establir per a models realistes*. Encara que el desenvolupament d'aquest programa matemàtic d'investigació (iniciat per von Neumann i Birkhoff i continuat per E. Hopf, A. Kolmogorov, N. Krylov⁸⁹, V. Arnold i altres) ha dut a Ya Sinai (1965) a mostrar la *prova d'indescomponibilitat mètrica per a certs models que duen a una relació interessant amb models realistes*⁹⁰. Ell demostrà que és un sistema ergòdic un sistema físic d'interès com el moviment de partícules esfèriques dures dins una caixa paral·lelepèdica; aquest model és el familiar model boltzmannià del gas ideal i les seves assumpcions sobre el moviment dels seus constituents moleculars. No obstant això, d'altra banda, resultats matemàtics de Kolmogorov, Arnold i J. Moser (*teorema KAM*⁹¹) mostraren les seves limitacions en proporcionar restriccions estrictes sobre el rang de sistemes que possiblement podrien satisfer aquella condició ergòdica de von Neumann-Birkhoff, cosa que d'altra banda també mostra en tot cas la presència de les hipòtesis probabilistes.

IX.4.2.- Els desenvolupaments mecànic-estadístics des d'altres programes

La M.E. ha donat lloc a diverses ramificacions que representen maneres idiosincràtiques de tractar els problemes dels fonaments, sobretot amb l'extensió de la teoria del no-equilibri apropant-se a l'equilibri. Esmentem principalment la tècnica BBGKY per a la derivació de l'equació cinètica, la derivació rigorosa de l'equació de Boltzmann per Landford,⁹² un enfocament subjectivista com el de Jaynes, els apropaments intervencionistes, l'enfocament de l'equació mestra, l'aplicació dels estudis sobre atractors estranys. També deixem de banda la incidència de la cosmologia en la reflexió dels problemes, i fins i tot ometem apregonar-nos més encara en la reflexió. No obstant totes aquestes mancances, hem de continuar fent indicació d'una línia de tractament que continua la teoria ergòdica sota la noció de sistema dinàmic abstracte.

La compatibilitat de la condició ergòdica amb un conjunt representatiu inicial

que roman en un tipus *de periodicitat regular lluny de la distribució d'equilibri* en els temps pertinents desemboca en la insuficiència de la seva definició de l'evolució del conjunt representatiu per a l'obtenció de la descripció de l'evolució des del no-equilibri vers l'equilibri, l'enfocament de gra gruixut de l'evolució, on la distribució s'expansiona com una manxa irregular en l'espai fase.⁹³ Perquè es mostrà que es perfectament possible un conjunt representatiu que no s'expandeix per a apropar-se a l'equilibri, i que no obstant això produeixi la igualtat entre mitjanes temporals i fase en passar igual temps en totes les regions d'igual "grandària" en la seva evolució en el temps infinit. Per tant, calgué considerar posteriors programes que han intentat noves justificacions de les hipòtesis probabilistes proposades, i així han intentat racionalitzar les distribucions de probabilitats dels col·lectius representatius i la hipòtesi del caos molecular.

Dins l'objectiu d'obtenir definicions formals de la representació de col·leccions representatives que s'expansionen en la forma mecànic-estadística per l'espai fase permisible s'ha considerat la noció que punts, inicialment pròxims, divergeixin sobre el temps. Aquesta divergència és una indicació de la *inestabilitat dinàmica*. Aleshores, el paper que tenia la indescomponibilitat mètrica en la demostració de la conducta ergòdica el té la formalització de la noció de la inestabilitat dinàmica radical en la conducta 'caòtica' de l'evolució de la col·lecció. La idea intuïtiva és que des d'una petita regió inicial de l'espai fase que conté punts arbitràriament propers entre ells resulta la generació ràpida i aleatoritzant de trajectòries separades les unes de les altres, de manera que en el nou espai fase disponible la regió resultant hi presentarà una dispersió sencera i en una forma altament irregular. La *subjacent microdinàmica genera* una evolució que presenta una inestabilitat dinàmica radical en la qual consisteix l'aproximació a l'equilibri. Llavors, aquesta inestabilitat serà suficient per a la demostració de l'evolució de gra gruixut (mecànic-estadística) a l'equilibri. L'objectiu que es tracta d'assolir amb l'estudi de les varietats d'evolució caòtica és el de mostrar que un sistema que té una condició formal d'inestabilitat dinàmica, com ésser sistema *C*, també assoleix alguna o varies de les nocions formals de la condició conjunt representatiu, i també, finalment, es tracta de mostrar que sistemes del món queden sota raonables models ideals que presenten la condició d'inestabilitat dinàmica.⁹⁴

Pel que fa a la nostra noció d'un conjunt evolucionant (gra gruixut) en la forma difuminada, o del moviment de manifestació aleatòria o caòtica de les trajectòries de punts a l'espai fase disponible, hi ha una varietat de conceptes cada esglaó més forts que corresponen a aquella noció de l'evolució del conjunt. S'han donat condicions formals d'inestabilitat dinàmica⁹⁵ com les de sistema *C* (o sistema *U*, o *Y*), sistema *K*, o sistema Bernoulli. D'aquesta manera, la teoria matemàtica dels sistemes dinàmics abstractes (que es pot entendre com la teoria ergòdica moderna) proporciona els graus d'inestabilitat dinàmica que pot tenir un sistema ordenats per la seva força en una jerarquia ergòdica de les corresponents propietats estadístiques o aleatòries dels sistemes (encara que en alguns casos no s'ha establert si els conceptes difereixen en la seva força) i que van des de l'ergodicitat fins la

propietat Bernoulli. La força d'una categoria més forta vol dir que tenir la seva condició implica tenir també la condició de la categoria menys forta, i hi ha sistemes que tenen la condició més dèbil però no la més forta.

Tret de la *mescla dèbil*, la *mescla* és la forma més dèbil d'instabilitat dinàmica, és la primera propietat a tenir en compte en la descripció per a garantir -en el límit del temps infinit- l'apropament de gra gruixut a l'equilibri, de manera que la mescla sembla resultar una adequada idealització del comportament del no-equilibri des de la perspectiva que la mecànica clàssica del moviment dels constituents moleculars és l'enfocament que ha de conduir a la formulació mecànico-estadística clàssica sobre l'evolució en el temps del sistema, és a dir, tal com ha quedat establert en la revisió del programa general de Boltzmann (de 1868 a 1871) feta pels Ehrenfest amb la integració del problema de la recurrència: “Si un sistema és mesclat, llavors qualsevol distribució de probabilitats inicial no-patològica sobre els seus microstats presentarà una aproximació de gra gruixut a la distribució de probabilitats en l'equilibri en el límit de temps infinit.”⁹⁶ Es tracta del primer resultat que recerca la implicació dels trets de l'evolució markoviana. Aquests trets contenen la independència d'un estat futur del sistema respecte a la seva història passada, i per tant, amb aquesta característica de “pèrdua de memòria”, sembla el procés adequat per a la representació de l'assumpció de la realeatorització, on el sistema “oblida” les correlacions produïdes. La mescla estableix que l'estat final és d'alguna manera independent de l'evolució passada del sistema: “Bàsicament, aquesta propietat garanteix que la proporció d'alguna regió inicial A que pot trobar-se en una regió donada B és funció només de les extensions de A i B .”⁹⁷

La generació dels trets ergòdics de l'evolució del conjunt representatiu pot ésser generada per una trajectòria que tingui la instabilitat constituïda per la condició de sistema C . Llavors, per a la derivació de l'evolució de conjunts inicials petits i de forma regular que resulten en la forma difuminada s'espera una classe forta de divergència entre trajectòries properes com la presentada pels sistemes C : en alguns punts de les seves trajectòries arbitràriament properes es presenta una ràpida divergència exponencial tant en la direcció temporal futura com en la passada.

La possessió per part de determinats sistemes clàssics deterministes de les propietats K i *Bernoulli*, els dos elements més aleatoris de la jerarquia, ens mostra les propietats estadístiques més aleatòries o indeterministes que poden presentar, es tracta de sistemes amb una naturalesa altament inestable. “El que és crucial és que les proves, o demostracions que determinats sistemes clàssics posseeixen aquelles propietats més aleatòries, depenen essencialment del caràcter de les trajectòries espai fase dels sistemes, i.e., elles depenen de l'existència de l'extrema instabilitat del moviment.”⁹⁸ Amb la condició K , per a la predicció de qualsevol estat futur del sistema resulta insuficient el coneixement que es pugui tenir de la sencera història passada de gra gruixut del sistema, llevat que tingui la probabilitat zero o un. Aquesta condició es manté amb independència del grau de finesa que tingui aquella partició finita de l'espai fase disponible. El sistema *Bernoulli* és el sistema que presenta

una qualificació aleatòria estrictament més forta en la seva evolució dinàmica. Encara que des del punt de vista microscòpic el punt inicial determini completament la trajectòria, la seva impredecibilitat és la d'una seqüència de proves plenament independents probabilísticament, és a dir, mostren una conducta tan aleatòria com la de la sèrie de llançaments d'una moneda. És fàcil mostrar que la mescla implica ergodicitat, però l'enunciat invers no és vertader. Els sistemes Bernoulli són més aleatoris que els K ; pot provar-se (amb dificultat) que la condició Bernoulli és en efecte estrictament més forta que la naturalesa del sistema K . Tots els sistemes Bernoulli són sistemes K . Però la inversa és falsa, hi ha sistemes K que són Bernoulli i alguns sistemes K no són Bernoulli. Es mostra (amb facilitat) que cada sistema Bernoulli té també totes les altres condicions de caos. S'ha de tenir en compte el següent comentari de Batterman:

"notem que la conducta aleatòria i indeterminista exhibida pels sistemes extremadament inestables és, en part, deguda al fet que els nostres mesuraments són caracteritzats per particions finites en l'espai fase. Això necessàriament constitueix un *coarse-graining* de l'espai, una relativització dels resultats de mesura a una determinada partició. No obstant això, el cas cert és que certes particions semblen tenir un distingit rol per a alguns sistemes, en particular, aquells com és el cas de la partició K , que produeixen mesuraments generadors."⁹⁹

També ha contribuït al desenvolupament de l'estudi de la naturalesa dels sistemes més aleatoris, K i Bernoulli, l'escola de Prigogine, que defensa la tesi de l'equivalència entre determinades evolucions deterministes i processos probabilistes markovians productors d'evolucions irreversibles.

Prigogine recorda que la interpretació probabilista del segon principi introduïda per Boltzmann en substitució de la interpretació dinàmica correspon a la nostra manca d'informació sobre sistemes complexos, per tant a una ignorància contingent i superable, i encara representa massa inadequada fidelitat a la dinàmica. A més a més, aquella representació probabilista no dóna sentit a la distinció entre passat i futur. L'evolució boltzmanniana resultava des de la descripció sobre l'estat inicial sota 'caos molecular' (o independència de partícules). El resultat que tenia aquesta evolució és que quedava subjecta a l'objecció de Loschmidt. Això permet concloure que les probabilitats no permeten explicar la fletxa del temps:¹⁰⁰ "d'un estat caracteritzat per una certa distribució de probabilitat es podria dir que evolucionaria vers l'equilibri en el futur, però es podria dir igualment, a partir dels mateixos arguments, que provindria d'un estat d'equilibri situat en el passat."

La *inestabilitat* dinàmica, com a limitació a la descripció per trajectòria, representa una impossibilitat efectiva per a la *inversió* simultània de velocitats.¹⁰¹ El descobriment d'*atractors anòmals*, la noció de comportament caòtic, ajuda a una millor comprensió dels sistemes *descrits probabilísticament*, on som incapaços de fer una predicció determinista de la seva conducta al llarg del temps.¹⁰² La noció d'atractor caòtic participa de l'intent de donar "el perquè" de la impredecibilitat d'una evolució (*ja no es tracta d'oposar determinisme i impredecibilitat*).¹⁰³ L'existència de sistemes caòtics dóna un caràcter objectiu a la impredecibilitat probabilista, "l'allibera de la idea d'una ignorància contingent que podria ésser superada simplement amb un millor coneixement,"¹⁰⁴ però

també correspon a una distinció entre probabilitats que caracteritzen un comportament caòtic i que llavors s'imposen “d’una manera intrínseca” i “probabilitats que provenen de la nostra ignorància de fet”.¹⁰⁵ El caos determinista constitueix un mode de reproductibilitat estadística, correspon a un cas intermedi entre el pur atzar i l'ordre redundant o repetitiu, això ve caracteritzat per una *cadena de Markov*.¹⁰⁶

“Aquesta vegada, s’ha cobert el buit existent entre Boltzmann i la dinàmica, no mitjançant un procediment d’aproximació [*], sinó per una *extensió apropiada de la dinàmica*.

D’aquesta manera arribem a una nova síntesi. Una inesperada unitat es dibuixa entre les distintes descripcions temporals desenvolupades pels físics durant successives generacions. Les descripcions dinàmiques, probabilistes i macroscòpiques semblen com disbarats, si no contradictòries. Ara podem articular-les amb major precisió. Un dels resultats més satisfactoris de la teoria de les transformacions no unitàries mesurades per \wedge [**] és precisament que el canvi de variables que suposa condueix, en els casos senzills, com la transformació del flequer, de l’equació de Liouville, equació determinista per excel·lència, a una descripció probabilista (cadena de Markov), incloent-hi la noció d’irreversibilitat.”¹⁰⁷

Aquelles probabilitats boltzmannianes no poden definir la no-equivalència entre els dos tipus d’estat, els que generen una evolució termodinàmica i els que generen una evolució antitermodinàmica. Sí que ho fan les nocions d’*inestabilitat* i *horitzó temporal*. És en aquests termes, i no en termes de probabilitat, com pot ésser definida la diferència intrínseca entre evolució boltzmanniana i l’antiboltzmanniana.¹⁰⁸

Per ‘*horitzó temporal*’ s’entén el període temporal d’evolució després del qual qualsevol informació present no serveix per a oferir informació en el futur sobre la descripció de l’evolució del sistema en termes d’una trajectòria individual determinada, sinó que el que en resulta és una *divergència exponencial* de les trajectòries.¹⁰⁹ On ja només podrà fer-se servir una descripció estadística de les probabilitats d’evolució, on el sistema es troba en termes de probabilitats.¹¹⁰ Només quan el sistema dinàmic no és caòtic, no hi ha límits a la precisió de les mesures i pot haver-hi una representació no afectada o clàssica, puntual, on l’*exponent de Lyapounov* és nul.¹¹¹

Per a Prigogine, la superació de la contradicció entre lleis reversibles de la dinàmica, amb la seva descripció determinista inherent a la formulació tradicional de les lleis de la natura, i la descripció associada a l’entropia, on apareix una evolució irreversible, requereix precisament mostrar la *destrucció de l’equivalència entre el nivell individual i el nivell estadístic*, i això constitueix una nova formulació de la dinàmica que és una extensió de la dinàmica. Aquesta *ruptura entre nivells*, que constitueix, com diem, una generalització de la dinàmica, es fa mitjançant nocions donades a la dinàmica, això vol dir que la dinàmica s’estén als sistemes inestables i caòtics. Però la inestabilitat a nivell de trajectòries condueix a un comportament estable en el nivell de la *descripció estadística*. Com que aquests comportaments dinàmics i *estables* corresponen a situacions de *ruptura de la simetria en el temps*, llavors s’haurà aconseguit superar aquella esmentada contradicció.

O bé el temps pot ésser descrit en tots els nivells de la física, o no pot ésser entès en cap d’ells.¹¹² D’una descripció de la realitat sota lleis intemporals no pot néixer el temps irreversible.¹¹³ La

irreversibilitat forma part de la teoria més general, de la qual la simetria és una particularitat de certs objectes.¹¹⁴ I amb la nova representació es trenca la simetria temporal¹¹⁵, o es construeix un pont entre la dinàmica i el món dels processos irreversibles¹¹⁶.

Ara bé, la indicada “no-equivalència” entre els nivells pot ésser en efecte entesa com a produïda precisament perquè hi ha una equivalència, és a dir, una generació de les probabilitats des de la dinàmica via el comportament inestable d’aquests sistemes, i això significa que s’ha pogut produir dinàmicament conducta aleatòria sense la introducció de particions de gra gruixut, irreductibilitat que evita les interpretacions per ignorància de l’observador. L’enfocament considera l’evolució de la col·lecció de sistemes descrita per la distribució de probabilitat ρ , en lloc de punts individuals associats a trajectòries corresponents a sistemes individuals. Prigogine diu que hem de recordar que “la trajectòria correspon llavors a un cas especial de conjunt, ja que la distribució de probabilitat es redueix a un punt.”¹¹⁷ Sobre les funcions de distribució actua un operador U . Aquesta ‘dinàmica d’operadors’, que constitueix una ampliació conceptual del marc de la dinàmica (de les trajectòries), es construeix des de la necessària “condició d’inestabilitat corresponent a una mescla íntima de trajectòries”¹¹⁸ i la condició suficient de sistema K . Es tracta d’aconseguir una aplicació sobre la funció de distribució que faci un canvi de variables que converteixi una evolució dinàmica, simètrica, com l’equació de Liouville a una descripció probabilista. Per a fer aquesta conducció s’abandona la representació canònica de la dinàmica hamiltoniana¹¹⁹ mitjançant l’ús d’un operador Λ que genera la transformació no unitària (no canònica) tal que per a la funció de distribució de la col·lecció original que evoluciona determinísticament sota U es converteix en una funció redefinida, $\Lambda\rho = \bar{\rho}$.¹²⁰ Les mateixes mitjanes fase de les funcions fase del conjunt original es reproduiran en la descripció de la nova col·lecció. Per tant, amb aquesta equivalència estadística entre les col·leccions s’efectua un ‘canvi de representació’ amb la transformació Λ construïda en l’espai de Hilbert, que condueix a un grup dinàmic, però que en un espai de Hilbert generalitzat es trenca en dos semigrups. Λ mostra l’equivalència no unitària entre l’evolució determinista, U , i un procés probabilista (com la cadena markoviana), W_t , ($t \geq 0$), amb la propietat de semigrup; també inclou la noció d’irreversibilitat: “hem de seleccionar el semigrup on l’equilibri és assolit en el *nostre* futur.”¹²¹

S’ha de completar la representació amb algun tret que permeti identificar la col·lecció inicial adequada, per tal de justificar l’omissió de la transformació Λ^- que dóna una representació de la col·lecció divergent monòtonament de l’equilibri des del temps passat. S’usa la il·lustració d’una instància particularment simple de col·lecció de sistemes K , la *transformació del flequer*. Aquesta transformació és un sistema K a més d’un sistema *Bernoulli*, que és “invertible, reversible respecte al temps, determinista recurrent i càdica”¹²². Aleshores, també es realitza la ruptura de la simetria temporal en la nova descripció dels sistemes dinàmics càdics mitjançant la seva caracterització pel nou llenguatge que distingeix dimensions (fibres) contractants i dilatants en la definició d’estat instantani, on el punt s’entén com un ‘fragment de fibra dilatant’. Llavors, si es té en compte aquesta

distinció feta amb la nova representació del sistema, se substitueix el ‘punt’ (on una sola equació evolució permetia calcular l’evolució vers el passat o vers el futur de punts en si mateixos indiferents a aquella distinció) per un ‘conjunt’ que correspon a un fragment de fibra contractant, tots els punts d’aquest fragment convergeixen vers el mateix futur, on els punts de la fibra es fan indiscernibles, si la substitució correspon a un fibra dilatant, el conjunt de sistemes cobrirà densament la totalitat de l’espai de fases en el futur, on els punts de la fibra es fan indiscernibles.¹²³ Una fibra dilatarà, s’aproparà a la col·lecció de l’equilibri en una direcció temporal, però no en l’altra. Com veiem aquestes subcol·leccions que tenen els sistemes K , les “fibres” “contractants” i “dilatants”, manifesten una preferència direccional, dilaten només en un sentit. però es tracta de col·leccions de mesura zero. L’aplicació de la transformació sobre una col·lecció de mesura zero no és l’aplicació de Λ en la col·lecció de l’equilibri. Però les d’aquest tipus específic de mesura zero tenen una preferència que selecciona *una* direcció del temps per a fer l’apropament a l’equilibri, és a dir, trenquen la simetria; i aquestes que tenen aquesta característica preferencial sí presenten la possibilitat d’apropament a la col·lecció d’equilibri. Per consegüent, l’àmbit de les col·leccions inicials permissibles es restringeix a un tipus específic de col·leccions *singulares*, de mesura zero.

En resum, es pot definir la direcció del temps com la direcció en què els punts d’una fibra dilatant es fan indiscernibles. La *fletxa del temps* queda incorporada en la definició de les unitats (els *fragments de fibra contractant*) de la *nova descripció dinàmica* i en la definició que regeix la seva evolució. En aquesta situació, Prigogine també entén que la comprensió de l’exhibició de conducta aleatòria pels sistemes deterministes s’ha pogut fer amb la nova descripció que substitueix el punt per un conjunt, la qual *ja no pot interpretar-se com a relativa a la nostra ignorància. El caràcter finit de les nostres descripcions té un sentit intrínsec.*

La transformació és el resultat de dues operacions successives, per tant admet equacions de moviment que presenten dues diferents evolucions temporals del sistema vers l’equilibri descrites en el nivell estadístic, que corresponen al límit temporal infinit en el passat i en el límit temporal infinit en el futur. Aquest procés d’aproximació a l’equilibri en dues direccions, una inversa de l’altra, consisteix de dues successions de transformacions del flequer des d’una mateixa partició de l’espai anomenada ‘partició generatriu’. Llavors, diu Prigogine, que si separem les dues evolucions temporals distintes podem -fent servir el recurs d’un ‘*principi de selecció*’ que “és conseqüència inevitable de la simetria de les equacions del moviment”,¹²⁴ però *que va més enllà de la dinàmica*- excloure l’evolució vers l’equilibri en el passat ($t \rightarrow -\infty$) i conservar la descripció corresponent a l’equilibri assolit en el nostre futur ($t \rightarrow \infty$), i que “implica la consideració de la *universalitat* característica de la irreversibilitat” l’explicació de la qual correspon al problema cosmològic¹²⁵.

També es pot mostrar la restricció sobre els conjunts inicials permesos amb l’establiment d’un criteri d’impossibilitat en la preparació dels sistemes. Mitjançant la definició d’una mesura de “entropia” per a les subcol·leccions inicials singulars, Prigogine ha afirmat que un valor infinit de la

funció H requeriria una quantitat infinita d'informació. I és físicament impossible la preparació d'una col·lecció de sistemes que necessiten una quantitat infinita d'informació, i aquest és el cas de la preparació d'una col·lecció amb conducta antitermodinàmica, perquè es mostra que tenen entropia infinita les col·leccions inicials que evolucionen amb conducta termodinàmica en la direcció passada del temps, mentre que tenen entropia finita les que evolucionen amb conducta termodinàmica en la direcció davantera del temps. La preparació experimental dels sistemes corresponents als sistemes del món real té com a condició aquest ‘principi de selecció’ sobre els estats que prohibeix funcions de distribució que duguin un valor infinit de H . D'aquesta manera, *la segona llei termodinàmica*, compresa pel teorema H , constitueix aquell *principi de selecció*, una situació distinta a la distinció fonamental entre condicions inicials i llei dinàmica en la concepció clàssica: “Un cop donada la llei, totes les condicions inicials són equivalents i cap característica intrínseca permet distingir-les.”¹²⁶ Això és una *restricció sobre l'espai de les possibilitats admeses per les equacions de la dinàmica*. La possibilitat teòrica compresa per la llei permet “situacions com aquelles on ones múltiples convergrien en un estany de manera que fessin brotar a l'exterior una pedra que reposarà en el fons.”¹²⁷

Així, mostrant que “la inestabilitat a nivell de la trajectòria condueix a un comportament estable en el nivell de la descripció estadística”,¹²⁸ la fletxa del temps no serà quelcom aliè des del formalisme dels sistemes dinàmics. Aquella fletxa no tenia lloc quan el formalisme del sistema dinàmic integrable exposava una representació on no hi havia interaccions; aquests sistemes integrables són excepcionals. Ara el trencament d'aquella simetria temporal (permesa per la dinàmica) pot llegir-se des de l'existència de la *producció persistent de ressonàncies*. I aquesta *destrucció de la simetria temporal per la formulació probabilista afirma que les distribucions de probabilitat no són degudes a la nostra ignorància*, sinó que la seva necessitat permet “l'expressió del caràcter evolutiu de l'univers en l'estructura de les lleis fonamentals de la física.”¹²⁹

Per tant, a més d'aquella *inestabilitat* com a tret definitori de la nova descripció que és oferta pel que s'ha donat en anomenar ‘caos determinista’, hem de tenir en compte també la noció de *no-integrabilitat*¹³⁰, que és usada per Prigogine per a definir la nova descripció de la dinàmica que sorgiria sobre la descripció clàssica. Prigogine indica també que la no-integrabilitat realitza la *ruptura entre la descripció individual* (trajectòries, o funcions d'ona a la mecànica quàntica) *i la descripció estadística* de conjunts. La no-integrabilitat constitueix una inestabilitat dinàmica fonamental, on les trajectòries són destruïdes *sigui quina sigui la precisió de la predicció, encara que sigui una precisió infinita de les condicions inicials*.¹³¹ Per cert, el contingut i l'èmfasi d'aquesta darrera afirmació apunta un basament de l'indeterminisme en les mateixes dificultats dinàmiques i -deixant a part que determinisme i indeterminisme no siguin demostrables, o refutables-¹³² sembla contrariar el status que té el determinisme d'ésser la imatge que sorgeix de la descripció pròpia de la ciència física; per consegüent, semblaria contradir afirmacions del tipus com la següent expressada per N. G. van

Kampen:

“aquesta dependència sensible a les dades inicials ha estat popularitzada a través de l'estudi del caos (usat aquí en el precís sentit matemàtic). No és correcte dir que es troba en desacord amb el determinisme laplacà, perquè el dimoni de Laplace era capaç d'observar i computar amb precisió infinita. Però és veritat que això afecta la predictibilitat de sistemes governats per equacions diferencials, com, per exemple, en meteorologia. La importància d'aquest efecte depèn del sistema i de les possibilitats tècniques de les computadores. És difícil veure com això pot tenir una relació amb el determinisme com un principi filosòfic.”¹³³

Per consegüent, la superació de la contradicció entre nivell individual i nivell estadístic es fa mitjançant la nova formulació (extensió) de la dinàmica, la qual cosa consisteix, precisament, en la destrucció de l'equivalència entre nivell individual i estadístic. Però en realitat aquesta ‘destrucció’ la realitza una propietat intrínsecament dinàmica, la *inestabilitat* de les trajectòries (problema de la precisió de les condicions inicials) com a tret del *caos determinista*¹³⁴ descrit en l'existència de ressonàncies, les quals queden eliminades en el comportament estable en el nivell de descripció estadística, on la descripció macroscòpica queda caracteritzada per les interaccions persistents. En aquesta descripció macroscòpica també apareix la *ruptura de la simetria temporal* per la *formulació probabilista irreductible*, i això és justificat per l'existència de *producció persistent d'aquelles ressonàncies*. Aleshores, és com a resultat d'aquella producció que apareix la irreversibilitat -expressada per la formulació probabilista irreductible- i l'eliminació de les ressonàncies en el nivell macroscòpic.

IX.5.- Justificació dels postulats de probabilitat dins l'explicació

En la teoria de l'equilibri, el propòsit explicatiu arriba a les equacions d'estat, les regularitats entre quantitats macroscòpiques que caracteritzen un sistema en equilibri i la comprensió dels seus trets bàsics, com l'equipartició de l'energia entre tots els graus disponibles de llibertat. Però Sklar¹³⁵ avisa que *en l'explicació dels trets de l'equilibri*, es pressuposa l'existència d'equilibri més aviat que s'explica. *No s'ofereix un tipus familiar d'explicació generativa o causal* d'un esdevenir entre estats. Més aviat, es tracta de la demostració que l'equilibri té certs trets (donada l'assumpció que l'equilibri existeix i que es troba connectat amb certs estats teòrics, o microstats, i la plausibilitat de certes altres assumpcions) i que aquells trets se segueixen de l'estructura del sistema i de les lleis que governen la microdinàmica, com també se segueixen de la mateixa noció del que se suposa que és l'estat d'equilibri; elements que serveixen de fonament per a racionalitzar la distribució de probabilitat postulada.

Però no solament la teoria presenta l'aparença d'estar oferint una “explicació” de tipus circular. També els conceptes probabilístics es presenten amb forts dubtes sobre el seu rol com a conceptes necessaris referits a aspectes de la realitat. Aquesta sospita pot sorgir per la diversitat de continguts amb els quals s'usen els enunciats probabilístics a la teoria. Així, recorda Sklar

que les probabilitats s'assignen com a mesures sobre una diversitat de camps d'esdeveniments bàsics. Per exemple, la *frequència temporal* de microstats d'un sistema individual. En altra ocasió es tracta de la *proporció de sistemes* en una imaginada col·lecció infinita de sistemes que tenen una classe específica de microstats. O bé, de la *proporció de condicions inicials d'un sistema* que satisfan algun tret.

Precissament, pel que fa a una justificació de l'assignació de probabilitat triada, Reichenbach¹³⁶ detallà les tres maneres per a l'establiment *a posteriori* dels graus de probabilitat, atès que una mesura de probabilitat només pot determinar-se *a posteriori*, no *a priori*. Aquests procediments són les *probabilitats estadístiques*, les *probabilitats deduïdes* i les *probabilitats hipotètiques*. Només les primeres són un mètode *primari* de trobar probabilitats; els graus de probabilitat poden esbrinar-se directament a través d'inducció per enumeració. En el segon cas s'infereix deductivament des de probabilitats conegudes, es tracta d'un mètode *secundari*. Aquestes probabilitats introduïdes hipotèticament no poden ésser derivades amb certitud de les probabilitats donades perquè, encara que moltes vegades se subministra directament la hipòtesi sobre la mesura de probabilitat, hi ha un segon nivell on una inferència deductiva subministra la probabilitat que sigui correcta o vàlida la hipòtesi sobre la mesura de probabilitat, llavors se selecciona la hipòtesi que presenta una probabilitat màxima, per tant l'ús de la mesura de probabilitat participa de la incertesa d'una hipòtesi. Per últim, en la tercera forma esmentada d'establiment *a posteriori* de la hipòtesi estadística, sobre la distribució de probabilitat, la mesura de probabilitat resulta d'una inferència inductiva, com quan s'infereix mitjançant els mètodes inductius generals des de les dades observacionals conegudes a una hipòtesi (que en aquest cas és una hipòtesi sobre una mesura de probabilitat). Reichenbach mostra el caràcter *a posteriori* del procediment de les 'probabilitats hipotètiques' pel fet que, mentre que durant un temps es tenia establerta l'estadística Maxwell-Boltzmann, aquesta mesura de probabilitat s'hagué de substituir per la estadística Einstein-Bose quan les dades observacionals corresponents a l'àmbit de les altes temperatures no es conformaven a la primera hipòtesi. Ell es preocupà de discutir i criticar els intents per a la construcció com a *primari* d'aquest mètode. Com una il·lustració seva proposa la mesura de probabilitat en la qual es basen els *teoremes de la teoria cinètica de gasos*. Es tracta de calcular i comprovar les conseqüències observacionals de l'assumpció de la proposada hipòtesi d'una mesura de probabilitat per al seu judici en termes de les seves conseqüències. Les dades observacionals corresponents a la termodinàmica són derivades des de les assumpcions hipotètiques, llavors aquestes assumpcions són *provades* mitjançant (la seva derivació de) els fenòmens termodinàmics.

A més de l'advertència de Sklar que intenses intenses controvèrsies encara dominen àrees crucials de la M.E., com és el cas de l'acostament correcte a la introducció de la teoria de la irreversibilitat, l'apropament a l'equilibri i la pròpia definició mecànic-estadística de

l'entropia,¹³⁷ en realitat la problemàtica presentada per la probabilitat pot ésser encara molt més complexa que la situació descrita en l'exposició de Reichenbach. Sklar entén que se suposa que la *font de l'adequada mesura de probabilitat* és l'estructura del sistema i les *lleis* de la microdinàmica, però -continua Sklar- encara que es considera que la distribució de probabilitats sobre les condicions inicials no juga un rol crucial, *sí que intervé un postulat fet sobre les condicions inicials*: els conjunts de condicions inicials que tenen probabilitat zero en la mesura estàndard no compten en la caracterització dels conjunts reals de sistemes en el món. Aquella única distribució de probabilitat satisfà un nombre de constriccions, com la invariància del temps i la continuïtat absoluta respecte a la mesura usual de l'espai fase.

Per a la *teoria del desequilibri* es deixa el propòsit d'explicar el fet de l'apropament a l'equilibri per part dels sistemes al món. Aquí l'esquema explicatiu és més habitual, s'ofereix una descripció de l'evolució de sistemes en una condició inicial, de desequilibri, vers altra condició, l'equilibri, on romanen. També es postula una *distribució de probabilitat* sobre els microstats compatibles amb l'estat inicial macroscòpic del sistema. És motiu de controvèrsia la qüestió essencial de quina és l'apropiada *idealització* de l'estructura del sistema des de la qual es concep l'evolució juntament amb les lleis dinàmiques d'evolució en el micronivell.

Sklar descriu els components crítics d'una constitució dels fonaments per a la racionalització de la M.E. del no-equilibri pertanyents al que podria ésser el resum d'un enfocament principal, ortodox, sobre la irreversibilitat.¹³⁸ Bàsicament, es pretén un model *causal* d'evolució que subsumeixi la conducta del sistema macroscòpic. L'evolució és governada pels *estats dinàmics* dels microconstituents, que resulten compatibles amb l'estat del sistema fixat en la seva constitució macroscòpica, i alhora per les *lleis causals de l'evolució dinàmica* de sistemes complexos que es deriven des de la dinàmica subjacent en l'estructuració resultant de la *constitució del sistema* -compost per un gran nombre de microconstituents que genera un gran nombre de graus de llibertat en el sistema- la forma detallada de la interacció entre aquells constituents. Per tant, és fonamental un nivell microdinàmic on operen *lleis fonamentals reversibles invariants temporalment*. La lectura comprensiva de l'*equació cinètica* durà a un informe genuïnament estadístic sobre un *col·lectiu* de sistemes individuals els microconstituents de cadascun d'ells són governats per les lleis dinàmiques en una composició subjacent *determinista*.

Amb tot això es procedirà a la caracterització de funcions derivables de la completa descripció col·lectiva com a contrapartides [que obeeixen l'equació evolució] a les quantitats termodinàmiques (que obeeixen l'equació evolució), és a dir, relacionades a les evolucions hidrodinàmiques observades de trets macroscòpics dels sistemes individuals. En relació amb això, per a un tret macroscòpic, variarà entre les interpretacions detallades del model la quantitat calculada estadísticament (o tret estadístic en la col·lecció de trajectòries individuals deterministes) que serà relacionada amb aquell tret, així com el mode de construcció de la relació.

Com es veu l'evolució del col·lectiu és el producte combinat de l'*estructura inicial del col·lectiu* i la dinàmica determinista de l'evolució dels sistemes individuals que construeixen el col·lectiu inicial des de microstats individuals *evolucionant de manera determinista* vers microstats futurs, on els *postulats probabilístics* sobre la naturalesa i constitució del col·lectiu inicial són els ingredients crucials necessaris per a la conducta cinètica derivada de l'evolució col·lectiva. L'apropament a l'equilibri, llavors, és una evolució descrita en una *distribució de probabilitats* sobre microstats compatibles amb les macroconstriccions dels sistemes. Però això comportarà l'*elecció de certs col·lectius* com els apropiats en una descripció correcta de la natura.

També es necessita alguna racionalització que sigui una interpretació de l'equació de l'evolució del col·lectiu del tipus com la corba concentració com a *corba solució de l'equació de Boltzmann* que no indica l'evolució més probable d'un sistema, sinó que traça la successió temporal dels majoritàriament més probables microstats durant el curs evolutiu.¹³⁹ El sistema és idealitzat com en un genuí aïllament energètic del món, si més no en el *col·lectiu microcanònic*, i per tant amb explícita renúncia a representar l'evolució del sistema amb la interferència des de l'exterior. Però també es vol evitar el que es considera imposicions des d'alt sobre la dinàmica subjacent: les hipòtesis del caos molecular com algun principi de reateorització; si més no, aquesta mena de supòsits exigeixen un fonament racional de la teoria o un informe del seu èxit per a mostrar, sinó la seva veritat, la seva *compatibilitat amb la dinàmica subjacent*.

Observem que l'enunciat que esmentàvem en IX.2, "el canvi actual en H (o el nombre actual de col·lisions) fluctua respecte al valor més probable, amb la possibilitat d'assumir altres valors amb una probabilitat petita però no-zero"¹⁴⁰, es considerava per Paul i Tatiana Ehrenfest que "representa el que Boltzmann efectivament entén per «hipòtesi del caos molecular»,” aleshores afirmen que aquesta hipòtesi encara es troba a l'espera de la formulació corresponent. (Recordem que el desenvolupament estadístic conclouia, a més a més, que el teorema H dóna *només el valor més probable* del canvi en H , i.e., la *Stosszahlansatz* dóna *només el valor més probable* del nombre de col·lisions). Després, en la pàgina següent i sota un apartat que titulen *La hipòtesi del caos molecular*, aquests autors desenvolupen formulacions precises d'aquells enunciats considerant els treballs de Jeans i de Burbury; llavors presenten l'afirmació d'una igualtat freqüencial i l'acceptació de la qual és condició per a la justificació de l'assertió que en l'evolució temporal dels microstats d'una donada distribució d'estat que comença amb un relativament valor alt de H , la *Stosszahlansatz* se satisfà en tots els intervals per l'aclaparadora majoria de moviments (això és un postulat de *reateorització*). La seva conclusió final és que la 'hipòtesi del caos molecular' (encara que la seva formulació conté molts buits) mostra que les objeccions (de recurrència i reversibilitat) només proven la insostenibilitat de la formulació *original* de la *Stosszahlansatz*, i que també mostra que els requisits sorgits d'aquells objeccions són presos dins l'informe de la versió estadística millorada de la *Stosszahlansatz*.

Una *racionalització del postulat probabilístic* es realitzaria mostrant la consistència del

postulat de realeatorització amb les lleis dinàmiques i amb els fets sobre la constitució dels sistemes. Aquell postulat formalitzat probabilísticament governa la interacció dels microconstituents dels sistemes, que són governats per les lleis dinàmiques d'evolució; usualment, a partir d'aquell postulat s'obtenen les equacions cinètiques de la teoria del no-equilibri. Però també, en alguns informes, la *racionalització de la realeatorització* dependrà per si mateixa d'aquella distribució.¹⁴¹

Però, si segons Sklar s'ha de prescindir del tipus de postulats com el de la realeatorització, també adverteix que *la distribució de probabilitats inicial presenta el problema de justificar l'elecció de la mesura zero*. En la teoria de l'equilibri es considera que hi ha una única mesura invariant temporalment que donarà probabilitat zero per a conjunts de mesura zero en la mesura estàndard.¹⁴² Aquest problema *també es presenta en l'enfocament de la inestabilitat dinàmica o sistemes caòtics*, on s'exclou un conjunt amb mesura zero.¹⁴³ Es necessita una raó física que permeti afirmar la probabilitat que en una col·lecció de sistemes quasi-tots els seus estats inicials es troben en la regió caòtica. En la col·lecció de sistemes en no-equilibri, la condició inicial d'un sistema pot correspondre a la de la regió de trajectòries estables, que satisfan el teorema KAM¹⁴⁴, o bé fora d'aquesta estabilitat, en la regió caòtica. Llavors, s'afirmarà la dimensió petita a l'espai fase de les regions de les trajectòries estables per raó que hi haurà un vast nombre de “regions de ressonància”¹⁴⁵ traslapades en l'espai fase en consonància amb els grans nombres de graus de llibertat del sistema. Però, en la lectura matemàtica d'això, no és en absolut clara l'expectativa de ‘mesura zero’ per a les regions estables àdhuc en el límit d'un nombre infinit de graus de llibertat. A més a més, afegeix Sklar que si pot mostrar-se que les regions d'estabilitat són “petites”, això no significa cap altra cosa que “petit com a mesurat per la mesura usual”.¹⁴⁶ També en la *derivació rigorosa de l'equació boltzmanniana* es precisa d'alguna justificació física de l'elecció de la usual mesura de probabilitat en l'espai fase en la qual es recolzen tots els resultats sobre l'alta probabilitat que el sistema evolucioni sota la direcció de l'equació de Boltzmann.¹⁴⁷

Per a la satisfacció de les exigències d'una justificació posterior¹⁴⁸ de l'elecció d'una funció de distribució¹⁴⁹ la teoria ergòdica¹⁵⁰ té la comesa de mostrar que la mesura triada (invariant en el temps, per a representar la distribució de l'equilibri) és única¹⁵¹ i, encara que sigui així, *explicar* també *la causa que fa correcta* la identificació de mitjanes fase amb els paràmetres macroscòpics de l'equilibri. Però els resultats de la teoria ergòdica, conclou Sklar, poden permetre abandonar l'*assumpció de la probabilitat uniforme*, només al preu de l'afegiment d'altres dues noves assumpcions: que és correcte *ignorar conjunts de sistemes de mesura zero en la mesura natural*¹⁵², i que es pot *identificar els valors dels macroparàmetres de l'equilibri amb mitjanes de temps infinit de les funcions fase* apropiades. L'assumpció de la probabilitat uniforme és la que implica la primera d'aquelles assumpcions, que per tant és més feble. I no és fàcil veure per què aquestes dues assumpcions substituïdores són més febles o més fonamentals; també la segona necessitaria encara un fonament addicional.¹⁵³

Sklar¹⁵⁴ també reconeix dues maneres bàsiques d'entendre l'adequació de la distribució de probabilitat sobre les condicions inicials en una explicació que exposi una estructura causal dels fenòmens. Segons una versió, la distribució específica proporciona donades a la natura de les condicions inicials específiques, des de cadascuna es dona una *evolució individual determinista*. En la teoria del desequilibri, l'explicació estadística examina una col·lecció o conjunt per a caracteritzar la conducció real al món de les evolucions individuals, on des del seu estat inicial cada sistema individual té una evolució causal determinista. (Dins aquesta comprensió determinista de l'explicació en la M.E., Sklar assenyalava un grup d'opinions diferents quan l'explicació estadística es duta més lluny i es planteja donar compte de la raó de la forma que pren al món la distribució de probabilitat sobre les condicions inicials.) Segons l'altra versió d'adequar la interpretació de la probabilitat a les interpretacions sobre el tipus d'explicació que ofereix la M.E. dels fenòmens al món, es comprèn que la distribució de probabilitat específica una "probabilitat disposicional" dels estats inicials títxistes. La *distribució de probabilitat* descriu la naturalesa interna d'un estat inicial genuïnament títxista per a generar els seus successors, és, per tant, una mesura d'aquella propensió causal. La noció de microstat d'un sistema es reinterpreta segons els suposats *trets del món* la comprensió del quals justificaria la introducció estadística a la dinàmica.¹⁵⁵ En si mateix, cada estat inicial de cada sistema individual conté diverses possibilitats causals per a la determinació causal d'un estat-resultat. La concepció que es té de l'explicació estadística de la conducta dels sistemes no és que la M.E. és la descripció d'un conjunt de sistemes, cadascun d'ells en una evolució determinista, sinó de l'*evolució causal entre estats títxistes del sistema individual*. La M.E., aleshores, no sols conté el pressupòsit de la subjacent estructura causal microdinàmica, comenta Sklar, també una radical revisió de la mateixa noció d'estat d'un sistema i una comprensió radicalment diferent de la seva evolució causalment determinada: la representació causal típica en el micronivell constituiria una falsa idealització.

Com una comprensió de les probabilitats sobre condicions inicials en la M.E. del desequilibri que es desprendria d'aquesta versió indeterminista, Sklar¹⁵⁶ assenyalava una caracterització que acabaria més aviat constituint un tercer tipus de probabilitat en quant tampoc no acaba de correspondre amb la idea determinista de distribucions reals sobre possibilitats subjacents, cadascuna de les quals constitueix una condició completa i real determinant en qualsevol cas particular d'un sistema físic. Segons aquesta alternativa explicativa, resulta una falsa idealització la caracterització del sistema sota un estat microscòpic genuí dinàmic, per la raó de la *inestabilitat* de l'evolució dinàmica del sistema. No es pot contemplar el sistema individual com tenint realment un precís estat dinàmic puntual inicial ni una trajectòria dinàmica lineal. Llavors, la probabilitat a la M.E. no és la del pur títxisme que es podria donar a la mecànica quàntica, un atzar pur sense variables ocultes corresponent a un món indeterminista, però tampoc no correspon a una interpretació subjectivista, amb ignorància de variables ocultes, on els valors probabilistes siguin consistents amb una descripció subjacent de la situació on l'especificació completa dels factors fonamentals en el nivell més profund oferiria una

representació determinista completa de l'ocurrència o no d'un resultat. Un enfocament d'aquesta mena és alternatiu a tots els altres enfocaments ortodoxes que consideren que hi ha un estat clàssic precís que descriu el sistema. Encara que Sklar ho qualifica de més inviable que el clàssic, adverteix que ens crida l'atenció sobre quelcom important implicat en aquesta visió i que es pot entendre com una mena de "irreductibilitat" de l'estadística que sembla exigida per la universalitat i aparent naturalesa legal dels resultats termodinàmics.¹⁵⁷ Però això, insisteix Sklar, no hauria de comportar una revisió ontològica de la situació descrita pel punt de vista clàssic, sinó més aviat l'atenció a la comprensió de les limitacions en la 'preparació' dels sistemes.¹⁵⁸ Perquè la preparació de l'estat dels sistemes sembla tenir una aparició crucial en l'evolució termodinàmica irreversible. Com en dona compte Denbigh: "Les 'lleis' que descriuen la conducta d'aquests sistemes adopten caràcter probabilista, i també -a causa dels actes de 'preparació' del sistema en qüestió- les probabilitats projectades 'vers el passat' no poden ésser simètriques amb les probabilitats projectades 'vers el futur'."¹⁵⁹

La nova concepció d'estat que comportaria una nova ontologia apareix com el propòsit d'un projecte que Sklar, segons el meu entendre, no apunta amb claredat; no identifica un lloc precís on puguin ésser assenyalades en la seva forma general les línies principals d'aquesta nova concepció que vol criticar. En tot cas, es tractaria d'una perspectiva que hauria de prendre el seu substrat d'alguna interpretació derivada del desenvolupament dels enfocaments basats en la inestabilitat dinàmica, i que el seu exponent més enfàtic estaria, segons el propi Sklar, en les opinions de Prigogine. La gran part de la crítica de Sklar al treball de Prigogine no concerneix a aquell tema, ja que els continguts del treball de Prigogine criticats per Sklar poden contemplar-se sense la necessitat d'aquella proposta (la part més desenvolupada de la crítica, al nostre entendre, correspon a l'explicació de la conducta asimètrica; vegeu següent apartat).

R. W. Batterman ha fet una crítica a les propostes de Prigogine i Misra (i altres autors que d'ara endavant quedaran sota la denominació conjunta de 'escola' de Prigogine) de la irreductibilitat probabilista explicada des de la mateixa dinàmica i de la inexistència de microstats puntuals exactes que constitueixen la trajectòria d'evolució determinista. Adverteix Batterman que l'escola ha exposat qüestions que produeixen perplexitat, que els seus arguments no estan completament mancats de força, encara que fracassin per a recolzar la conclusió ontològica forta sobre la no existència de microstats exactes, però que això no treu valor a les propostes, que a més mereixen més atenció. Que sens dubte no és trivial la demostració de la deslocalitat de Λ , que és realment molt interessant la demostració que la propietat es manté fins i tot per a les distribucions δ singulars, i que aquest resultat exigeix la seva interpretació física, encara que ara com ara no es veu com l'interessant resultat matemàtic presentat per l'escola pugui ésser efectivament satisfactori des d'un punt de vista filosòfic; i encara que resulti insuficient per a la producció d'un argument de no existència de variables ocultes. També Prigogine i Stengers reconeixen que hi poden haver certes dificultats, però en quant al seu "realisme" més aviat

que per la seva claredat i el seu propi significat intern:

"La imatge que acabem de descriure, per seductora que sigui, avui no és res més que un devessall. Encara hauran de passar varis anys per a poder avaluar la seva transcendència. No coneixem encara el seu grau de generalitat. Però que existeixin alguns tipus de sistemes dinàmics als quals s'aplica, és ja un resultat que ens sembla important."¹⁶⁰

Al final del seu article, Batterman confessa que no estar segur de la resposta a la qüestió de "si els resultats de l'aleatorietat per als sistemes K (l'equivalència no unitària mitjançant Λ , entre les evolucions sota U i W_t)"¹⁶¹ són deguts a un enfocament de gra gruixut o si, al contrari, corresponen a una genuïna absència de variables ocultes.

En la mecànica quàntica es presenten semblants qüestions interpretatives amb la funció Ψ . Però en aquest darrer cas, l'afirmació que la funció descriu completament l'estat d'un sistema individual (això és, que no poden existir els subjacents estats exactes) comporta la negació de la possibilitat de variables ocultes, i és això el que significa la irreductibilitat probabilista. Batterman dóna una resposta negativa a la recerca d'un anàleg a una prova de la no existència de condicions ocultes. I sembla que és necessari trobar aquest anàleg per la raó que en les propostes de l'escola hi hauria l'enteniment que l'aleatorietat intrínseca que han trobat és en algun sentit més forta que fins i tot la resultant de les particions K o de les que es regeixen per la llei zero-o-u. Aquesta darrera aleatorietat resulta de l'aplicació d'esquemes de gra gruixut que tenen una motivació dinàmica. Batterman esmenta diverses formes d'aleatorietat, unes que depenen del grau d'instabilitat del sistema, altres depenents de mesuraments de gra gruixut que tenen una motivació epistèmica, i algunes que serien una combinació d'ambdues motivacions. Si l'aleatorietat assenyalada per Prigogine és més forta que les formes més fortes de les altres generades per la instabilitat dinàmica, aleshores, per a Batterman, hauria d'ésser una aleatorietat des de la demostració de la inexistència de condicions ocultes. Però no ho és. Ni des de la 'deslocalització' sobre les funcions de distribució produïda per la transformació Λ . Ni des de la retenció per part de Λ de les propietats deslocalitzadores en l'extensió, per al cas especial de la transformació del flequer, de les actuacions de Λ i W_t a distribucions inicials singulars Dirac δ sota la transformació Λ -refermada en la infinita informació requerida per a la reconstrucció determinista de l'evolució- i que és interpretada com l'exigència d'una nova concepció d'estat.

L'aleatorietat assenyalada per Prigogine seria de naturalesa diferent i més feble que la irreductibilitat probabilista proporcionada per una teoria d'inexistència de variables ocultes com en la MQ, on sembla que la probabilitat no sigui generada per la teoria dinàmica, encara que tampoc no hi ha claredat sobre la raó que permet la formulació de proves d'inexistència de variables ocultes. L'escola no ha mostrat la correcció de l'atribució d'irreductibilitat a la descripció de determinades probabilitats que tenen en la dinàmica la seva raó. Si s'obtingués èxit en aquesta explicació, Batterman pensa que potser adquiriria més llum la naturalesa de la probabilitat en la ME, i fins i tot potser en la

MQ.

Ell afirma que no sap d'altra manera d'entendre les afirmacions que el precís microstat i la trajectòria única no tenen significació ni tan sols com a idealitzacions, si no és dient que aquell microstat o precís punt fase no existeix perquè no hi ha variables ocultes. Només hi ha una autèntica obligació de la renúncia al concepte de subjacent microstat exacte quan es posseeix una prova de l'existència de variables ocultes. Per tant, l'escola no ha mostrat que sigui necessària la renúncia a la “idealització no física dels punts fase”. Per a Sklar, la representació alternativa que fa Prigogine no permet que sigui necessari el rebuig dels subjacents microstats exactes dels sistemes individuals, perquè, a més que

“en mecànica estadística l'existència de les “variables ocultes”, els estats del sistema representats en la teoria pels punts de l'espai fase, és pressuposada per la construcció de l'espai fase que proporciona l'arena sobre la qual es construeixen les distribucions de probabilitat i sobre la qual se segueix la seva evolució dinàmica.”¹⁶²

També:

“Encara que aquestes representacions transformades poden capturar molt bé aspectes interessants de la dinàmica de la col·lecció, (...) la representació original de l'espai fase encara existeix (i, en efecte, és pressuposada per la manera transformada de representar l'evolució de l'estadística)”¹⁶³

Amb la seva anàlisi¹⁶⁴ Batterman vol mostrar no sols que els punts fase intervenen en els arguments com si existeixen, sinó, sobretot, que el formalisme que fa d'argument és inadequat per a referir-se als punts fase. Ell diu que hi ha una equivocació en la noció de punt fase.

Segons entén Batterman, es tracta d'una aplicació de la transformació Λ als mateixos punts fase quan l'objecte de la teoria és la transformació de punts sota la transformació Λ i la seva evolució sota W_t (en lloc de tenir pel seu objecte directe els punts de l'espai fase sota la seva evolució dinàmica a través de les trajectòries en l'espai fase). D'altra banda, també es tracta de l'aplicació de la transformació Λ a una condició inicial que *també correspon a un punt en l'espai fase*, quan la teoria afirma coses com: “fins i tot quan es comença amb una pura condició inicial corresponent a un punt de l'espai fase, ja no romandrà un punt fase sota la transformació Λ o la ... evolució W_t .”¹⁶⁵ Parlant estrictament, assenyala Batterman, no té sentit aquesta referència a una aplicació de Λ a punts fase. Λ només pot ésser definit en el marc del formalisme Koopman de l'espai de Hilbert, i és en aquest formalisme on s'emmarca l'argument contra els microstats exactes. Però *els punts fase no són el tipus de coses que puguin ésser transformats sota Λ .*

El mateix Batterman¹⁶⁶ ha considerat el treball de l'escola de Prigogine com, potser, el que pot realitzar el programa positiu que Krylov deixà sense fer per la seva mort prematura, però que pogué haver prefigurat fins a un cert punt en la seva crítica a la incapacitat de l'enfocament mecànic-clàssic per a donar una explicació adequada del lloc ocupat pels enunciats probabilistes, i.e., de la mateixa M.E. (a més de per ésser, segons Sinai, un dels primers entre els físics que ha comprès la significació i importància per a la comprensió dels processos mescla que tenien els treballs sobre

sistemes dinàmics amb inestabilitat exponencial)¹⁶⁷.

La fonamentació de l'evolució asimètrica dels sistemes es troba en la *inestabilitat dinàmica* (tipus mescla, de les trajectòries, on troba la seva justificació el postulat de realeatorització de les equacions cinètiques). Krylov mostra que el procés *mescla* és indispensable, necessari -encara que no suficient- per a l'existència de la relaxació dels sistemes físics. Es necessita el procés mescla per a fer possible l'existència d'una llei probabilista de la distribució d'estats que sigui independent de l'estat inicial i que és determinada per la fórmula de la fluctuació.¹⁶⁸ Per a descriure completament l'estat estadístic, també s'ha d'especificar una *distribució de probabilitat dins la regió inicial* $\Delta\Gamma_0$ de no-equilibri. Donada la mescla, si a més s'assumeix una distribució uniforme dins aquella regió, les nostres prediccions de valors futurs sobre varies quantitats serà *consistent* amb els resultats observats. Un assumida distribució uniforme en $\Delta\Gamma_0$ és consistent amb l'emergència de la distribució de l'equilibri després del temps de relaxació.¹⁶⁹

Ens interessa especialment que Krylov argumenta que també es necessiten *addicionals* assumpcions sobre els possibles estats inicials. Llavors la fonamentació de l'evolució asimètrica dels sistemes té com l'altre component la interacció externa amb el sistema. Aquesta interacció no és la contínua pertorbació de l'enfocament intervencionista. És la que suposa el moment singular de la *preparació*¹⁷⁰ dels conjunts inicials apropiats als paràmetres macroscòpics a l'inici de l'evolució. Això significa que un fonament teòric de la ME basat en la MC ha de fer una *restricció en la nostra elecció de conjunts inicials*, per tal d'acomplir una adequació representativa de la situació observada a explicar, el fet que no tenim (mai o quasi-mai) observacions que impugnin la conducta termodinàmica expressada en la 2^a llei.¹⁷¹

Segons Krylov, aquesta és la teoria més completa de la física estadística que és compatible amb l'enfocament clàssic. Krylov ofereix arguments que permeten afirmar que dins la teoria clàssica, la MC, no es pot justificar la imposició d'aquelles restriccions, i per tant la MC és inadequada com a teoria fonamental de la ME. Cap teoria (ni dinàmica clàssica ni quàntica) proporciona una *restricció* sobre els possibles que defineixi les característiques dels conjunts representatius inicials adequats per a la producció d'una evolució que descriu apropiadament la conducta termodinàmica revelada per la natura (ni tampoc proporcionen el *fonament de la naturalesa probabilista* fonamental del món).¹⁷²

És important anotar que els raonaments que Krylov exposa amb la seva distinció entre conjunts reals i conjunts ideals reproduïen els problemes presentats per la versió empirista-freqüencialista de la probabilitat (exposats al llarg del capítol II) confrontats amb una versió realista de la probabilitat. Aquells arguments de Krylov, per tant, tenen a veure amb la naturalesa de les lleis de la probabilitat, i corresponen a les seves idees més conceptuals de la seva crítica de la teoria clàssica, a la seva demostració que la dinàmica és impossibilitada per a la justificació d'enunciats probabilistes legals, per a admetre l'indeterminisme òntic. En la seva crítica Krylov demostra l'associació entre una 'interpretació *de facto*' de les assumpcions elegides sobre les condicions dels conjunts inicials (que

haurà tingut com a exponents a Reichenbach i a Grünbaum entre altres), una interpretació freqüencialista-empirista dels enunciats probabilistes i una teoria determinista com la mecànica clàssica.

Un *ensemble* o *conjunt real* és una col·lecció finita de sistemes els estats dels quals *són realitzats en experiments actuals realitzats en els sistemes*. Per tant, *la distribució en un conjunt real s'aplica només a experiments o mesuraments que han estat efectivament realitzats* (actualment): “Això equival a consignar un fet purament empíric i en absolut basat en l'existència d'una llei de distribució uniforme”.¹⁷³ Com que les condicions inicials s'obtenen com a mer fet sobre el món, no com a reflex de subjacents lleis de la natura, *la distribució d'estats* dins un conjunt real expressa un *fet empíric*, i no es troba determinat legalment. Krylov argumenta que *és impossible* sobre la base d'aquella distribució *predir resultats futurs* de mesuraments realitzats en el sistema d'interès.¹⁷⁴ Per tant, amb la consideració de la conducta cinètica com la conseqüència de meres regularitats “de facto” al món, és una mera casualitat la inevitable uniformitat de la conducta termodinàmica enunciada per la segona llei, i priva les lleis mecànico-estadístiques d'un genuí status legal. Llevat que *un principi de selecció governi les extensions* de manera que siguin legals les extensions projectades, *les distribucions en un conjunt real no autoritzen projeccions a distribucions subsegüents*. Llevat que les projeccions es trobin legitimades, no hi ha garantia, des d'una freqüència empírica, que una distribució projectada representarà la conducta actual del sistema en qüestió.¹⁷⁵

Llavors només queda el panorama combinat de la incompatibilitat entre *exactes microstats puntuals* i *genuïnes assumpcions probabilistes* de l'evolució termodinàmica. Ja que només hi hauria exactes microstats puntuals en els quals podrien preparar-se els sistemes si tinguéssim un procediment prou curós per a fer-ho, rere *l'absència de limitacions sobre els conjunts inicials possibles*, l'evolució futura del sistema resulta legalment determinada en una trajectòria única.

Mentre que pot construir-se una física estadística fent servir el vehicle del concepte de conjunt real pels carrils clàssics, i que no hi ha contradicció per l'ús de conjunts reals dins l'enfocament clàssic, la consideració d'aquests conjunts reals no ajuda de cap manera a determinar l'existència d'una *llei de la probabilitat real* de la distribució. Conseqüentment -i també per la seva pròpia naturalesa- dins el marc clàssic no es pot excloure la possibilitat de selecció -perquè no hi ha llei de distribució o principi de selecció- que resultaria en la realització de quasi qualsevol distribució subsegüent. Un conjunt “real” -com a oposat a la noció físicament assignificant d'un conjunt ideal¹⁷⁶- pot ésser significatiu en la teoria clàssica.¹⁷⁷

Krylov anomena conjunt *ideal* a un conjunt que consisteix d'un continu de microstats uniformement distribuïts sobre la regió, on el mesurament inicial que realitza la corresponent llei de distribució dóna ‘existència’ als sistemes membres. Per tant, aquest conjunt ideal no té una existència independent d'una llei de distribució de la probabilitat i, en quant un conjunt real sí que té aquesta independència, es pot dir, en aquest sentit, que en el conjunt ideal els sistemes necessiten

una elaboració “artificial” de la situació físicament rellevant, són “preparats”. Per si mateix el conjunt ideal és un conjunt desproveït de significació física des de la consideració de la interpretació clàssica, on la noció de llei probabilista no és definida i per tant no té significat físic. Des de la complicitat determinista de la teoria clàssica amb una interpretació freqüencialista actualista (i en general freqüencialista, veure el capítol II) on no hi ha probabilitats irreductibles ontològicament i per tant no hi ha lleis probabilistes que siguin genuïnes lleis, resulta que en la teoria clàssica, *res exclou la possibilitat de seleccionar subconjunts anòmals* des de dins $\Delta\Gamma_0$. La restricció sobre el camp de possibles conjunts inicials, és a dir, l’elecció del conjunt inicial, només pot ésser justificada per un enunciat legal sobre la distribució inicial que com a principi de selecció regeix com a regla de govern que estén legalment la distribució cap a experiments futurs.¹⁷⁸

La interpretació estadística del teorema H desenvolupada pels Ehrenfest permetia afrontar, mitjançant la noció clau de la corba concentració (veg. IX.2. i IX.4.) l’existència de microstats o subconjunts patològics. La garantia que la seqüència no esdevindrà aclapadorament desviada necessita d’una garantia que elimini la possibilitat de seleccionar subconjunts anòmals. Però en la mecànica clàssica no hi ha cap ingredient que exclouï la possibilitat de selecció patològica, *res exclou la realització de regions patològiques*, perquè l’absència de restricció sobre la possibilitat de selecció correspon a la mateixa absència sobre les *preparacions* possibles. Per tant, en una fonamentació clàssica de la teoria M.E. tampoc no hi ha justificació per a les assumpcions restrictives sobre la forma i l’extensió de les regions inicials permeses; sempre és possible seleccionar un subconjunt anòmal que incompleixi les restriccions de la forma i la grandària inicials. A l’inrevés, aquelles assumpcions eren imposades d’acord amb l’assumpció d’una distribució uniforme dins la regió inicial, que també resulta injustificable en la mecànica clàssica. No hi ha una estipulada regió inicial que es projecti per a experiments futurs, qualsevol regió pot ésser la regió inicial.

Es pot mostrar que l’enfocament clàssic no pot donar compte de l’existència d’una llei de la distribució uniforme dels microstats en les regions inicials, perquè en el cas d’una llei estadística interpretada *clàssicament sempre és possible concebre violacions* d’un enunciat referent a la distribució sobre les condicions inicials en no estar estipulada legalment una regla de selecció. La llei prendria la forma d’un condicional: Si A llavors B . A : realització d’un nombre infinit de mesuraments en un sistema per a determinar la seva posició en l’espai Γ . B : sobre l’observació en una regió donada, $\Delta\Gamma_0$, es trobaria una *distribució uniforme* de resultats en aquella regió. El condicional està falsificat si és possible satisfer les condicions especificades a l’antecedent encara que violem la distribució afirmada al conseqüent.¹⁷⁹

Amb la limitació a una operació d’inducció sobre freqüències empíriques en el conjunt real, el freqüencialisme se situa en l’omissió de l’obligació de preocupar-se per l’existència d’una connexió legal entre les condicions antecedents i la conseqüent distribució. També, després, pot entendre que una equiprobabilitat *a priori* funciona bé, i fer l’assumpció que roman sense justificació la distribució

induïda. Krylov feu una argumentació que mostra que la suspensió de judici que fa el freqüencialisme en general i l'actualista en particular té conseqüències que no poden ésser assumides per la teoria. Si es té el fet que (1) en l'actualitat trobem estats de no-equilibri. Si, amb una perspectiva empirista-freqüencialista, es fa (2) l'assumpció -una assumpció *de facto*- d'una distribució uniforme dels sistemes en el conjunt inicial *real (actual)*. Sense perdre de vista que sobre la interpretació freqüencialista (que és, abans del pas explícit subjectivista definitiu, el punt de vista sobre la probabilitat que comparteix l'estructura teòrica de la determinista MC) hem dit: com que no hi ha llei de distribució, els membres dels conjunts «reals» existeixen amb independència d'una llei de distribució, i en consonància amb això l'assumpció '(2)' per part del freqüencialista, d'una distribució dels sistemes dins el conjunt, com la seva distribució uniforme, és una assumpció *de facto*. La hipòtesi probabilista sobre una distribució en un col·lectiu estadístic (que deia Popper, VII.1.) no té cap altre significat que la probabilitat de trobar sistemes en aquells microstats *en el món actual*, es tracta dels sistemes en el seu mode d'ésser *actual*. Llavors, tenint en compte aquest darrer recordatori sobre la naturalesa de l'empirisme freqüencialista, es té que si aquella assumpció '(2)' condueix a (3) la conclusió de l'alta improbabilitat de sistemes en desequilibri, llavors, la confrontació de '(3)' amb '(1)' condueix a rebutjar '(2)', ja que s'acaba en una directa contradicció amb l'evidència experimental '(1)'. Krylov explica que l'assumpció -feta al mode freqüencialista- '(2)' condueix a '(3)' de la següent manera. L'assumpció (2) d'una distribució uniforme en un conjunt «real» inicial entranya (2a) una distribució uniforme sobre la totalitat de la superfície d'energia; però això indica que (2b) l'equilibri ha estat assolit, llavors (3) és *en l'actualitat* altament improbable, és impossible, trobar un sistema en un estat de no-equilibri.¹⁸⁰

Batterman indicava que Krylov, a més d'ésser un dels primers en reconèixer la importància del paper de la inestabilitat dinàmica, trencà el compromís amb el punt de vista estàndard que un enfocament clàssic dona els subjacents fonaments correctes amb els quals es reconciliaran, encara que siguin com a aproximacions, els eventuais problemes de la M.E. L'explicació clàssica que es basa en l'especificació dels microstats (posició i moment) és, en l'apropament de Krylov, un perjudici; en canvi, s'ha d'iniciar amb un enfocament vertaderament «empíric»: el que s'observa té caràcter probabilístic i legal, i es tracta de descobrir les lleis i la naturalesa de l'estat que en donin compte.¹⁸¹

IX.5.1.- Probabilitat i irreversibilitat

En principi, una teoria subjectivista del temps no és una teoria subjectivista de l'entropia. Pot considerar-se que realment hi ha creixement entròpic encara que la direcció temporal que li acompanya sigui resultat d'una il·lusió. Hi podria haver fletxa del temps encara que l'entropia signifiqui la remissió al nostre estat de coneixement del microstat.

Cadascuna d'aquelles teories pot dur amb facilitat a l'altra. Si la direcció temporal és una il·lusió, un procés irreversible realitzat en la direcció temporal com l'increment entròpic podria ésser

fruit d'aquell miratge. Si el creixement entròpic és un tema del nostre estat de coneixement, com que aquell creixement es troba prenyat de la irreversible direccionalitat temporal, el temps podria ésser un assumpte del nostre estat d'ignorància, de la relativitat de la nostra situació cognoscitiva, sobretot si l'entropia s'usa per a l'explicació o reducció física del temps, com fan Boltzmann o Reichenbach, així pot explicar la raó física de la il·lusió temporal o pot reduir aquesta il·lusió al nostre estat ignorant de coneixement. De fet, a la teoria subjectiva del temps és dut Boltzmann en la seva contestació a objeccions que, si bé no afirmen taxativament que l'entropia sigui un invent de la nostra ignorància o del nostre grau de coneixement, sí que són objeccions mecàniques a la validesa general o fonamental de la segona llei, de l'increment irreversible d'entropia (en el temps).

El tractament tradicional en la física d'un qüestionament subjectiu de l'entropia -i, al seu costat, de la probabilitat- ha estat la il·lustració feta metafòricament en la imatge del 'dimoni maxwellià', més aviat que la paciència necessària en l'espera del temps de recurrència. Aquest dimoni planteja la realització mecànica de la reversió, però nega l'indeterminisme òntic i pressuposa la realització del determinisme. (Aquesta via s'ha engrandit amb el desenvolupament de nocions informacionals des de la teoria de la informació (vegeu *Apèndix 4*)).

La caracterització subjectiva de les assumpcions probabilistes també es planteja amb la caracterització subjectivista del temps o de l'entropia -ambdós assumptes connectats en el nostre tema- en tant que connectats alhora amb la probabilitat (l'evolució *entròpica* és la transició en la direcció futura del *temps* vers els estats més probables, i aquesta evolució és descrita des de la intervenció de postulats probabilistes sobre la interacció molecular). Es pot fer el camí subjectivitzador anant directament a la demanda del fonament de les probabilitats que s'usen; això es planteja de mode immediat en l'exigència de compatibilitat amb la dinàmica, exigència expressada originàriament en les objeccions de la reversibilitat i de la recurrència.

Sklar presenta al llarg del seu llibre els problemes representats per la intervenció probabilística i la conseqüència que en caldria extraure. Manifesta que les *distribucions de probabilitat sobre condicions inicials s'han de considerar un component essencial de les explicacions causal-probabilístiques*. Les distribucions de probabilitats sobre les condicions inicials no són, com podria semblar, irrelevants per a l'explicació dels fenòmens del desequilibri, fins i tot allà on els resultats s'obtenen només per referència a la constitució del sistema i la seva dinàmica subjacent, com és el cas dels sistemes mescla i la resta.¹⁸²

Per exemple, en alguns enfocaments la distribució de probabilitat inicial resulta *essencial en l'eliminació del postulat de la realeatorització* (o hipòtesi continuada del caos molecular repetit al llarg de tota l'evolució, que presenta el problema de tenir una dubtosa consistència amb l'exacta evolució dinàmica), o, si més no, en l'obtenció del terme curt i la conducta específica dels sistemes.¹⁸³ En l'enfocament de Landford¹⁸⁴ es conclou que en l'evolució de l'*ensemble* els sistemes es conduiran

a la manera boltzmanniana (descrita per l'equació de Boltzmann) amb alta probabilitat, i en aquesta conclusió no es necessita la condició de realeatorització.¹⁸⁵

Sobretot, la distribució inicial de probabilitats sobre els sistemes de la col·lecció és *essencial en l'evolució asimètrica del col·lectiu* en el temps (en la direcció del futur amb increment entròpic paral·lel per a tots els sistemes, però no a l'inrevés). En el cas dels ensembles caòtics, fins i tot si se suposés que quasi-tots els sistemes tenen els seus estats inicials en la regió caòtica, encara es necessitaria la distribució “natural” de probabilitats per a l'obtenció de la conducta termodinàmica dels sistemes, cosa que comporta donar compte de l'origen de la conducta termodinàmica temporalment asimètrica dels sistemes, explicar la legitimitat d'aquella distribució en quant pot suposar per si mateixa una condició d'asimetria temporal. Es demanda una explicació *física* que doni raó per a l'afirmació que la distribució “natural” sobre les condicions inicials es troba realment en el món. És a dir, es reclama una explicació per a l'afirmació que és legítima una distribució que quan s'aplica als microstats produeix una asimetria entre predicció i retrodicció, perquè prohibeix l'aplicació d'una distribució de probabilitats a estats finals de sistemes que conduiria exactament a “la asimetria oposada”, i.e, a l'expectativa d'una conducta antitermodinàmica dels sistemes a nivell macroscòpic.¹⁸⁶ Quina és l'explicació que els sistemes es distribueixin de forma que donin un increment entròpic paral·lel vers el futur?¹⁸⁷

Res impedeix en la *teoria* una conducta antitermodinàmica en paritat amb la termodinàmica, i si se suposa alguna afirmació discriminatòria a favor de la representació adequada, llavors aquest supòsit precisaria d'una *racionalització física de la preparació dels sistemes que l'enfocament mecànic-estadístic no dona*. Una col·lecció sota la distribució de probabilitats inicial sobre les condicions inicials tindrà una col·lecció en el temps revertit que també la satisfà. Llavors es té els microstats inicials de sistemes en no-equilibri sota la distribució que condueix a una predicció de la conducta termodinàmica, i també per a sistemes en microstats finals de no-equilibri aquella distribució postulada condueix a una predicció de la conducta antitermodinàmica.¹⁸⁸

En últim terme, alguna versió del postulat de Boltzmann que afirmés que la noció de la direcció futura del temps es fonamenta en la direcció de l'increment entròpic, l'assoliment de l'equilibri, permetria obtenir el fet de l'increment entròpic en la direcció futura (“cap endavant”) del temps, presa com a donada, però en l'emfasi de Sklar és més important el paral·lelisme conductual -pressuposat en l'argumentació de Boltzmann- en la direcció temporal del canvi entròpic per l'aclaparadora majoria dels sistemes.¹⁸⁹

Però llavors, afegeix Sklar, és la introducció d'unes *especials condicions inicials* a la col·lecció el que permetria afirmar que una distribució de probabilitat simètrica temporalment només pot usar-se per als estats inicials, o, simplement, que la distribució és asimètrica temporalment¹⁹⁰: “*les col·leccions inicials són essencials en la introducció de la asimetria temporal en la representació.*” [Les cursives són nostres] És només des d'un postulat sobre els conjunts inicials apropiats que pot obtenir-se el

paral·lel augment entròpic en la direcció futura del temps seguit per l'aclaparadora majoria dels sistemes, postulat que no es troba equiparat amb un altre corresponent sobre *ensembles* "finals".

Malgrat el rol que ha de jugar en els aspectes justificatius de la M.E., per exemple en els enfocaments de l'evolució caòtica, no hi ha cap referència a la naturalesa del col·lectiu inicial des d'on arrenca l'evolució.¹⁹¹ Però, com s'ha indicat damunt, per a Sklar resultaria inevitable (tant en els enfocaments basats en l'ergodisme, com en alguna mena d'instabilitat dinàmica) la rellevància de la preparació del sistema, d'una elecció apropiada de la col·lecció inicial representativa dels sistemes individuals, per a poder fer una representació teòrica de la asimetria temporal dels sistemes, ja que els seus resultats són temporalment simètrics segons la seva derivació de la dinàmica.¹⁹²

Krylov no tingué temps d'oferir un programa que obtingués un tractament detallat de la preparació, una explicació del mode en el qual la interferència inicial condueix a les col·leccions inicials del tipus que es necessita per a la producció de l'evolució d'increment entròpic. Però encara en absència d'això, Sklar també pot oferir unes breus observacions prèvies. En general, la "temptadora proposta parcial"¹⁹³ de Krylov requeriria d'una explicació detallada de la preparació, en el sentit de donar compte del mode en què la seva constitució, en la combinació dels apropiats conjunts inicials amb la instabilitat de les trajectòries produïda dinàmicament, dona com a resultat la detallada descripció cinètica en l'adequat temps finit, tal i com desitgem. A més a més, requeriria l'additament que la completés amb l'explicació de l'obtenció per aquella via de la asimetria temporal sense fer intervenir la noció de 'preparació' (i la seva distinció de la 'destrucció').

Però, en primer lloc, si Krylov afirmà que és impossible la preparació d'un conjunt inicial representatiu d'una col·lecció de sistemes amb evolució antitermodinàmica, llavors Sklar recorda els resultats dels experiments del ressò-spin¹⁹⁴, els quals, si més no, mostren que es fa necessari que el projecte krylovià expliqui quina és la raó que fa impossible la preparació ordinària de col·lectius inicials d'evolucions extraordinàries no termodinàmiques. També, el dubte crític, molt més important, sobre la ruta kryloviana als orígens de la conducta cinètica i de la asimetria temporal, es troba en la mateixa noció de preparació. Perquè, segons Sklar, en el plantejament de Krylov, el problema de l'origen de la asimetria temporal de la conducta termodinàmica introduïda en l'explicació estadística només es pot trobar en el seu trasllat a un altre misteri, el de la causalitat temporalment asimètrica que distingeix les preparacions dels sistemes de les seves destruccions. La asimetria temporal queda com a resultat de la nostra idea intuïtiva de la causalitat direccionada des del passat vers el futur. Sklar no veu cap altra manera de comprendre la producció del paral·lelisme temporal exhibit per part dels sistemes, essencial en l'evolució termodinàmica, si no és que Krylov estigui acceptant el basament d'una assumpció implícita de la asimetria causal en el temps: "...és difícil veure *per què* la direcció temporal de l'acte de la preparació a l'acte de la destrucció hauria d'ésser sempre la mateixa direcció temporal. I és difícil veure per què aquella direcció sempre seria la direcció temporal que prenem com des del passat al futur."¹⁹⁵

Si l'escola de Prigogine s'ha pogut entendre com que en certa manera realitza el programa positiu que Krylov apuntà, també la crítica de Sklar¹⁹⁶ s'ha dirigit sobre Prigogine i els seus col·laboradors, amb una especial atenció als problemes que aquesta alternativa explicativa pot presentar en relació a donar compte escaient de la conducta termodinàmica asimètrica temporalment. La crítica a aquest assumpte es troba separada de la crítica a la idea atribuïda a Prigogine de la no existència d'un microstat exacte del sistema, que correspon a la reflexió amb la qual Prigogine entén les conseqüències tant dels seus resultats com dels desenvolupaments recents. Aquesta interpretació d'un estat indeterminista genuí es considerada per a Sklar una adopció explicativa innecessària dins la proposta que l'escola fa de conjunts representatius singulars, la qual sí que té a veure amb l'informe de la irreversibilitat.

Sklar recorda que els arguments de la proposta de Prigogine corresponen a les característiques que resulten de considerar les propietats dels sistemes en les condicions més fortes d'evolució caòtica. Per tant, en bona mesura, les crítiques de Sklar a Prigogine es corresponen amb les crítiques a la 'inestabilitat dinàmica'. Per exemple, perquè necessita de la idealització en temps infinit. Així, en la conducta del sistema *mescla* sobre un especificat interval temporal finit, la majoria de sistemes mostraran conductes no-monòtones en ambdues direccions temporals, alguns es desviaran monòtonament de l'equilibri en una o en ambdues direccions temporals, i alguns altres tindran un apropament monòton a l'equilibri. Per tant, la conducta en el *temps finit* pot ésser molt diferent de la que el sistema mescla té en el límit del temps infinit, on tots els subconjunts de la col·lecció de mesura diferent de zero sí que mostren un idèntic “apropament a l'equilibri”.

Això també provoca *qüestionar que sigui necessària la invocació de subcol·leccions singulars del tipus dilatant per a la caracterització apropiada de les col·leccions inicials físicament preparables*. Però a més d'això, hi ha altres problemes que duen Sklar a concloure que no hi ha cap claredat que obtinguem fonaments per a la comprensió de les qüestions físiques problemàtiques mitjançant la *postulació de conjunts de mesura zero com a col·leccions inicials*. En primer lloc, encara que Prigogine accepti que la nostra preparació del sistema no ens donarà exactament col·leccions de mesura zero, Sklar adverteix que encara és dubtós el seu suggeriment que aquests conjunts preparats s'aproximaran als de mesura zero, els quals són presos com a *representants dels sistemes realistes preparats físicament*.

“Alguns casos especials (el cas del feix de llum en paral·lel que es dissipa en moviment tèrmic aleatori) poguessin ésser representants apropiadament d'aquesta manera. Però no serà idealitzable d'aquella manera el cas més usual -per exemple, un sistema en equilibri relatiu a algunes constriccions imposades, les quals són aleshores canviades, i que en conseqüència evoluciona vers un adequat nou equilibri. El conjunt inicial per a aquest darrer cas, segur, és un conjunt que no és de mesura zero. És un d'aquells conjunts que, encara que es condueix simètricament en els límits temporals infinits positius i negatius, evoluciona vers l'equilibri per a un temps finit posterior a la preparació. Aquest temps serà el temps de relaxació experimentalment observat per al sistema.”¹⁹⁷

Sklar també assenyala que té aspectes qüestionables l'afirmació de la *impossibilitat de la preparació dels sistemes singulars amb conducció antitermodinàmica* fundada en la "entropia infinita" d'aquests estats singulars, i que per consegüent necessiten una "informació infinita" en la seva preparació. Recorda els experiments del ressò-spin, cosa que mostraria que algunes vegades es poden construir sistemes amb conducta antitermodinàmica. Per tant, l'argument de Prigogine *està mancat de l'establiment dels límits dels resultats d'impossibilitat que afirma tenir demostrats*. Sklar també adverteix que la noció d'entropia presentada per Prigogine té una altra noció d'entropia que li és exactament antisimètrica temporalment, el desenvolupament de la qual ve permès per la reversibilitat subjacent de la mecànica i per la consegüent simetria temporal de tots els trets de la condició de sistema *mescla* i sistema *K*.

A més a més, són aquests estats singulars els que Sklar també considera innecessaris i insuficients per a una teoria completa. Romanen els problemes fonamentals de reproduir en la teoria la conducta temporal finita actual i de l'explicació de la asimetria temporal dels fenòmens. Apropiades col·leccions no singulars serveixen per a aquells objectius -àdhuc si tots els ensembles no singulars presenten una igualtat de comportament en les dues direccions temporals límit, en el temps menys i més infinit- sense necessitat de recórrer a distribucions de probabilitat singulars per a la ruptura de la simetria temporal.

Aquells estats singulars es poden invocar com a dispositius matemàtics per a la selecció d'una direcció temporal en lloc de l'altra en una ruptura de la simetria formal. Tot i així, en la representació de la situació de la típica evolució dels sistemes des del desequilibri a l'equilibri, semblen innecessaris i duen a conclusions errònies, segons Sklar, per a qui també és difícil veure la manera com pot avançar la comprensió en la raó per la qual és la regla de la natura el paral·lelisme de l'evolució termodinàmica.

Sklar insisteix en els assoliments que ha d'obtenir una explicació adequada. Hem de comprendre els elements que constitueixen la *preparabilitat* dels sistemes de manera que tinguem una explicació de la causa que la preparabilitat determini que la preparació final de l'evolució del sistema en un temps *finit* sempre sigui el mateix final temporal relatiu al mesurament o observació final. Llavors, si la possessió d'una entropia infinita és *una restricció en la preparabilitat del sistema*, aquest argument ha de donar compte d'aquella demanda, ha de donar la raó que la direcció de la preparació en l'observació sigui la mateixa per a tots els sistemes. Ha d'explicar que és impossible la preparació de sistemes amb entropia infinita d'un tipus, i no és impossible la preparació de sistemes amb entropia infinita d'altre tipus. Ha d'explicar el fet crucial que els elements que determinen que la 'preparació' dels sistemes produeixin el paral·lelisme temporal de la conducta termodinàmica, que sempre es trobin en el mateix ordre temporal els extrems entròpics baix i alt de l'evolució del sistema. Però *en tota la enginyosa matemàtica de la proposta de Prigogine de la ruptura de la simetria dels estats inicials dels sistemes representada per col·leccions inicials singulars del tipus dilatant Sklar no*

veu una explicació física que donés la raó de la impossibilitat de la meitat dels sistemes representada per estats inicials que són *fibres dilatants* en una direcció temporal donada, i l'altra meitat representada per *fibres contractants* en aquella direcció temporal.

Per tant, tampoc la proposta d'aquells conjunts singulars no evita la necessitat d'una explicació que legítimi o justifiqui la invocació d'aquells conjunts que donen la correcta conducta asimètrica en el temps infinit enlloc d'aquells altres conjunts singulars que donen la incorrecta conducta antitermodinàmica en el límit temporal infinit; és a dir, *l'explicació de la raó que en el nostre món només es presenten els d'un tipus i no els de l'altre tipus.*

Com hem vist en aquesta mostra de la crítica de Sklar a alguns enfocaments rellevants, hi ha dificultat per a derivar la irreversibilitat des de les lleis sobre l'estructura del sistema. Lleis i estructura són els elements constitucionals de l'explicació (mecànica d'una llei experimental com la segona termodinàmica), però també les assumpcions probabilistes. Sota una demanda de compatibilitat d'aquestes darreres assumpcions amb la teoria subjacent i l'associada estructura d'evolució determinista del sistema, la probabilitat hauria d'ésser reductible a aquells trets paradigmàtics. Però no ho és. Donar contestació a aquelles objeccions, és a dir, fonamentar la irreversibilitat des de la dinàmica, participa en principi de qüestions com la justificació mecànica de les assumpcions probabilistes, les quals signifiquen *la selecció* d'estats inicials que condueixen l'evolució cap a la distribució maxwelliana de velocitats.

Es pot separar les dificultats de la naturalesa probabilística a la M.E. de la qüestió del temps. Per exemple, hem indicat que Zermelo havia afirmat la no vinculació significativa entre el concepte de probabilitat i el fet del temps (IX.4.). Encara que Zermelo ja explicà (i Boltzmann ho admetrà) que la probabilitat és indiferent a la direcció temporal, sembla que la intervenció probabilista és un vehicle essencial en la producció del comportament irreversible no justificat dinàmicament. També per a Popper, la segona llei té una validesa estadística dins el cosmos, mentre que el temps és independent d'aquella llei i molt més fonamental còsmicament, com veurem en el capítol següent. Aquesta indiferència i basament més bàsic del temps comporta que les excepcions a la llei estadística també es produirien en la direcció futura del temps, la reversió a un estat inicial encara es produiria cap al futur. Però, tot i així, encara des d'un punt de vista mecànic -fortament inclinat a la consideració del temps sense condició física pròpia- la probabilitat rebria l'acusació d'introduir en la microestructura la conducta irreversible. Diferents assumpcions probabilistes podrien caracteritzar diferents comportaments evolutius del sistema, com ha insistit Sklar; unes assignacions de probabilitat donarien una probabilitat alta per a la conducta termodinàmica futura, altres en donarien per a la antitermodinàmica. Però la intervenció probabilista (que també representa una suposició selectiva sobre la naturalesa dels estats inicials) quedarà condemnada a considerar-se la (arbitrària) responsable de l'evolució (termodinàmica) del sistema mentre la demanda del seu fonament romanguí sense tancar-se (i el sistema es concebi com a no- probabilista en tant que es consideri

rellevantment determinista). Les hipòtesis probabilistes estaran obertes a una qualificació de caire subjectiu (que a més apregona la subjectivització de la fletxa temporal) mentre no puguin justificar-se, o sigui, mentre no pugui donar-se el seu origen físic o la seva racionalització pel seu encaix en el paradigma teòric subjacent.

Capítol Desè.- Interpretació de la probabilitat en la mecànica estadística clàssica

X.1.- Possibilitat i temps

En general, el *determinisme* afirma que, al cap i a la fi, com el que compte és allò que es realitza (la possibilitat no forma part de la realitat, en tot cas de la nostra ment, això és, forma part de la nostra ignorància, o informació incompleta, de la realitat), cada món com a resultat correspondrà a la realització de les condicions que l'originen. Llavors el que passa amb l'*indeterminisme* és que la ignorància de tota la informació construeix una ficció epistèmica de les causes (o condicions antecedents possibles) a la ficció epistèmica dels resultats. Sota la perspectiva determinista el conjunt de mons possibles és un espai virtual que com a ficció epistèmica conté l'*únic món real-actual* que es realitzarà determinat per les condicions inicials actuals.

Però la visió determinista no necessita afirmar que només hi ha un món efectiu. També pot acceptar que hi ha diversos mons realitzant-se, cadascun d'ells determinista. Per a sostenir aquesta imatge d'un mode determinista només s'ha de desdoblar el temps i atribuir un temps diferent a cada món. Si diguéssim que tots o potser diversos mons són reals-actuals, és a dir, existint amb el seu propi temps (per exemple com si aquests temps fossin simultanis), essent realitzats, llavors ells són determinats, el determinisme s'hi instaura.

Tampoc no cal simultaneïtat. No es fa obligatori considerar les diferents evolucions possibles enregistrades en la *hipòtesi cosmològica* de Boltzmann (vid. X.2.1.) com succeint en un mateix temps del sencer espai universal, com originàriament fou exposada; podem veure la hipòtesi com descrivint intervals successius de la durada temporal total de l'univers. Llavors, si les possibilitats desviades, com a revertides, *volen dir una reversió del temps*, llavors no hi ha temps davant el qual pugui ubicar-se la possibilitat. La possibilitat (d'una desviació) no està donada vers el futur. Com que el futur és igual al passat, llavors la possibilitat no està donada *realment*. Si el futur és una il·lusió, la possibilitat (oberta vers el futur) és una il·lusió, en ésser la seva ubicació natural (el futur) una il·lusió.

Sota la visió propensional, en canvi, la *virtualitat del conjunt de mons possibles* no menyscaba la seva *realitat*. El possible forma part de la realitat en una interpretació propensional popperiana (que és la construcció deliberada d'un *programa metafísic propensivista del cosmos*). El

conjunt de mons possibles és real perquè no és una *ficció epistèmica* (Schneider) o un model lingüístic sobre la realitat (van Fraassen). En la nostra apreciació bàsica de la *possibilitat*, aquesta no és present o passat, no és realització (encara que aquesta concepció no n'és l'única, i n'hi puguin haver d'altres en desacord). Per tant cal distingir com la concepció propensional sobre el conjunt de mons possibles es diferencia de la concepció implícita que en fa una hipòtesi com l'ergòdica, o la cosmològica de Boltzmann, o d'altres similars que semblen parlar d'un espai de possibilitats.

1. Altres extensions de la invariància temporal: universos simètrics

Encara que per a Popper l'enunciat de la segona llei no tingui significació còsmica (X.4), sí que és un enunciat de forma "universal", encara que estadístic. Potser, hi ha condicions còsmiques en el nostre univers que fan que els gasos en les condicions d'aïllats tinguin el comportament estadístic descrit per la segona llei, això ha d'ésser d'aquesta manera si hi ha una propensió, com assegura Popper, per a aquell comportament. Si es necessita l'explicació còsmica dels moviments inicials microscòpics a l'atzar (o hipòtesi del caos molecular) per a l'explicació de la producció asimètrica temporal, la posició de Popper estaria potser en la perspectiva explicativa que afirmaria simplement que és un fet la raó del succés de les condicions inicials aleatòries del nostre univers observat. (Però, potser, no un fet merament contingent; degut a la indistinció entre lleis i condicions, assenyalada per exemple per Layzer (XII.2.2.1.), obtindria status nomològic en el conjunt de mons físicament possibles, i mesura 0 la possibilitat lògica divergent). P. Davies indica altres tres perspectives cosmològiques. A més de l'específica boltzmanniana, on la solució al caos molecular era la de la nostra estada en una fluctuació còsmica des de l'equilibri (on és molt probable l'acompliment de la *Stossahlansatz*, comenta Davies), una altra alternativa és que l'univers observat és un membre típic, triat a l'atzar, dins una col·lecció total, potser infinita, d'universos, on es realitzen totes les condicions inicials de moviments microscòpics. La conducta patològica de mons on els gasos se separen representaria a una fracció miraculosa d'universos, però una fracció infinitesimal dins aquell conjunt sencer. Per últim, encara Davies recorda l'alternativa, que atribueix a Gold i Wheeler, que planteja un ordre, cooperació atòmica o pla ocult, rere l'aparença aleatòria de les microcondicions inicials. Aquell ordre es desdoblaria en la inversió (futura) -o segona meitat de l'univers, el món del temps "enrere", que potser començaria amb una contracció cosmològica- de la pauta asimètrica actual (d'increment del desordre total en els sistemes bifurcats formats a l'atzar).

"Sobre la superfície d'un planeta com la Terra tot marxaria cap enrere. Els rius correrien pendent amunt, les gotes de pluja ascendirien cap al cel i desapareixerien, es formarien en les platges castells de sorra sota l'acció del vent i de la marea. La matèria inanimada es constituïria espontàniament en éssers humans grans i malalts que cada cop s'anirien tornant més joves i sans, fins a acabar els seus dies desapareixent en els ventres de les seves mares!"¹

Sota models d'univers amb simetria completa no hi ha "principi" ni "final", i se suggereix una concepció cíclica del temps que es representaria amb la reversió del temps que canvia el sentit

dels processos físics en els diferents cicles.

“Al “final” d’aquest cicle de temps invers hi hauria altre gran esclat, que seria identificat aleshores amb aquell altre que s’esmentà en primer lloc del nostre propi passat. A la nostra part de l’univers no arribaria res de les conseqüències que procedeixen de la part de temps invers, però la llum estel·lar acumulada apareixeria en el gran esclat inicial com a radiació present en el que s’interpreta normalment com la “creació” de l’univers.”²

“Naturalment, des del punt de vista de la física tota evolució és reversible, i la qüestió que l’univers s’encamini a un final, es redueix a decidir si el moviment en gran escala de l’univers és de tal naturalesa que pugui arribar a provocar una reversió del seu desenvolupament present.”³

Després de pinzellades d’aquesta mena, Davies⁴ es llançarà de ple a decorar aquest universos de temps simètric amb les conseqüències que els corresponen. El món objectiu de la realitat física no ha ofert un experiment que detecti el pas del fantasma del temps. La ment dels éssers humans és una petita finestra que impedeix veure el fenomen total. Aquesta falla mental extrapola injustificadament el seu aquí i ara personal a un món físic que no és l’origen de la divisió temporal i de la seva unidireccionalitat. El continu moviment temporal té el seu origen en la distinció mental entre passat i futur. Tota la nostra societat està infiltrada per aquest moviment del temps amb una forta aversió a descartar aquesta il·lusió del temps. Aleshores, aquesta consideració de l’origen de la divisió temporal del temps en la nostra consciència afecta la causalitat: una categoria antropomòrfica que necessita l’existència del temps. Davies associa el seu rebuig a la rellevància de la causa i de l’efecte amb el nostre alliberament de “l’egocentrisme humà consistent en crear una deïtat antropomòrfica”⁵. També com en certs corrents filosòfics, l’essència dels conceptes de causa i efecte té la seva arrel en el món humà; la descripció en termes de desordre organitzatiu d’interaccions físiques orientades temporalment només representa la descripció d’una orientació, en si mateixa, exclusivament humana: “Després de tot, en un univers amb simetria respecte del temps, les causes poden venir del futur de la mateixa manera que poden venir del passat.”⁶ Quan Davies comenta els efectes del fenomen d’interferència amb ones lluminoses.

“Nogensmenys, en física la diferència entre la causa i l’efecte no és realment rellevant; l’única cosa que importa és la interacció. És perfectament permisible, ben sigui intercanviar la causa i l’efecte, o bé que hi hagi una causa que segueixi a l’efecte en el temps, sempre que tot sigui intrínsecament autoconsistent.”⁷

Amb la proposta d’universos de temps simètric es poden concebre aquests tipus d’interpretacions, tan antagòniques a la idea popperiana de la concepció del món que hem d’acceptar perquè el nostre coneixement pugui apropar-se a la seva realitat. Quan Prigogine (i Stengers)⁸ es fa càrrec de visions d’aquesta mena, d’aquesta successió eterna de fases d’expansió i de contracció com a “altra formulació de l’ideal d’eternitat estàtica que fou el de Einstein” i que queda expressat en la simetria essencial del model estàndard, ell dóna la raó per la qual aquesta possibilitat d’etern retorn queda exclosa en el model que ell proposa, però afegeix que també, segons el seu propi model, l’eternitat de l’Univers podria ésser constituïda per una sèrie temporal successiva d’explosions

entròpiques, perquè encara que la fase inicial -de creació- del nostre univers és irreversible i només és reversible la fase d'expansió sense creació de matèria, hi cap que en el futur una nova inestabilitat creï Univers després que el buit inestable s'hagués restaurat per la disminució de la densitat de matèria. A més que podria "arribar a ésser concebible que altres Universos hagin precedit al nostre i puguin succeir-li"⁹, un univers com a creació contínua a través d'una successió infinita d'Universos, on "podem aproximar la proliferació dels temps múltiples associats a la creació de noves formes d'existència", es pot concebre un etern retorn "intrínsecament irreversible", perquè etern retorn no significa necessàriament reversibilitat.

Però no pretenem aprofundir en quina és la imatge més adequada de construcció cosmològica, ni analitzar la narració física que conjugui temps irreversible, etern retorn i alguna mena de successió d'universos. El nostre modest objectiu es concentra en mostrar com malgrat que no només la dinàmica sola, sinó també la intervenció probabilista en la dinàmica, allò que conforma la M.E., no dóna raó de la fletxa temporal, no obstant això, la interpretació propensió (de la probabilitat), o interpretació realista de la probabilitat, sí que assumeix la fletxa temporal; i que aquesta assumpció queda palesada en la col·laboració entre propensió i temps; i que aquesta col·laboració és expressada tant en la necessitat que de la fletxa temporal té el realisme de la possibilitat, com en el fet que el caràcter físic de la probabilitat (això és, la propensió com a relació establerta per un preparatiu experimental) sigui la justificació teòrica per a allò que podem anomenar 'constricció del camp de possibilitats teòriques' o atribució de mesura 0 a (conversió en impossibilitat física de) certs conjunts físicament possibles, restricció feta d'acord amb la idea propensionalista que la presència de la propietat física disposicional és allò que permet donar una regla de selecció en el conjunt de mons possibles.

Tot això consisteix en fixar la posició (que en conjunt ha d'ésser coherentment propensionalista) de Popper sobre la M.E., alhora que sobre una 2^a llei termodinàmica (que és una llei irreversible i aleshores es fa ressò del temps) on no es parla de probabilitats, i sobre les probabilitats que es troben entre aquella llei (que pertany a la termodinàmica, una teoria de forma determinística) i la legislació dinàmica (la teoria determinista per excel·lència). Llavors cal tenir en compte que la tesi de Popper és que hi ha probabilitats reals (propensió) en la M.E, que la presència probabilista no pot ésser interpretada com l'expressió de la nostra ignorància de la completa informació dinàmica. Després també separa l'enunciat de la 2^a llei del creixement entròpic -llegit per aquella probabilitat real- del temps real: es tracta d'un enunciat estadístic, mentre que el temps no té naturalesa estadística i té significació còsmica. D'altra banda, com veurem, hi ha en Popper una unitat, una inextricable relació vinculant de la probabilitat-propensió amb el temps.

Per exemple, una hipòtesi ergòdica afirma que sobre un temps suficientment gran el sistema presentarà tots els seus estats possibles, però hi haurà una aclaparadora majoria temporal de estada en

els estats d'equilibri. Per quina raó no hauríem d'admetre un resultat d'aquest tipus?, la propensió encara podria seguir essent la raó d'aquest resultat enunciat per una teoria ergòdica, la responsable d'aquest espai de possibilitats establert des de la teoria ergòdica.

En una hipòtesi com l'ergòdica, a diferència de la cosmològica de Boltzmann, o de la dels universos simètrics, no es fa una explícita afirmació que la tornada a un estat inicial hagi de constituir una reversió del temps, encara que per l'essencial indiferència temporal mecanicista se suposa això (de fet la teoria ergòdica s'instrumenta per a conjugar la reversió (implicadora d'anul·lació de la fletxa del temps) amb altres afirmacions).

2. El rebuig de Popper a l'ergodisme

En *La lògica*, pàg. 194, nota *1, apartat 70 Popper fa una lleu al·lusió a l'ús de la demostració d'*hipòtesis ergòdiques* com a argument contra la seva tesi (esmenta al respecte el treball de P. Jordan, *Anschauliche Quantentheorie*, 1936, p.282) sobre el tema del "pont" (tractat al final de VII.1.): "*les conclusions probabilistes necessiten premisses probabilistes -per exemple, premisses de la teoria de la mesura, en les quals entren certes assumpcions equiprobabilistes*". O bé:

"Les estimacions estadístiques -o els enunciats freqüencials- mai no poden deduir-se simplement de lleis de tipus «determinístic», per la senzilla raó que per a deduir alguna predicció d'aquest tipus de lleis es necessiten condicions inicials. En lloc d'aquestes, a tota deducció en què s'obtenen lleis estadístiques a partir de micro-suposicions de caràcter determinístic o «precís», entren supòsits sobre la distribució estadística de les condicions inicials: això és, assumpcions estadístiques específiques."¹⁰

La contestació de Popper és que "em sembla que la meua tesi queda més suportada que invalidada pels exemples de Jordan." Popper torna a tractar el text de Jordan en Apèndix *XI, però, sense considerar la discussió amb Jordan, sobretot ens interessa, sota el comentari de Popper, recordar que les hipòtesis ergòdiques, tot i que busquen el recolzament en la dinàmica determinista, no eviten de fet en el seu contingut els supòsits i enunciats probabilistes. Fins aquí el comentari sobre la hipòtesi ergòdica s'integra en la seva idea exposada tant en *La lògica* com el *Post Scriptum*, i plantejada temps abans, contra un pont subjectiu i contra una deducció de premisses no probabilistes a conclusions estadístiques; aquest tema forma part de la seva crítica a l'intent determinista d'explicació (VII.1.). Però, a més a més, hi ha altre lloc del seu text on es fa càrrec de la recurrència ergòdica: "si acceptem la teoria probabilista de l'entropia hem de considerar segur, o quasi-segur, que el món es repetirà de nou accidentalment -a condició que esperem el temps suficient-."¹¹ Aquí el comentari dóna la raó per al seu rebuig de l'ergodisme o hipòtesis d'aquest tipus:

"al meu entendre constitueix un exemple perfecte del tipus de raonament que aquí critico, i que podria dur-nos a esperar quasi amb seguretat qualsevol cosa que vulguem. Tot això fa veure els perills inherents a la forma existencial, que els enunciats probabilistes comparteixen amb la majoria dels de la metafísica (cf. l'apartat 15)."

En VII.3. reproduïem l'exposició de Popper del problema de la falsabilitat dels

enunciats probabilistes. Un problema que procedeix de la seva condició de ‘enunciats estrictament existencials’.¹² Les hipòtesis probabilistes pateixen el caràcter no-empíric o “metafísic” d’aquells darrers enunciats. Això és perquè la fórmula binomial enuncia que [per a la tirada de la moneda] “la probabilitat de donar amb un segment molt llarg que presenti una gran discrepància de $\frac{1}{2}$ és summament petita, sempre serà major que zero.”¹³

Però el problema de la decidibilitat no comportava només una anempiricitat amb dificultat de contrastació empírica, també té una arrel definicional com advertí Popper quan assenyala la circularitat que implica l’aparició de l’expressió ‘quasi-tots’ en el *definiens*; qüestió amb la qual ens trobarem en l’aclariment del concepte propensional (III.2.1.), i que serveix a Sklar per a fer reclamacions de justificació de les conjectures de mesura 0 en els enunciats probabilistes de la M.E.

La sortida oferta per Popper se separa del punt de vista lògic, on les hipòtesis probabilistes no poden ésser falsades, suposa una negació de la identitat dels conceptes físic i matemàtic de la probabilitat, consisteix de menysprear les improbabilitats extremes. Aquesta restricció del concepte de probabilitat resulta de la decisió metodològica de no explicar els efectes físics, les regularitats reproduïbles, com a acumulacions accidentals. Ara el problema serà establir “quan és “petita” una probabilitat? (...) hem de saber el que hem de considerar *petit*.”¹⁴, i hem de pensar que per a Popper la resposta donada haurà contestat el seguit de qüestions: “Però, amb quin dret els [els efectes summament improbables] condemnem d’aquesta manera? On hem de traçar la línia de separació? On comença tal «summa improbabilitat»?”¹⁵

Una hipòtesi com l’ergòdica exemplifica, segons Popper, un ús metafísic de la teoria probabilista que l’impedeix utilitat en la pràctica de la ciència empírica.¹⁶ “Explica” regularitats físiques observades, per exemple el conjunt del nostre món, mitjançant certes assumpcions probabilistes, així, com una fase d’un caos aleatori, i.e., composta d’una acumulació d’esdeveniments elementals. Com a resultat d’aquesta acumulació de coincidències accidentals, la probabilitat que una regió finita d’esdeveniments elementals sota una distribució atzarosa presenti en algun temps finit o fase còsmica un determinat comportament definit com el de la regularitat a explicar té una probabilitat molt petita. Tot i així, estem autoritzats (amb una probabilitat pròxima a 1 (o que discrepi de 1 en una quantitat no més gran que un valor ε arbitràriament petit)) a esperar l’ocurrència de la regularitat a explicar, l’aparició d’aquella fase o segment de la successió còsmica en qüestió (donant al temps de la totalitat del procés una duració suficientment llarga).¹⁷ En altre context, el de la possibilitat de donar una explicació (accessible mitjançant el darwinisme) de l’origen de la vida, Popper torna a comentar la característica d’aquest tipus d’explicació:

“Penso que es bastant possible que la vida sigui esdeveniment tan summament improbable que res pugui «explicar» per què s’originà; perquè l’explicació estadística ha d’operar, en última instància, amb probabilitats molt altes. Però si les nostres probabilitats altes són merament baixes que s’han convertit en altes a causa de la immensitat del temps disponible (com en la «explicació» de Boltzmann; vegeu el text corresponent a la nota 260, en la secc. 35), llavors no hem d’oblidar que d’aquesta manera és possibles explicar gairebé tot. I àdhuc així, ens assisteix molt poca

raó per a conjecturar que qualsevol explicació d'aquest tipus sigui aplicable a l'origen de la vida.”¹⁸

Aquesta malversació explicativa, que aprofita la característica de no falsabilitat que pateixen lògicament els enunciat probabilistes, és semblant a (si no està directament inspirada en) la hipòtesi ergòdica. Per a Popper exemplifica l'omissió de precaucions especials que evitin una metafísica especulativa, exemplifica un “sistema probabilístic de metafísica especulativa”.

3. Restricció de la possibilitat teòrica per la mesura. Problemes realistes

En un dels llocs on Sklar¹⁹ tracta de l'explicació estadística de la conducta del desequilibri des de l'atenció a la importància de les condicions inicials en l'enteniment de la ruptura de la simetria, i després d'exposar les crítiques de Krylov a l'explicació del tret de la asimetritat temporal de les condicions inicials mitjançant el recurs de considerar-la con una mera qüestió de fet sobre el món, Sklar considera que aleshores s'utilitza l'afirmació d'una asimetria intrínseca del temps dirigint el comportament asimètric dels sistemes. Pel que fa a aquest argument, Sklar contesta que és implausible quan l'interpretem com el postulat sobre l'existència de lleis fonamentals de la natura temporalment asimètriques i que això és subjacent a les asimetries temporals de la termodinàmica i de la M.E. La raó es troba en el fet que sembla que és considerable la inadequació que representa la asimetria temporal legal que sembla haver-s'hi trobat -potser en la teoria de les interaccions entre les partícules elementals- per a l'explicació de les omnipresents asimetries familiars.²⁰ L'explicació per la asimetritat intrínseca del temps també es pot entendre com l'argument obscur que en la asimetria temporal de les condicions inicials límit responsable de la asimetria temporal del fenomen tèrmic s'expressa quelcom que té com a referència la asimetria del mateix temps. La resposta de Sklar és que està molt llunyana la claredat sobre la construcció de la asimetria del mateix temps. Menys clar com s'hauria de suposar-la de mode que governés les condicions inicials dels sistemes. Sens dubte això no és compatible amb els requisits de la dinàmica subjacent: l'evolució del sistema s'ha d'entendre només des de les lleis i les condicions inicials, però no hi ha lloc per a cap altre factor, llevat de les explicacions intervencionistes de la pertorbació externa del sistema. És a dir, encara que hi hagués una ‘asimetria intrínseca del temps’, no sabem la manera de trobar-li un lloc, hauríem d'anar a recercar un lloc en l'univers sencer com un tot, a un enfocament cosmològic de la asimetria temporal.

En el *Post Scriptum*, vol II²¹, secc. 19, Popper argumenta que “ha de poder representar-se en l'estructura de la teoria física” “la asimetria entre el passat i el futur -el tancament del passat i l'obertura del porvenir-,” i que “Aquesta exigència és perfectament satisfeta per la teoria especial de la relativitat de Einstein.” A més que, “com a conseqüència de la asimetria entre el passat i el futur, la relativitat especial ja no és determinista *prima facie* en el ple sentit descrit damunt. Ho faré mostrant que ja no hi ha un dimoni laplacà en la relativitat especial”, “el dimoni de la relativitat especial ja no és el de Laplace”.

En el *Post Scriptum*, vol.I²², part I, secc.16 ('Les dificultats del realisme metafísic. Per un realista metafísic') recorda la creença de Newton que l'espai era el sensori de Déu -una creença que procediria de la qüestió suscitada per seva teoria de l'acció a distància- sota el rètol de 'el problema de Newton' per a considerar la qüestió de la naturalesa omnipresent de les propietats estructurals del nostre món, les quals descrivim mitjançant les lleis de la natura. Encara que "les estructures de les diverses coses que hem esmentat [*"les propietats estructurals d'un cristal o un globus o una màquina"*] puguin entendre's, o explicar-se, en termes de lleis", en canvi, "l'estructura del món és diferent en el sentit que és el que la llei descriu en lloc d'explicar." I, reconeix Popper, encara que podem explicar les lleis mitjançant lleis més profundes, això no resolc la dificultat de Newton; hem d'acceptar l'existència de lleis de la natura, amb tot el misteri que això comporta. (Popper rebutja enfocaments com el de l'apriorisme -"digestiu psico-fisològic"- de Kant, l'esperança -"absurda i repulsiva"- del reduccionisme logicista, idealistes en les seves diverses formes, el convencionalisme i l'instrumentalisme, òbviament el de l'irracionalisme de Hume, el relativisme lingüístic i el històric).

Llavors Popper considera que en *Post Scriptum II*, secc. 19, i *III*, secc. 27, es trobà "amb el que semblava la solució d'una part -una part mínima- del problema de Newton", un problema que havia qualificat com a "insoluble, o que, en el millor dels casos, tenia una solució religiosa, insatisfactòria, quelcom en la línia del propi Newton."(*Post Scriptum I* p.197, nota 133, en la castellana). Aquesta via per on veu esperances de solucions mínimes té a veure amb la seva atenció al "problema de Gödel de l'existència de línies-món tancades en certes solucions cosmològiques de les equacions gravitatòries de Einstein; és a dir, en universos rotatoris." (*Post Scriptum*, vol.III²³, secc.27, 'Problemes oberts').

A nosaltres ens interessa la manera com Popper contesta aquell assumpte: proposa un principi vinculat a l'estructura *temporal* que restringeix les disposicions de la matèria i del seu moviment al món i també amb un «*principi d'indeterminisme*» (*Post Scriptum*, vol II, sec.19). Nosaltres no discutim ni la validesa de la propietat de la contestació popperiana al problema d'aquelles línies-món tancades en el temps que són coherents amb les lleis de la natura -com tampoc no ens preocupa discutir el tema anterior de la representació verídica de la asimetria temporal en la teoria de la relativitat especial. Sí que ens interessa i molt l'aspecte més general, més filòsofic, en aquests arguments: la intervenció d'un principi d'indeterminisme que restringeix el camp de possibilitats autoritzat per la teoria determinista. Diu Popper que allò amb el que es troba li

"Suggereix que pot no ésser totalment impossible fer certs avanços en relació amb certs aspectes del problema, encara que pot molt bé ésser insoluble en allò que és principal. Però l'exclusió, mitjançant l'atribució d'una probabilitat zero, de certes distribucions inicials de la matèria i del moviment té encara altra conseqüència interessant: mostra que en un univers indeterminista hi poden haver certs principis probabilistes d'inexistència que exclouen possibilitats que des del punt de vista d'una teoria determinista clàssica apareixerien com a típicament contingents -possibilitats amb el caràcter de condicions inicials, més aviat que amb el de lleis (cf. L.I.C., Apèndix *x)."

Sense perdre de vista aquesta sortida a la qüestió, hem de recordar també que molt temps després Popper tornaria a donar una resposta al problema de considerar impossibles probabilitats molt petites:

“Resumint: ni el nostre món ni les nostres teories físiques són determinístiques, encara que no càpiga dubte que les lleis de la natura i de la probabilitat exclouen moltes possibilitats: hi ha un bon nombre de possibilitats zero. És més, les propensions distintes de zero però de valor molt petit no es realitzaran si la situació canvia abans que tinguin l’ocasió de fer-ho. El fet que les condicions jamai són del tot constants ben pot explicar perquè les propensions molt baixes semblen no realitzar-se mai. (...) Això potser expliqui la pretensió d’alguns investigadors experimentals que les sèries extremadament improbables *a priori* es donen en menor mesura del que haurien de donar-se segons la teoria. No podem assegurar que totes les condicions probabilísticament rellevants es mantinguin en realitat constants.

El futur és obert;...”²⁴

4. Les estipulacions del temps i de la propensió sobre l’espai de possibilitats

Els mons possibles s’han utilitzat com a llenguatge clarificador sobre les nocions modals i els temes de la seva problemàtica, i és el cas que s’han instrumentat per a exposar el concepte de probabilitat. Però els autors poden concebre diverses interpretacions sobre la naturalesa dels mons possibles. Les interpretacions poden tenir el seu origen en diversos motius. Per exemple, es pot tenir en ment la imatge estimulada per una particular teoria física, o en un vessant seleccionada del tipus de problemes propis de l’àmbit disciplinar, per exemple lingüístic, des del qual s’ha suscitat l’enfocament. El cas és que hi ha suficient literatura sobre el tema, la qual, a més de resultar variada, no sols no ens permet extreure’n una claredat immediatament satisfactòria per als nostres problemes, sinó que estem en l’obligació de prendre’n especials precaucions, perquè potser també podria confluir perjudicialment amb les nostres qüestions; sobretot si la contemplació de la possibilitat opta per l’admissió d’una actualitat múltiple o postulacions semblants, com per exemple fa un autor tòpic sobre el tema com és D. Lewis²⁵. No és la nostra preocupació fer una discussió de l’enteniment correcte de les afirmacions de Lewis (tampoc no és el nostre tema una reflexió o una proposta general sobre com es poden organitzar les visions sobre mons possibles). En el nostre àmbit de preocupacions, des de la teoria propensional, l’enteniment del conjunt de mons possibles estableix les seves pròpies peculiaritats.

L’espai de possibilitats, sobretot quan resulta un mapa total de possibilitats autoritzat per la teoria probabilista (i també com és el cas de la hipòtesi ergòdica), presenta un cert aspecte de ‘receptacle mental’, de representació plena d’allò concebut, de món sencer virtual del concebible (incloent-hi el nostre). Això provoca un tipus de mirada sobre el conjunt on les possibilitats no necessiten presentar-se vers el futur; hom pot dir que el conjunt de mons possibles no només inclou possibilitats obertes per al futur, sinó també les que poguessin donar-se en el passat (encara que això hauria d’equivaler per a nosaltres a un tram del món actual). Tot plegat, ofereix una forta impressió d’atemporalitat, d’acabament o conclusió. Hi ha imatges dels mons possibles que acaben suggerint una concepció de l’espai de possibles com una ficció epistèmica. Hi ha concepcions que semblen realistes,

perquè eviten un únic resultat o únic món real-actual per diversos resultats realitzats o cristal·litzats (més aviat simultanis, però no cal). Sobretot, és important donar compte que no s'assoleix una perspectiva realista en una mirada sobre el conjunt de mons que proposi que tot el concebible és real-actual, és realitzat. Encara que aquesta darrera interpretació sembla que és la més compromesa o adient amb el realisme, en veritat és, en canvi, una *concepció idealista* dels mons possibles.

S'ha d'especificar el temps que regeix sobre l'espai, i amb aquest temps el preparatiu experimental en aquest temps (també pel canvi, perquè el preparatiu pot canviar en altre temps, els camps de propensions generen altres propensions). Però sobretot s'ha d'insistir en la naturalesa temporal que travessa la constitució de l'espai de possibilitats com el seu basament. En la concepció propensional és important advertir que el temps és on s'ubica el món real (sigui actual o possible). La probabilitat té una forta vinculació amb el temps. La realitat de la possibilitat necessita de la realitat del futur. Si aquest futur pot ésser anul·lat, llavors la possibilitat perd fonamentació. El realisme de la probabilitat es fa ressò de la realitat del temps, i d'una manera que no ho fa una teoria determinista.

Tenint a prop el seu model del *billar romà*, Popper afrontà la il·lustració de la concepció del món de Everett, proposada com una interpretació que resultaria del formalisme quàntic. En aquella concepció de Everett, a cada ocurrència (una bola colpejant una clavilla en el model probabilista de Popper) el sistema es divideix en n sistemes, mons o estats diferents, cadascun dels quals representa un dels possibles resultats diferents, essent n el nombre de possibilitats obertes per la ocurrència, cadascun dels molts mons (sistemes) que segueixen a una divisió (una ocurrència) representa un dels mons possibles. Totes les branques existeixen simultàniament. Entenem que l'absència d'interacció entre els mons es deu a la seva igualtat en quant *realitat*. Popper adverteix de les dificultats que té aquesta interpretació dels 'molts-mons'. Així, perquè les lleis com les de conservació no es violessin amb cada divisió, s'hauria de fer aquestes lleis "vàlides *dins* cadascun dels sistemes que es ramifiquen, però no pas dins els sistemes de sistemes que es ramifiquen." Discuteix si és possible aquesta solució. Però a nosaltres ens interessa altra dificultat analitzada per Popper, i és que aquesta interpretació de Everett ha d'afrontar que l'equació de Schrödinger és simètrica respecte a una inversió de la direcció del temps, perquè si "el formalisme és simètric, també ho ha d'ésser la interpretació": "Però això significa que si acceptem la teoria de les divisions de Everett, és a dir, la realitat de cada possibilitat respecte al futur, hem d'acceptar també el contrari -que ocorre constantment la fusió d'una infinitud de mons reals en el moment de cada ocurrència." A més a més, altra dificultat plantejada per la situació de la reversibilitat del temps ens condueix directament a la descripció de la característica principal que il·lustra la naturalesa *determinista* de la interpretació de diversos mons actuals:

"l'ona de Schrödinger té, formalment, un caràcter determinista; només es fa probabilista mitjançant la nostra interpretació (la interpretació de Born, que correspon a la interpretació del sentit comú del món com a billar romà). Un argument que esmenta Everett en suport de la seva interpretació de molts-mons és que preserva el caràcter determinista en la interpretació de les ones de Schrödinger: si es realitzen totes les possibilitats que obra l'ona, llavors, és cert que la realitat és predeterminada

per qualsevol estat descrit per una solució de l'equació d'ones."²⁶

Ara la crítica de Popper adverteix que la inversió de la direcció del temps duu a la situació absurda on, en el passat, els molts mons es troben disposats de manera que quan es fonen entren en correlació, tot i que "no existia interacció entre ells abans de la seva fusió."²⁷ Per a nosaltres el principal interès d'aquestes crítiques de Popper és que el seu seguiment ens dóna l'empremta del problema que certes representacions -les que hem comentat en el començament d'aquest apartat com el nostre tema de discussió- tenen per a una interpretació propensional. Si els mons existeixen simultàniament, de manera que cada possibilitat respecte el futur és real en el sentit que es fa actual, és a dir, que es realitzen totes les possibilitats, llavors, en efecte, estem davant una realitat predeterminada, on s'ha eliminat la realitat de la possibilitat (les probabilitats són trivials, els enunciats probabilistes refereixen a la nostra ignorància). Aquesta descripció de la realitat *no* conté les possibilitats -que poden ésser o no ésser *actualitzades*- presents en el sistema, en l'estat actual, però que són mútuament excloents en el futur (quan el futur sigui present, la realització és elecció d'una d'elles només). La interpretació de Everett és un d'aquells quadres on la representació és la de "una descripció literal de la realitat física total efectiva" que exclou l'indeterminisme, la realitat de les possibilitats, de les propensions:

"La única raó per a introduir les divisions, i els molts mons, és que una part de la teoria física -la que es refereix a les possibilitats que pot adoptar un sistema- pot prendre's amb una descripció literal de la realitat física total efectiva en lloc de prendre's com a descripció de les possibilitats alternatives entre les quals el sistema pot escollir (com en el cas del billar romà)."²⁸

La dinàmica, amb la seva condició determinista, no accepta la probabilitat i és rebeca a la realitat del temps, perquè la possibilitat teòrica de la reversió estimula una indiferència temporal que xoca amb les lleis que enuncien processos descrits en una direcció temporal. Com estem veient, aquest suggeriment de la reversió del temps (l'anul·lació de la fletxa temporal) repercuteix també per la seva banda en la realitat de la virtualitat de la possibilitat, la qual queda malparada.

Anem del tema de la reversibilitat -de la invariància de la reversió temporal en l'equació que regeix el comportament del sistema- a un problema del realisme de la probabilitat que finalment connectem amb el temps, anticipant-nos al pròxim fragment de Popper que citarem. Perquè en un quadre del tipus del de Everett el *temps* perd la seva realitat; si la realitat només és actualització, realització, realitat efectiva, llavors no hi ha *possibilitat* en la descripció de la realitat. I *encara que la possibilitat no sigui el fonament del temps*, en una descripció de la realitat on la possibilitat no té cabuda, el temps ha de resultar malparat com a realitat, perquè la realitat de les possibilitats apunten la presència fonamental del temps per a la realitat. Per això, encara que en el seu mateix model probabilista del món, el billar romà, Popper afirma que una cosa que hi ha mostrada "amb molta claredat és la simetria del temps, és a dir, el fet que la direcció del temps pugui ésser invertida en el nostre món model", i que això, ell creu, "il·lustra perfectament la famosa reversibilitat del temps de

l'equació de Schrödinger"²⁹, en canvi, també per a Popper, això no hauria de voler dir que el temps sigui una il·lusió, que la irreversibilitat, la fletxa del temps s'hagi transgredit en el model, on, al contrari, l'indeterminisme de les propensions acompanya la direcció objectiva del temps:

"Hi ha problemes cosmològics que es troben estretament relacionats amb la idea d'un món indeterminista. Aquesta idea implica, per exemple, la distinció entre un passat tancat i un futur obert i amb ella una direcció objectiva del temps. En la nostra imatge de les tires de pel·lícula probabilistes o no clàssiques, cadascuna de les quals és lligada a una làmina de temps d'un univers indeterminista, podem dir que àdhuc encara que les equacions que determinen les quantitats dinàmiques de les propensions en les pel·lícules puguin ésser simètriques en el temps, la nostra teoria no ho és. Perquè la nostra teoria és més que aquelles equacions: consisteix de les equacions més la seva interpretació en termes de propensions, i aquella interpretació és asimètrica respecte del temps. La idea de propensió distingeix entre les possibilitats no realitzades del futur i les realitzacions presents i passades."³⁰

En aquest fragment Popper connecta, juntament amb la cosmologia, l'indeterminisme expressat per les propensions amb el temps. La visió popperiana del *possible* es troba, per tant, inextricablement lligada al *temps*, com correspon a la importància del *temps* per al concepte *realista de la probabilitat*; encara que el temps és més fonamental que (o simplement, no depèn de) la probabilitat. Gairebé es podria parlar d'equivalència entre el *possible* i el *real* si, a més que el possible forma part de la descripció de la realitat, allò efectivament real, o actual, es considera com un possible esdevingut en realització.

La principal característica d'una interpretació realista de l'espai de possibilitat és la *condició temporal*. Sense aquesta condició ens podem veure abocats a que aquell espai només constitueixi un espai epistèmic, o que no pugui ésser clarament distingit d'això. Però ha de poder constituir l'espai que representa la realitat, i no podem qualificar-lo així si externament no l'especifiquem o travessem temporalment. (I no sembla que sigui suficient que cada seqüència-món estigui ordenada temporalment). Per tant (si més no sobre contextes deterministes) hem d'introduir el temps sobre l'espai de possibilitats. Però per si mateixa la sola estructura de l'espai de mons no especifica el temps. Això ha d'ésser tingut en compte perquè les composicions probabilistes provinents de la mecànica que inclouen reversió o recurrència presenten aquelles característiques atemporals del espais de possibilitat. De fet, són espais de probabilitat. És el cas de la col·lecció ensemble, de la hipòtesi cosmològica, de les tesis ergòdiques (de qualssevol imatges familiars, com la dels universos simètrics).

Per això, a més d'advertir que el conjunt de mons possibles pot ésser insuficient per si sol per a abastar l'estipulació temporal que li doni ubicació real, també (i més aviat que discutir la manera de construir adequadament la irreversibilitat dins un etern retorn, com sembla que vol intentar Prigogine) ens sembla més primari fer veure com plantejaments aparentment genuïnament realistes no ho són (és el cas de la interpretació de més d'un actual, amb la qual cosa sembla haver-se superat l'acusació de ficció epistèmica de diversos resultats amb només un actual).

Després hem vist també com en les tesis popperianes que signifiquen un criteri crític sobre l'adequació explicativa de la hipòtesi ergòdica una restricció sobre l'espai sencer de possibilitats mitjançant una mesura sobre certs conjunts de mons massa improbables és presa com una precaució especial que eviti un ús metafísic especulatiu de la conjectura probabilista i asseguri el sentit físic d'una teoria probabilista. Fins i tot la possibilitat teòrica permesa per la teoria determinista no pot ésser la font de l'espai de possibilitats, la conclusió probabilista que representa aquest espai ve donada per una conjectura probabilista, i el pont entre la premissa i la conclusió és una interpretació propensional de la hipòtesi conjecturada. Per això, encara que sembli que el conjunt de mons possibles és establert des de l'estipulació que sobre aquest espai fa la llei, encara una interpretació propensional se sobreafegeix a la llei estipulant una constricció del conjunt de condicions possibles, d'acord amb el que Popper anomenaria un ‘principi d'indeterminisme’. Com entenem això és que certs conjunts de condicions inicials possibles sobre el món no tenen caràcter contingent, sinó que una perspectiva propensional els dona un status especial legal últim o constitucional en l'espai de possibilitats.

La visió propensional afegeix sobre l'espai de probabilitat l'exigència d'una mesura o constricció i l'especificació temporal. És per una senyalització *temporal* que el preparatiu i la seva propensió queden establerts, això vol dir que -en aquest món propensional- res garanteix que en un temps futur no es puguin produir canvis en el camp de propensions. Per tant, l'espai de possibilitats s'estableix des d'un *temps* on s'ubica un estat o situació física, el preparatiu experimental amb la seva *propensió*, això és, “la totalitat del preparatiu experimental determina el «espai mostral» i la distribució de la probabilitat.”³¹ Com hem dit, aquesta conjectura propensional que suposa el preparatiu justifica l'aplicació d'una *mesura* que ha de correspondre amb la *reproductibilitat* de la situació. Això correspon a una desidentificació del concepte físic de probabilitat amb el concepte matemàtic, cosa que corresponia per a nosaltres a una situació que qualificàvem com a ‘*interpretació probabilista de la propensió*’, on la noció de propensió correspon a una hipòtesi física i metafísica.

5. Exemplificació de realisme propensional en un espai ergòdic

Prigogine i Stengers comenten que es pot fer una distinció entre fenòmens aleatoris que poden ésser produïts per un atractor caòtic i els fenòmens purament aleatoris. No queda clar segur, però sembla insinuar-se això, que aquests darrers correspondrien a probabilitats que reflecteixen la ignorància, que es quan, diuen Prigogine i Stengers, “massa factors entren en joc en un succés perquè puguem predir-lo” i en posa uns exemples d'estadístics.³² També, “l'atzar més pur” és el “més intel·ligible” com quan un succés únic, essencialment no reproduïble, és resultat d'una activitat aleatòria tipus mona mecànografa.³³ Ells expliquen que la irreversibilitat s'inscriu en la matèria confrontant un pur atzar. Aquest atzar ho entenc sota dos aspectes que Prigogine presenta com un sol. Una activitat de caràcter aleatori que és caracteritzada com la més intel·ligible que acaba resolent-se en “un succés únic, essencialment no reproduïble.” Aborden la il·lustració d'aquella aleatorietat

mitjançant la “mona dactilògrafa” de Borel. Per tant, no estan considerant les possibilitats obertes per una teoria determinista, sinó que un ‘pur atzar’ n’és el responsable.

El problema de fons que havia intentat esboirar Popper, que es concretava en la seva crítica a la teoria ergòdica, és un problema per a tota teoria probabilista, o més aviat per al realisme en tota conjectura probabilista. Les teories del tipus de l’ergòdica exemplifiquen el problema de la falsabilitat dels enunciats probabilistes, al qual Popper tractà d’oferir una solució en *La lògica*, és ja un problema per a la simple enunciació d’hipòtesis probabilistes sobre esdeveniments. Es tracta d’una explicació estadística amb la qual s’han fabricat probabilitats altes gràcies a l’assumpció de períodes de temps suficientment llargs. El problema d’aquest tipus d’explicació (base per a la crítica popperiana a la teoria ergòdica) és que d’aquesta manera és possible explicar gairebé tot. L’explicació de l’origen de la vida participa d’aquest problema en quant se li suposa un esdeveniment summament improbable. (Encara que Popper adverteixi que en el cas de l’aparició de la vida, encara tenim molt poques raons per a la conjectura que l’explicació d’aquest esdeveniment consisteixi en una del tipus que les probabilitats baixes per a aquell succés esdevinguin altes per la immensitat del temps). A més de pel problema pròpiament probabilista, la teoria propensional ha de mostrar la seva funció davant una teoria com l’ergòdica, que combina probabilisme amb un determinisme intemporal de fons, com davant qualsevol altra concepció idealista dels mons possibles quan s’aplica com a referència per a model de la realitat natural.

Per als nostres objectius poden prendre críticament els comentaris que fa Dawkins en el seu llibre. Ell es fa càrrec de la proposta que l’ingredient essencial per a la formació d’estructures evolutives és la selecció natural sobre moltes generacions, on el criteri selectiu és sempre a curt termini, constituint una sèrie de petits passos, cadascun d’ells construït sobre l’èxit acumulat de les etapes prèvies. La selecció cumulativa constitueix l’explicació en encadenar “*una sèrie de successos acceptablement oportuns (mutacions a l’atzar) en una seqüència ordenada*”.³⁴ El succés perd la seva aparença de miracle (no sobrenatural però sí extremadament improbable) “*quant més escrupolosament dividim aquests grans successos en una sèrie cumulativa de petits successos fortuïts*”.³⁵ El tret característic principal d’aquesta selecció natural cumulativa és que no està feta d’atzar, el qual només en serà un petit ingredient. A més a més: “*El «rellotger», que és la selecció natural cumulativa, és cec quan mira cap al futur i no té cap objectiu a llarg termini.*”³⁶ La noció que té Dawkins de l’atzar és la següent:

“El «atzar salvatge», l’atzar pur i nu, significa un disseny ordenat que comença a existir a partir del no res, d’un solt salt. Seria l’atzar salvatge, si no hi hagués ulls en un moment donat, i, de sobte aparegués un ull, en el transcurs d’una generació, totalment dissenyat, perfecte i complet. Això és possible, però les probabilitats en contra ens mantindrien ocupats escrivint zeros fins el final dels temps.”³⁷

Llavors, dos són els trets característics de l’exposició de Dawkins sobre l’atzar:

(a) L’espontaneïtat implica un “salt” o selecció natural en una sola etapa. O sia, en una intervenció

única es dóna pas a l'origen de l'existència; així, per exemple, l'òrgan 'ull' apareix de sobte, creat sencer. La selecció cumulativa (no en una sola etapa) és la supervivència no aleatòria, és l'antítesi de l'atzar.

(b) La situació d'atzar està exemplificada en la figura de la mona dactilògrafa. L'argument és que '(b)' mostra que les improbabilitats són molt altes. Per consegüent, això vol dir que s'ha d'afirmar la improbabilitat de l'origen del succés complex només per atzar, hi ha probabilitats astronòmicament grans en contra del seu origen espontani. Finalment, l'explicació de la vida no pot ésser l'atzar. (També hem d'entendre que en el seu argument Dawkins pretén que (a) va amb (b). Si (b), que ens mostra una alta improbabilitat, no suposés (a), sinó un canvi gradual en el temps, on a cada gradació es dóna la situació d'atzar, llavors la improbabilitat s'incrementa encara més, perquè ara hem augmentat exageradament la ja enorme quantitat de temps, en traslladar-la a totes i cadascuna una de les etapes).

El procés evolutiu no hauria arribat a res sota el procediment d'una situació d'atzar amb selecció en una sola etapa. A més a més, com que aquella sola etapa abasta un temps molt gran, ens presenta una imatge de finalitat a llarg termini, vist en retrospectiva s'obté la imatge com d'un progrés vers algun objectiu distant. Dawkins mostra aquestes característiques de l'atzar, entès com a selecció en una sola etapa, utilitzant la situació ergòdica de la mona mecanògrafa i una simulació per ordinador que és un procediment de creació de formes seguint un programa que repeteix una mateixa regla de ramificació aplicada localment a cada estructura, originant d'aquesta manera un espai matemàtic o hipervolum, la 'Terra de les Bioformes', amb tantes dimensions com gens estipulats. Amb la situació ergòdica mostra directament que el nombre d'assaigs, de temps necessari per a assolir d'un salt el resultat ordenat s'excedeix enormement del requerit pel coneixement científic sobre l'edat del procés evolutiu. Mentre que també amb 'la Terra de les Bioformes', que ofereix el gran nombre de bioformes en aquest espai genètic, s'obté que, en tenir totes igual probabilitat com a resultat, la probabilitat de *saltar* a una en concret és suficientment petita com per a ignorar-la; la conclusió és que es requereix el pas a pas i la seva recompensa per a assolir la forma en un curt període de temps.

Alhora, la improbabilitat de l'origen d'una cosa solament per atzar serveix per a definir la seva 'complexitat', com és el cas de la vida. Dawkins diu que quan arribem als objectes més simples obtenim probabilitats altes. Llavors, quan tenim davant objectes amb la suficient simplicitat és quan la seva existència pot ésser deguda al pur atzar. És l'improbable el que té enorme dificultat per a haver-se produït des d'una situació d'atzar. No oblidem la situació de la mona dactilògrafa -que és la situació de atzar- on successos ordenats, complexos, tenen una probabilitat baixíssima per a produir-se, la seva producció necessita d'una enorme quantitat d'oportunitats, de repeticions de l'experiment, de temps. (Recordem que aquesta consideració de la probabilitat i del que és una situació d'atzar es correspon amb el concepte boltzmannià de probabilitat, on allò més probable és allò més desordenat, encara que no coincideixen en la idea que el concepte mecànic-estadístic l'ordenat (el més improbable) no

equivaleix a allò complex, atès que el desordre resulta complex per al punt de vista físic).

En primer lloc, hem de dir que produeix un cert descontent la contundència amb la que Dawkins estableix la vinculació entre la complexitat i la improbabilitat del seu origen només per atzar, perquè la seva exposició és en realitat controvertida. Hem de tenir en compte que la simplicitat està en la física: "la meua caracterització de la física com l'estudi de la simplicitat."³⁸ És a dir, en el descens graduat, d'un nivell a un altre immediatament inferior fins a unitats elementals, suficientment simples, és quan arribem a objectes més simples i obtenim probabilitats més altes. Segons això, l'aparició de la vida des de processos físics constituiria una etapa de major simplicitat (perquè ens trobem amb les unitats més simples (més properes a la física) de tot el procés de la vida) i, per tant, de major probabilitat. Encara que Dawkins parla de gradació de passos cap a les unitats més simples en cada etapa o esglaió, si prenem en compte l'etapa dels processos físico-químics que intervenen en l'aparició de la vida, per quina raó en aquest pas crucial (tant important per a la comprensió de la naturalesa del món, on ja estem en contacte amb les unitats més elementals del procés biològic, quan ja estem més en connexió amb la simplicitat) hi hauria d'haver més probabilitat per a l'origen de la vida que probabilitat en el propi desenvolupament de la complexitat i el seu avanç vers més complexitat encara, quan el germen de la vida ja s'ha originat i fins i tot consolidat? Més aviat, ens podem sentir més inclinats a creure que reverteix més dificultat o que resulta més improbable. Si un cop ha succeït l'acte (que podríem suposar amb una certa alta improbabilitat a l'univers) de l'aparició de la vida des d'elements simples, físics, les possibilitats de la seva creixent evolució vers continguts cada cop més complexos, creatius, van disminuint en la seva improbabilitat; el mateix Dawkins proposa per què hauria d'ésser així: "La meua idea personal és que, un cop que la selecció cumulativa comença a actuar, només necessitem postular una intervenció relativament petita de l'atzar en l'evolució posterior de la vida i de la intel·ligència. La selecció cumulativa, un cop iniciada, em sembla suficientment poderosa com per a fer no només probable, sinó inevitable, l'evolució de la intel·ligència."³⁹

En qualsevol cas, el que és interessant per a nosaltres és que en el tema de l'origen de la vida, de l'aparició de la maquinària mínima sobre la qual es podrà assentar la selecció natural, Dawkins considera que "*no ens escapem a la necessitat de postular un succés causal en una sola etapa en l'origen de la pròpia selecció cumulativa.*"⁴⁰ Accepta una major intervenció d'una situació d'atzar i un eixamplament dels períodes temporals, és com la situació ergòdica on allò improbable es realitza. I aquí dona els arguments en favor d'aquesta idea, i és que l'improbable es fa menys improbable, i no té l'aparença de miracle que obligadament té per a nosaltres, dins aquells períodes temporals, dins el gran nombre d'oportunitats, de processos implicats que repeteixen els intents, un nombre moltíssim més gran que la duració d'un experiment en el laboratori per a comprovar una teoria sobre l'origen de la vida. De manera semblant a com nosaltres reaccionem amb una natural incredulitat intuïtiva vers certs aspectes del mecanisme de l'evolució per selecció natural ("*no tenim un domini intuïtiu de la immensitat de temps disponible per al canvi evolutiu*"⁴¹), també "la nostra

consciència subjectiva”, “les nostres petites imaginacions humanes”⁴², “el nostre propi judici subjectiu sobre la credibilitat d’una teoria...”⁴³, “la nostra imaginació limitada, lligada a la Terra, lligada a les dècades”⁴⁴, “el nostre judici subjectiu de credibilitat”⁴⁵, “les nostres ments”, “els nostres cervells ... construïts per la selecció natural” en l’espectre d’allò útil per a la vida humana tenen dins aquest rang els seus límits per a l’avaluació de la probabilitat i el risc⁴⁶. Però:

“Si suposem un temps infinit, o unes oportunitats infinites, qualsevol cosa és possible. Les grans xifres facilitades per l’astronomia, i els llargs períodes de temps característics de la geologia es combinen per a capgirar les nostres estimacions diàries del que podem esperar i el que és miraculós.”⁴⁷

La claredat i fermesa del plantejament de Dawkins ens provoca un altre problema que ens duu a on volem anar fent servir les exposicions d’aquest autor, perquè concerneix a les últimes idees exposades sobre els problemes que afronta la perspectiva propensional. Indiquem primer de tot que Dawkins diu que és la selecció natural (la llei) la que ofereix la descripció més completa del procés. Abans de l’aparició de la vida no seria la selecció, sinó altra regla (per exemple processos substituïts i superats per la duplicació, especula Dawkins); llavors seria aquesta regla que regiria el procés i oferiria l’explicació. Concloem que això sembla substituir la necessitat de misterioses propensions, en tot cas el que explica aquella successió de propensions és la regla que les regeix, i per tant les propensions queden eliminades de l’explicació.

El seu plantejament pot dur a pensar que la selecció natural, la “llei”, per dir-ho així, està estipulant el conjunt de condicions possibles, i que precisament del mode adequat restringeix més aquell conjunt que com l’ofereix la mera postulació de l’atzar intervenint en el procés -aquest atzar eixamplava excessivament el camp de les formes. Aleshores, ens trobem amb justament el contrari del que pretenien els arguments fets al fil dels problemes com els que quedaven il·lustrats al voltant de la teoria ergòdica. Aquests arguments o propostes eren: (x) un principi d’indeterminisme (que restringia la possibilitat teòrica oberta en la llei), i (y) les propensions, que interpretaven la llei. Amb ‘(y)’ Popper liquidava la qüestió de la simetritat que podien presentar les lleis en el model; també serveix d’avertència per a les concepcions de mons possibles que no prenen en compte el temps. Es pot desenvolupar ‘(y)’ recordant que això implica la consideració d’una situació o *set-up* que dona les condicions vàlides per a un temps corresponent. Però ara ens trobem que si atenem al contingut exemplificat en l’argumentació de Dawkins, tenim que la legislació de la selecció natural ens exigeix el seguiment d’un gradualisme que en cada esglaió ens dona cada situació en el seu temps, i això sense necessitat de propensions. També, en el seu argument, és precisament l’atzar que eixampla de mode no pertinent el camp de possibilitats, mentre que el mecanisme que regeix el procés és allò que ens permet donar-li la seva mesura real.

Com a il·lustració de la estreta banda dels nostres criteris de plausibilitat, Dawkins ens recorda que en una situació d’atzar amb un temps enormement gran (“l’edat de l’univers fins el present seria un temps massa curt per a escriure tots els zeros”⁴⁸), hi ha la possibilitat que un

moviment molecular (improbable però possible) a l’interior d’una estàtua de marbre produeixi que aquesta estàtua mogui espontàniament la mà. Però quan pensem en això no ens hem d’oblidar que la “situació ergòdica” *no és la responsable d’aquella possibilitat*, sinó que en propietat seria el “lloc” on aquella possibilitat pot *realitzar-se*, donant la seva probabilitat, la seva freqüència en el temps, enormement baixa per a nosaltres; però la responsable d’aquella *possibilitat* és la teoria, la llei que l’expressa. I, segons Popper, el que pot restringir aquella situació ergòdica (que té la seva raó d’èsser en la possibilitat teòrica, i que s’ofereix a explicar l’ocurrència) és, a més d’un apunt del que anomena un ‘principi d’indeterminisme’, una interpretació propensional de les probabilitats deixades obertes per la llei.

En el receptacle de possibles que oferia la teoria ergòdica, l’improbable en el curt termini, però possible segons les lleis, tenia, amb suficient temps, una probabilitat i s’hi realitzava. En la crítica a aquesta teoria, Popper es decideix per considerar-la un cas no vàlid d’explicació mitjançant una teoria probabilista, on successos altament improbables es fan altament probables eixamplant enormement els límits temporals o nombre d’oportunitats. Potser un principi d’indeterminisme establís a l’univers una restricció sobre les condicions possibles permeses per una teoria⁴⁹; i en general una interpretació realista de la probabilitat per propensions permetria interpretar la teoria en l’adequat marc realista del temps. De manera que la possibilitat quedava ubicada en el conjunt de la realitat i s’expurgava el determinisme que sense aquella interpretació destil·len aquestes concepcions de la probabilitat que només poden ésser idealistes.

Per la seva banda, amb els models imaginats per Dawkins (més apropiadament per al desenvolupament de la vida amb la selecció natural que per a l’origen mateix de la vida) es dibuixa una situació com l’ergòdica, on el possible (una frase determinada enfront la resta de frases possibles amb el mateix nombre de caràcters en el cas de la mona ergòdica, una forma qualsevol entre altres formes construïbles amb el mateix procediment en el cas de la Terra de les Bioformes) quedava com a realitzable en una quantitat excessivament enorme de temps, i per tant resultava *improbable*, invalidant la producció *des d’una situació d’atzar com l’exhibida per una teoria ergòdica*. Improbable perquè encara que la situació plantejada era com l’ergòdica, en canvi la situació requerida no era com l’ergòdica, ja que l’horitzó temporal de desenvolupament de la vida en el planeta és enormement més estret.

Ens sembla que això invalida el plantejament probabilista fet d’aquella manera, però no mostra que l’evolució de la vida no hagi constituït una situació indeterminista. Dawkins diu que el paper de l’atzar és molt petit, que és decisiva la selecció natural, que aquesta governa l’evolució. Això és dir que la situació és determinista, encara que no esmenti la paraula i utilitzi l’eufemisme del “rellotger”.

No considerem que sigui vàlid establir tot el grandios (“una visió infinita”) camp de possibilitats, establir l’alta improbabilitat mitjançant el “salt”, per a després dir que pas a pas, sota la

regla de la selecció natural, s’hi arriba en menys temps. Mentre que amb la teoria ergòdica, o similars, l’improbable, fent el temps suficientment gran, es feia altament probable, Dawkins utilitza el mateix model, però on el resultat és improbable, perquè resulta que el temps real disponible no és tan gran. Immediatament després Dawkins “salta” i diu que, en canvi, si observem un pas i després un altre pas -això significa, fent el temps moltíssim més petit del que resulta en el model ergòdic- aquí, entre pas i pas, la probabilitat es fa alta. (Observem que, encara que ho sembli, no estem com en el seguiment del comportament del gas, on si estrenyem suficientment el temps podríem seguir el seu procés en les etapes adequades de mode que registréssim el moviment de totes les molècules al mode demoníac, recomponent la imatge determinista, perquè aleshores el temps se’ns faria inconvenientment massa llarg). Però no és només que, com diu Dawkins, la probabilitat es fa alta. El que apareix amb aquesta alta probabilitat és la història real efectiva o *actual*. Però en cada pas abans del pas següent no és previsible com va a resultar el pas següent, i ja pot Dawkins anar dividint els passos en subdivisions i aquestes en altres i així successivament.

“Domesticar l’atzar significa descompondre allò molt improbable en components menys improbables, ordenats en sèries. No importa l’improbable que sigui el que una X s’hagi originat a partir d’una Y en una sola etapa, sempre és possible concebre una sèrie infinita de gradacions d’intermediaris entre elles. No importa l’improbable que pugui ésser un canvi a gran escala, els canvis més petits són menys improbables. I sempre que postulem una sèrie suficientment llarga d’intermediaris amb una fina gradació, serem capaços de derivar qualsevol cosa de qualsevol altra, sense invocar improbabilitats astronòmiques. Només podem fer-ho si hi ha suficient temps per a acomodar dintre tots aquests intermediaris. I també només si hi ha un mecanisme per a guiar cada pas en una direcció determinada, ja que, d’altra manera, aquesta seqüència correria esbojarradament en un passeig sense fi a l’atzar.”⁵⁰

L’aplicació d’aquest simulacre d’un procediment matemàtic no té cap altra ús que el de prestigiar l’amagada ficció determinista que es fa amb la proposta. És clar que l’evolució és història, passat, i en retrospectiva sempre es pot construir una sèrie de successos al mode determinista (vegeu XI.2.2.); ens trobem amb un problema que es presenta sempre per a la teoria propensional, perquè sempre es pot restablir una imatge determinista dels successos passats, com si no hi hagués hagut disposicions probabilistes, i, a més, juntament amb aquella reconstrucció determinista *a posteriori* hem de recordar l’argument central de Popper, (capítol VII.1.)). (Amb això no volem dir que la teoria de la selecció natural, el “mecanisme”, hagi d’ésser sense remei un artifici completament arbitrari; volem dir que, malgrat que pugui dirigir el procés, en cada moment l’èxit de la seva direcció i la direcció mateixa es troben en una situació indeterminada). No és només que retrospectivament (sobre el món *actual*), després de molt de temps, tinguem una visió de finalitat, com ens alerta Dawkins contra el Dissenyador Conscient; sinó que tenim també aquella reconstrucció causal com si cada pas dugués al següent i no hi hagués hagut en cada pas (obeint el mandat del mecanisme de la selecció natural) la realitat d’una obertura de possibles vers el següent pas, atès que, al contrari d’això últim, es tracta d’elevat determinísticament les probabilitats a quasi-certesa.

En la imatge oferta per Dawkins per defensar la seva tesi i rebutjar el que anomena atzar, no

hi ha "elecció", malgrat que la imatge fa aparèixer camps de possibilitats. Aquell camp (la situació de la mona ergòdica) només té la comesa de donar la conclusió de l'alta improbabilitat d'un resultat final, i, en canvi, la imatge ofereix l'alta probabilitat de la història evolutiva regida pas a pas per la selecció natural, que serà així -d'aquesta manera determinista- l'única història possible sobre un camp de possibilitats *ideals*. (Per cert, Dawkins no diu amb plena claredat sobre quina llei probabilista o mecanisme de govern -selecció natural, alguna regla de combinacions genètiques, desenvolupament embrionari,...- queda estipulat el conjunt de possibilitats. Es tracta només de la formació d'una frase determinada per la mona i d'una simulació per ordinador que consisteix en la formació de dibuixos). No és una concepció realista de la probabilitat, és a dir, no representa la situació indeterminista, sinó un mapa ideal, un receptacle mental. Amb aquell camp de totes les formes vivents des d'un punt quasi 0 de la vida o en el temps previ a l'aparició de la vida, amb el qual il·lustra Dawkins la intervenció de l'atzar en 'salt', no sabem des de quina classe de teoria podria constituir-se el *set-up* adequat des del qual es donen les propensions (però tampoc les disposicions deterministes). Encara que els enginyers genètics poguessin construir en els seus laboratoris qualsevol dels "animals teòrics que *podrien existir*"-dins els quals, a més dels nombrosos "monstres inviables", els "animals reals que han viscut sempre en la Terra són un subgrup diminut"⁵¹- no obstant això, no sabem des de quina classe de teoria (sobre l'evolució) està pensant Dawkins; la teoria amb la qual tot això correspondria a una apropiada 'situació experimental', des de la qual es donin les propensions, que generés aquell camp de totes les formes.

Tampoc no veiem perquè hem d'acceptar (a). Si el temps que necessita la mona dactilògrafa és el adequat als períodes establerts pel coneixement científic per al sistema en qüestió, varies etapes duran a l'òrgan *ull*. Podem sospitar que intervenen propensions, i que un cop unes etapes han estat superades, es van obrint nous camps de propensions que no estaven en les anteriors. És a dir, es van fent més fortes les propensions a l'evolució de la complexitat. Llavors les improbabilitats podrien sofrir creixents disminucions respecte a la improbabilitat anterior o respecte a la suposada improbabilitat inicial de l'origen de la vida. L'aparició inicial de la vida pot imaginar-se com una sèrie de successos o etapes, cadascun o alguns dels quals suposa una nova situació que crea un camp de propensions, una nova expectativa. Naturalment les propensions es fan més febles, i la improbabilitat augmenta, si s'estableix un *set-up* inicial al qual se li obren resultats no immediats, sinó més llunyans cap al futur, pertanyents a possibilitats de possibilitats de altres possibilitats que arribarien al final a les possibilitats més immediates al *set-up* en qüestió. L'interès de fer això s'ha de trobar en la teoria sota la qual es fa, que sigui una teoria ens descobreix una xarxa de relacions al món, unes connexions entre propensions, que ens mostri una previsió probabilista de nous fenòmens o l'explicació en un altre nivell de la producció d'estructures al món.

Una manera semblant d'expressar el contingut de la perspectiva propensional és la que fan servir Prigogine i Stengers. Parlen de confrontar l'aleatorietat il·lustrada per la mona dactilògrafa amb

una possibilitat restringida. Dins el “conjunt de possibles indiferenciats” que correspondria a una descripció amb aquella aleatorietat pura, inintel·ligible, cal que algun succés o successos emergeixen d'aquell conjunt amb una probabilitat, això equival a dir que puguin “singularitzar-se mitjançant propietats “interessants” en tal o qual situació”. Tractem de comprendre l'origen de la història, per tant no podem pressuposar-la mitjançant la finalitat que restringiria el conjunt de possibles, però cal “restringir la població dels possibles, és a dir, augmentar la probabilitat de formació de cadascun d'ells” si volem establir aquella probabilitat d'emergència.⁵²

Encara que no estem discutint la integritat dels arguments de Dawkins, sinó que els estem fent servir per a il·lustrar els nostres problemes especificats en aquest apartat, el desenvolupament de la resposta propensional ens duu a aprofitar aquest punt per a prendre en consideració el tema del finalisme, que al cap i a la fi sempre acaba essent present, i que és la qüestió que Dawkins tracta de conjurar. Acabem de dir que hem extret del plantejament de Dawkins una dificultat per als nostres propòsits, i és que en la seva proposta la selecció natural, la “lleï”, està estipulat el conjunt de condicions possibles, que precisament restringeix més adequadament aquell conjunt que si està obert a la situació d'atzar representada per la mona ergòdica. Hem discutit la correcció d'aquella constricció, per exemple si no suposa tàcitament la negació de la possibilitat que sembla admetre en el model. Però, una via d'evitar anar a parar a una *concepció idealista dels mons possibles*, és que la “lleï” no ha d'estar constituint el conjunt de possibilitats, en tot cas és la lleï interpretada propensionalment, d'acord amb l'exigència popperiana (γ). Aleshores, hem de fer-nos càrrec que quan diem que la lleï s'ha d'interpretar per les propensions es pot advertir amb sentit crític que això vol dir que les condicions presenten una *tendència intrínseca*, i que això és una manera mística de parlar, però que no és explicar. Davant això, per la nostra banda, a més hauríem d'afegir que també la selecció natural, presa com una enunciació legal, té encara molt de propensió. Què significa dir que la selecció natural regeix el procés? La selecció natural, la direcció vers la supervivència, es dona en una situació on estan presents les propensions, és la situació la que presenta la propensió reflectida en la ‘selecció natural’ (i això tampoc no té per què voler dir que rebutgem que hi hagi lleis de la natura). El cas és que Dawkins no pot dir que la selecció natural està abans de (o *sobre*) la situació; altrament, caurà en la planificació finalística que tracta de rebatre.

X.2.- Teoria subjectivista del temps

1. Problemàtica freqüencial d'una interpretació objectiva de la probabilitat

Recordem com a substrat general que el programa general de Boltzmann (de 1868 a 1871) és que la MC del moviment dels constituents moleculars ha d'ésser l'arrel que condueix a la formulació mecànic-estadística clàssica sobre l'evolució en el temps del sistema singular. Per a la comprensió del paper que en la M.E. tenen les assercions probabilistes cal optar per alguna de les

interpretacions de la probabilitat. D'antuvi, una versió subjectivista ve fortament suggerida per l'ús important en l'enunciació dels postulats probabilistes que tenen els principis de simetria i d'indiferència; per exemple, fent ús d'aquest principi es tria la distribució de probabilitat assignada als microstats agrupats en regions en la col·lecció infinita de sistemes sota una mateixa condició macroscòpica. Tot i així, Sklar⁵³ manifesta la seva opció que aquella interpretació ha d'ésser freqüencialista, precisament la versió de freqüències reals en el nostre món físic.

Si en el programa iniciat per Boltzmann la probabilitat d'un estat (o conjunt d'estats) queda establerta com el límit de la mitjana temporal que el sistema romandrà en aquell estat, llavors aquest enfocament es relaciona amb la interpretació de la probabilitat de la freqüència relativa límit (fins i tot encara que es tracti del límit d'un procés determinista). Llavors presentarà les dificultats de la divergència entre el límit suposadament existent del llarg termini, del temps infinit, amb les observables freqüències relatives finites: adequades circumstàncies podrien permetre l'observació de posteriors desviacions.⁵⁴ És a dir, hi ha problemes per a la comprensió de les freqüències reals sota la teoria, justament per la connexió entre la conducta real dels sistemes i el context idealitzador que precisament pretén explicar aquella conducta. Així, Sklar es pregunta per l'associació, en la teoria de l'equilibri, entre freqüències reals en temps finits d'aquells sistemes i les freqüències límit en el temps infinit atribuïdes com a temps d'estada als diversos microstats segons es deriva de la teoria. Aquest particular ús de la idealització provoca el problema de la reproducció en la teoria de la conducta del temps finit real.⁵⁵ Com que es tracta de comprendre el que passa en el curt termini, presenten una difícil comprensió en la seva aplicabilitat a fenòmens reals dels sistemes reals aquells resultats que diuen el que passa en el límit temporal vers l'infinit, com els obtinguts amb la generalització del teorema ergòdic pel mètode ensemble de la corba de concentració.⁵⁶ També explica que aquest problema de l'associació amb els fenòmens observables del món que constitueixen l'objecte de l'explicació es presenta gairebé en tots els enfocaments. Quan l'enfocament sencer consisteix d'un context idealitzador, un tret com la condició d'instabilitat dinàmica resultarà en la difícil tasca de proporcionar raonables models ideals d'un sistema al món que trobi aquella condició.⁵⁷ Dins els problemes d'aplicabilitat de l'enfocament de l'evolució caòtica, també aquí es presenta aquest problema d'aplicació del límit en el temps vers l'infinit a la conducta en el temps finit dels sistemes. Aquests sistemes caòtics ofereixen els resultats amb independència de la dimensió dels sistemes, llavors hi ha la qüestió que la conducta termodinàmica dels sistemes amb un gran nombre de microcomponents com a característica essencial exigeix alguna forma de complementació dels resultats pretesos com a justificació dels mètodes mecànic-estadístics i obtinguts per exemple amb sistemes mescla, on és suficient considerar només el tancament en un recipient de dues esferes dures. El poder metodològic obtingut per la seva forta abstracció alhora dificulta l'aplicabilitat i l'associació amb la pràctica experimental.⁵⁸ La derivació de Lanford de l'equació cinètica de Boltzmann fa servir una baixa densitat del gas, en el sentit límit de densitat zero, i la dimensió petita de les molècules.⁵⁹

Però sota aquest enfocament no sorgeix el problema de connectar els resultats obtinguts en el llarg termini amb el que succeeix en els intervals temporals de l'ordre observat en el temps de relaxació dels sistemes, perquè els resultats són formulats en termes de temps finits, però hi ha altres problemes que també dificulten la comprensió de la ubicació en l'estructura explicativa dels resultats, perquè també presenten un problema de vinculació amb els fenòmens observats.⁶⁰

A més del problema de la justificació de l'ús d'una interpretació freqüencial de llarg termini per a traslladar afirmacions sobre proporcions en el món real, també es presenta, i amb prou estridència, el problema de l'elecció de l'apropiada classe de referència amb la qual indicar que la proporció al món real és la que se suposa queda descrita per la derivació probabilista de la teoria. És a dir, el problema de la relació entre probabilitat i freqüències reals també es presenta en la paradoxa del fet que ens trobem gairebé sempre amb sistemes prou allunyats de l'equilibri quan segons la teoria de l'equilibri és l'estat majoritàriament probable d'un sistema. Aleshores Sklar⁶¹ veu tres possibles vies d'intentar resoldre això. Negar aquella afirmació teòrica. Adoptar una interpretació subjectivista que rebutgi una connexió objectiva entre la probabilitat postulada per la teoria i les freqüències reals. O bé, la via proposada per Boltzmann amb la seva hipòtesi cosmològica i continuada en les seves variants modernes: en l'associació de la probabilitat teòrica amb les proporcions reals al món, no podem fer la correcta identificació perquè hem observat una classe de referència massa petita (la nostra regió de l'univers és només una petita porció de la seva sencera extensió espacial i temporal, on la proporció dominant és l'equilibri); cosa que significarà una directa teoria subjectivista del temps.

X.2.1.- La hipòtesi cosmològica de Boltzmann

Finalment Boltzmann recorrerà a una assumpció, no provada, sobre l'estat present de l'univers. D'aquesta manera trasllada la qüestió sobre la conducta d'un sistema completament arbitrari a la conducta d'un sistema en l'estat present del món. L'assumpció, que es presenta com a explicació física de la peculiaritat de l'estat inicial, afirma que l'univers començà en un estat molt improbable i que encara hi està. Com a principi explicatiu no ha d'esperar-se que hagi d'ésser explicat.

Però no cal la invocació d'un canvi unidireccional de l'univers *sencer* des d'un determinat estat inicial a un estat final. Boltzmann fugí de les dificultats que sobre la seva teoria produeix aquella asseveració en afirmar que l'univers *sencer* es troba en equilibri tèrmic, i que hi ha

“regions relativament petites de la grandària de la nostra galàxia (les quals anomenem mons), que durant el temps relativament curt d'eons es desvien significativament de l'equilibri tèrmic. Entre aquests mons la probabilitat de l'estat incrementa amb tanta freqüència com disminueix. Perquè a l'univers com un tot són indistingibles les dues direccions del temps, (...). (...) així un ésser viu que es troba en tal món en un cert període de temps pot definir la direcció temporal com la que va des dels estats menys probables als més probables (els primers seran el “passat” i els darrers el “futur”) i en virtut d'aquesta definició ell trobarà que aquesta petita regió, aïllada de la resta de l'univers, està “inicialment” sempre en un estat improbable.”⁶²

Boltzmann considera invàlida l'objecció que apel·la al caràcter antieconòmic i

sense sentit de la seva tesi en quant necessita el recurs a la imaginació d'un gran part de l'univers (en estat de mort calorífica) per a l'explicació d'una petita part (lluny d'aquella mort).⁶³

La M.E. de Boltzmann hauria d'afrontar aquella objecció de la recurrència (o objecció de Zermelo) amb el seu resultat que l'evolució de qualsevol sistema en un estat inicial de no-equilibri tornarà a un estat tan pròxim com hom vulgui a aquell inicial, ja que es troba en contradicció amb la seva afirmació que un sistema en estat inicial de no-equilibri evolucionaria a l'estat d'equilibri i romandria en aquest darrer. En principi, si la segona llei indicava un augment monòton de l'entropia fins que tota l'energia s'hagi convertit en el moviment desordenat de la calor, l'univers sencer acabaria en una 'mort calorífica'.

La interpretació *probabilista* dels estats dinàmics dels sistemes macroscòpics no ofereix per si mateixa arguments per a preferir l'atribució d'una direcció temporal determinada per a l'evolució vers l'equilibri. Però la nostra percepció temporal existeix i el segon principi termodinàmic afirma que l'aproximació temporal a l'equilibri succeeix amb el transcurs del temps, és a dir, en la direcció del futur. S'ha d'harmonitzar aquella indiferència mecànico-estadística amb el sentit temporal inscrit en l'enunciat de la segona llei, i aquesta mateixa llei amb l'existència d'ordre en el món, cosa que la contraria. És per aquest motiu que es fa funcionar la hipòtesi cosmològica que faci sentit a aquella indiferència sobre si els sistemes evolucionen vers l'equilibri en el futur o en direcció vers el passat, sobre si, d'acord amb la recurrència, l'equilibri està situat en el futur o en el passat, si el sistema va cap a l'equilibri, però també ve d'aquest estat. Es postula aleshores l'estat fluctuant (per tant improbable) de la nostra regió de l'univers. Aquest estat, el seu origen i final en un mateix estat d'equilibri universal, fa comprendre l'observació d'una direcció del temps, fora d'aquest estat no és possible tal observació.

Això és, es podria suposar que l'univers començà en un estat molt improbable des del qual ha evolucionat gradualment vers l'equilibri tèrmic. Una altra possibilitat, que també es podria fer complementar amb allò dit, és que podem pensar que la regió d'espai veí a la terra representà una gran fluctuació de la corba d'entropia. La nostra observació només abasta aquesta regió molt petita de l'univers. Aquesta fluctuació constitueix l'afirmació de l'estada de qualsevol estat diferent del de l'equilibri, mentre que a la totalitat de l'univers predomina una situació d'equilibri o mort tèrmica, en la qual no hi ha distinció entre passat i futur. Amb aquest univers real, objectiu, simètric, Boltzmann renuncia, en paraules de Popper, "a la seva teoria d'una fletxa del temps objectiva"⁶⁴.

L'univers en conjunt es troba en equilibri; però, per la mateixa teoria probabilista sobre grans poblacions, tenint en compte la seva immensitat espacial i temporal, es produiran regions fluctuacionals o desviacions d'aquest estat d'equilibri en grans regions espàcio-temporals que assoliran l'estat de no-equilibri. Aquesta mena de segment atípic o fluctuació és normal per a una part relativament petita; podem augmentar la probabilitat que hi hagi aquest estat anormal dins l'univers tant com més gran sigui la vastitud de l'univers sencer. És a dir, encara que l'estat de no-equilibri sigui

majoritàriament improbable, sí que en resulten possibles desviacions que donen estats de no-equilibri per a períodes temporals perllongats, on els valors entròpics es troben per sota dels seus màxims, possibilitat que augmenta cap a una més alta probabilitat amb l'augment de la grandària de la mostra.

Tot això explica l'existència d'estructures ordenades al món, de processos que contradiuen el creixement entròpic. Nosaltres som organismes observadors, som els observadors d'aquesta fluctuació, la vida posseeix una estructura, un ordre, que contraresta el procés vers l'equilibri. La nostra pertinença a aquesta regió de no-equilibri de l'univers fa comprendre la nostra pròpia existència: la nostra vida i capacitat d'observació no serien possibles sense aquesta desviació. En regions més properes a l'equilibri no és possible l'existència d'organismes estructurats i per tant d'observació.

Es pot dir que tenen encara una probabilitat més alta que la nostra regió les regions de l'univers que també són fluctuacions però amb una baixa fluctuació entròpica, amb una desviació de l'equilibri menor que la nostra, i, per tant, més majoritàries i comunes que el nostre tipus de fluctuació regional. Ara bé, segons tot això també es pot pensar que aquestes regions més modestes, amb menor divergència de l'equilibri, també tindran una probabilitat -encara que més petita que la de la nostra regió familiar, però suficient- per al manteniment d'éssers observadors. Aleshores, donats aquests éssers sensibles en aquestes regions més entròpiques, la probabilitat que una regió fluctuant d'aquest tipus presenti estructures vives capaços d'observació és molt més alta que la mateixa probabilitat per a una regió del nostre tipus. Però, tot i així, el partidari de la tesi de Boltzmann pot afirmar que una explicació estadística permet que hi hagi més d'una fluctuació com la nostra, el tipus de la qual serà menys "comú" que altres més entròpiques però amb menor extensió (com que són més entròpiques són més breus espàcio-temporalment, perquè es troben més a prop de l'equilibri, al qual es dirigeixen).

Sens dubte que la segona llei, l'entropia i el seu creixement, té sentit físic quan s'entén que la condició original de l'univers constitueix un estat inicial simple ordenat, aleshores la transició entròpica, per tot arreu, és del passat cap al futur, té la direcció temporal. Aquesta fletxa termodinàmica, o transició de l'ordre a un desordre estadísticament molt més probable, té direcció vers el futur, i no a l'inrevés, cap al passat. Per això el segon principi tèrmic constitueix una llei que estableix un fenomen irreversible; el sistema revertit viola l'enunciat de la mateixa segona llei termodinàmica, l'evolució inversa es faria cap a l'ordre, cosa que no enuncia la llei. El fenomen descrit per la llei es faria "reversible" si el sistema projectat en sentit invers també esdevingués cap al desordre, cap al creixement entròpic. Amb això s'assoliria l'adequació de la segona llei amb la mecànica amb els seus teoremes de recurrència. Llavors no cal més que sostenir que efectivament és d'aquesta manera, i per tant, que estem en una fluctuació o desviació de l'estat d'equilibri universal -on no hi ha fletxa termodinàmica, de l'ordre cap el desordre, perquè ja és la indiferència del desordre-, és a dir que anem cap a l'equilibri, però també en venim, d'allà. Amb la qual cosa Boltzmann nega aquell "per tot arreu", i en conseqüència el sentit físic de la segona llei queda molt relativitzat, també el de la mateixa fletxa temporal, però s'ha aconseguit unificar el caràcter reversible de les lleis fonamentals

amb un estat universal adient, l'estada en el desordre.

Nosaltres, dins aquesta fluctuació, hi distingim el passat del futur, però aquesta direcció futura del temps és en certa manera una arbitrarietat. Com estem veient, amb la seva hipòtesi Boltzmann planteja una "teoria subjectivista de la fletxa del temps"⁶⁵. En primer lloc, l'evolució dels estats dels sistemes vers estats cada cop més propers a l'equilibri significa que la nostra fluctuació torna a poc a poc vers l'equilibri del qual sorgí espontàniament -val a dir, la fluctuació prové de l'equilibri. Per tant, ens trobem en una regió local de la corba d'entropia amb dos extrems d'entropia baixa i alta en las dues diferents direccions temporals.

Dins les regions divergents de l'univers en un temps donat, que es troben provisionalment lluny de l'equilibri, es poden donar dos tipus pel que fa a la identificació del sentit de la seva direcció temporal per a l'observació dels seus possibles habitants. En la nostra direcció temporal futura hi haurà algunes d'aquestes regions que es conduiran cap a l'equilibri, com és el cas de la nostra regió local; però d'altres seran "contraconduïdes"; és a dir, es mouran lluny de l'equilibri en aquella mateixa direcció, on els seus éssers tindran com la seva direcció temporal local futura la direcció temporal que constitueix el nostre passat. Això explica que a la nostra regió trobem l'extrem d'alta entropia en la direcció futura del temps i l'extrem amb entropia baixa en el passat, i no a l'inrevés.

La fluctuació és, per tant, la que realitza una direccionalitat en el temps, trenca la adireccionalitat temporal de l'estat d'equilibri universal, en conformar una història amb el començament de la desviació (passat) i el procés de tornada vers l'equilibri (futur) al qual tendeix tot sistema d'acord amb el principi termodinàmic. Reichenbach ressalta allò que en la seva opinió és el resultat més important de la tesi de Boltzmann:

"En el present estat de la cosmologia, és molt difícil arribar a una conclusió pel que fa al temps com un tot. A més a més, en ordre a donar compte de la direcció temporal de la secció del món accessible a la nostra experiència, *no és necessari assumir que el temps té una direcció per totes parts*. Aquest és el resultat més important de les investigacions de Boltzmann: la qüestió de la direcció del temps com un tot ha d'ésser separada de la qüestió de la direcció temporal observable per nosaltres. Fins i tot si l'ordre estructural del temps no és obert com habitualment s'assumeix -això és, àdhuc si el temps com un tot és tancat, una concepció esmentada en 5- encara roman la possibilitat que seccions seves tinguin direccions que serien estadísticament expressades de la mateixa manera com per a l'univers temporalment obert.

Amb la seva *definició estadística d'una direcció temporal que és restringida a una secció del temps total de l'univers*, Boltzmann ha mostrat la manera de resoldre la paradoxa de la direcció estadística, el problema de *reconciliar la naturalesa unidireccional del macrotemps amb la reversibilitat dels microprocessos*."⁶⁶

El 'futur' no és realment existent, el que de veritat existeix és l'augment entròpic o aproximació vers l'equilibri dins la nostra fluctuació local. Per tant, Boltzmann també renuncia "a la seva teoria que l'entropia tendeix a l'increment en la direcció d'aquella fletxa"⁶⁷ temporal, amb la conseqüència que la direccionalitat del temps queda reduïda o explicada per l'entropia.

Aquesta és la resposta boltzmanniana a la qüestió que el creixement entròpic es realitza cap al futur. Segons la hipòtesi de Boltzmann, per consegüent, la direcció futura del temps és la direcció

del temps on la nostra regió local esdevé cap a l'equilibri. Com que la direcció de l'augment entròpic determina totalment la direcció del temps, l'augment entròpic resulta essencial o constitutiu de l'establiment de la direcció futura del temps; llavors la hipòtesi resultaria fracassada si hi hagués un procediment de definir la direcció del temps amb independència de l'increment entròpic.

X.2.2.- Explicació de la asimetria temporal pel creixement entròpic

Acabem de dir que, segons la hipòtesi de Boltzmann, la direcció de l'augment entròpic determina totalment la direcció del temps, i que aleshores es podria considerar que la hipòtesi resultés fracassada si es mostrés un procediment de definir la direcció del temps amb independència de l'increment entròpic. Popper afirmà l'existència de processos físics que són irreversibles amb independència que pogués connectar-se'ls qualsevol augment entròpic; això ataca la hipòtesi de Boltzmann. Respecte d'això esmenta el cas típic d'una "ona lluminosa esfèrica en expansió o un procés (com una explosió) que envia partícules a l'infinit (d'un espai newtonià)." No poden ocórrer els processos oposats al món: "una ona esfèrica coherent contraient-se des de l'infinit (o una implosió des de l'infinit)"; no hi poden ocórrer aquests processos "no perquè tal cosa estigui exclosa per les lleis universals de la propagació de la llei o del moviment, sinó perquè seria físicament impossible establir les condicions inicials."⁶⁸

Sklar⁶⁹ recorda que, encara que no és una qüestió completament tancada, l'enfocament ortodox en la M.E. assumeix que l'origen de la asimetria temporal no es trobarà en una comprensió més profunda de la microdinàmica subjacent.⁷⁰ Una comprensió més profunda significa que, segons algunes propostes, l'existència i naturalesa de la asimetria temporal al món es podria explicar des d'una irreversibilitat en les lleis dinàmiques fonamentals, i.e, en una subjacent asimetria temporal legal. Com a exemple d'aquella asimetria subjacent que seria la font del temps asimètric al món es troba la llei que governa les interaccions dèbils en física; les lleis fonamentals de l'electromagnetisme o la nostra experiència de la generació i propagació d'ones també podrien contribuir per a oferir un micronivell estructural on es trobi la asimetria temporal en la qual descansar la irreversibilitat termodinàmica. A part de la dificultat d'aquestes demostracions, Sklar adverteix que l'existència d'algun conjunt de lleis fonamentals irreversibles (temporalment asimètriques) no és condició suficient per a la resolució de la problemàtica dels fonaments de la M.E., per a la comprensió de la vasta asimetria temporal al món. L'existència d'aquella asimetria legal requeriria encara una demostració de com pot explicar els tipus més familiars d'asimetria. A més a més, aquesta hipòtesi que hi ha lleis fonamentals de la natura asimètriques temporalment constitueix, segons Sklar⁷¹, el significat clar de l'enfocament que una asimetria del mateix temps és tota l'explicació de la asimetria dels sistemes. Però el significat vague és l'argumentació que aquesta asimetria intrínseca del temps dóna compte de la asimetria temporal inserida a les condicions inicials límit dels sistemes des d'on

s'atribueix l'origen de la asimetria temporal del fenomen tèrmic. Altra vegada contesta Sklar que estem lluny de tenir clar una construcció de la naturalesa d'aquella asimetria temporal, encara menys com es podria establir el mecanisme del seu govern sobre les condicions inicials dels sistemes -cosa necessària per a l'explicació de l'evolució majoritària termodinàmica dels sistemes en una direcció del temps. Un problema d'incompatibilitat es presenta amb la idea que les estructures explicatives en la M.E. han de contenir entre els seus ingredients fonamentals la teoria dinàmica subjacent; i aquesta teoria no dóna lloc per a cap factor com aquella "asimetria del mateix temps" (ni ofereix cap idea de com construir-ho), sinó que només han d'intervenir en l'evolució dinàmica dels sistemes les lleis i les condicions inicials. Discutirem més endavant la demanda de compatibilitat amb els trets considerats fonamentals de la teoria física acceptada (la dinàmica) (XII.2.1.1), problema que també es presenta amb els crucials postulats probabilístics apareguts amb la M.E. i que concerneix a la seva interpretació.

Oposada a aquella perspectiva de la direcció del temps com una real característica pròpia del temps en el món, i que es podria també reflectir en l'existència de lleis fonamentals asimètriques, es troba, al contrari, la reducció física de la fletxa del temps per la direcció entròpica dins una cosmovisió on les asimetries entròpiques han estat reduïdes en l'invariant temps simètric compatible amb certs principis extrets de les característiques de la mecànica. Si Sklar ha indicat que es troba gairebé fracassat l'intent de preservar una certa irreductibilitat temporal amb la indicació de lleis asimètriques, perquè com a màxim l'existència d'aquestes lleis encara no serveix adequadament per a l'enteniment de la asimetria macrofenomènica, ara, al contrari de la seva posició i com havíem indicat al final de l'anterior secció, pertoca d'examinar si es troba fracassat l'intent de reducció de la asimetria temporal a la simetria temporal de la dinàmica mostrant algun procediment de definir la direcció temporal amb independència de l'increment entròpic -increment mitjançant el qual, d'aquella manera reductora, es pretendria, al seu torn, que s'hagués reduït la fletxa temporal a la invariància temporal dinàmica. Llavors correspon desenvolupar la tesi de Boltzmann segons la qual el creixement entròpic explica la asimetria temporal establint fenòmens asimètrics i explicant-los per l'entropia.

Que el significat de la distinció intuïtiva entre passat i futur té el seu fonament explicatiu en el creixement entròpic pot requerir respondre pel mode de relació entre aquella distinció i aquest creixement. Segons exposa Sklar⁷², es podria tractar d'un problema del tipus com aquella qüestió que genera diverses respostes pel que fa al mode de connexió internivells en la qüestió "ment-cos"; si són identificables els processos mentals i els cerebrals, si aquests segons mantenen una relació de suport necessari i suficient en relació als primers, si la relació és descriptible com una relació que permet assenyalar quins són els processos mentals corresponents a uns processos físics cerebrals determinats, la discussió de fins a quin punt l'establiment d'una identitat entre els fets d'ambdós nivells o realitats també no permet la no distinció separada dels dos processos constituïts en cada nivell respectiu. És conegut el tema de les complicacions que crea el cas particular de les típiques "qualitats

secundàries" pertanyents a la ment, o a l'elaboració d'alguna part de l'aparell perceptiu vinculat a ella, i la seva relació amb el suport físic originàriament provocador de les resultants qualitats; en aquest cas l'establiment de la relació pot requerir primàriament que la qualitat "emergent" quedi 'eliminada' en el suport físic extern, com ocorreria en l'exemple del color blau inexistent en l'ona lluminosa. Però, deixant de banda que el temps sigui un concepte amb pregones connotacions mentals, d'antuvi és adient, segons Sklar, cercar el mode de relació més aviat en un exemple com el proporcionat quan es diu que les ones de llum són ones electromagnètiques: el tipus de connexió identificativa quedaria, sinó definit, almenys il·lustrat amb el recurs a analogies amb el domini científic on s'han establert altres "identitats descobertes", com aquelles que s'afirmen quan es diu, per exemple, que els cristalls de sal són iguals a ordenaments dels ions de sodi i clor. Però, a més d'aquests dos exemples, Sklar en presenta un tercer com el seu favorit -i que havia presentat Boltzmann⁷³- en quant indicació de com hauríem d'entendre la naturalesa de la reducció del domini conceptual de la asimetria temporal per la asimetria entròpica. Consisteix de la identificació que es fa de 'baix' amb "la direcció de l'espai en què esta dirigida la força gravitacional en aquell lloc"⁷⁴, puix que la gravitació és la fonamentació de la distinció dalt/baix, i la nostra consciència "no inferencial" de la direcció es donada pels nostres òrgans sensorials determinats pel camp gravitacional local. Però, a més d'ulteriors complicacions per a aquesta analogia espacial (com la presentada a propòsit del problema dreta/esquerra) el mateix Sklar accepta, durant un breu instant en el seu escrit, que la asimetria de l'espai no arriba a assolir, en qualitat d'analogia per a la qüestió que ens interessa, la manera profunda i peculiarment especial en què trets crucials sobre el món com les fletxes temporals epistèmiques i causals són constitutius fonamentals de la nostra intuïció d'una radical diferència entre passat i futur.

La determinació del mode de connexió entre la relació d'un succés posterior amb un altre d'anterior en el temps i la asimetria (temporal) termodinàmica dels sistemes forma part de la qüestió plantejada per la tesi de Boltzmann que allò segon és responsable d'aquella relació per tal com constitueix la seva manifestació física. Segons aquella tesi, les nostres asimetries intuïtives en el temps són precisament la direcció temporal tal com és fixada per la asimetria física que es presenta globalment com el comportament dels sistemes termodinàmics. Per tant, la distinció passat-futur hauria de poder expressar-se en termes de fenòmens que puguin ésser connectats a la asimetria entròpica. També un intent d'aquesta índole fou fet per Reichenbach pel que fa a un d'aquells tipus de fenòmens que presenten distinció temporal i al qual al·ludíem en el començament d'aquest capítol: els registres que constitueixen empremtes físiques conservades del passat.

Reichenbach ressaltà i precisà el caràcter estadístic que hi podia haver en el contingut de la interpretació cosmològica de Boltzmann de la fletxa del temps i accentuà el que considera el resultat més important d'aquella interpretació: "la qüestió de la direcció del temps com un tot ha d'ésser separada de la qüestió de la direcció temporal observable per nosaltres"⁷⁵, com hem esmentat abans. L'objecció de la reversibilitat no pot ésser contestada en últim terme mitjançant la referència a

probabilitats de sistemes singulars, és a dir, d'un sistema, aïllat, com el nostre univers amb la seva corba entròpica general, sinó a la inclusió d'una pluralitat de sistemes no-aïllats en els seus orígens i que se separen del sistema total. Com a conseqüència d'alguna acció externa del medi ambient més ampli, en la seva formació inicial els sistemes adquireixen un estat inicial improbable de baixa entropia, i.e., aquesta baixa entropia no és produïda per l'alta estranyesa d'una fluctuació com un tret inherent al sistema. La interferència d'una manipulació exterior és la causant de la conducta asimètrica en el temps del subsistema ordenat que romandrà aïllat per algun temps limitat i després tornarà a connectar-se amb el seu entorn o sistema principal.

"La creació d'estats inicials ordenats -de cubs de gel flotant en un got d'aigua, de diferències de temperatura que resulten dels processos químics- no es realitza en aquells casos en sistemes aïllats que pateixen un decreixement entròpic, sinó en subsistemes de sistemes comprensius l'entropia total dels quals puja mentre el subsistema sigui posat en un estat d'entropia relativament baixa. A la Natura abunden els sistemes ramificats d'aquest tipus, és a dir, sistemes que se separen d'un sistema comprensiu i en romanen aïllats per algun tram temporal. La seva evolució comença amb un estat ordenat, això és, un estat d'entropia relativament baixa, i progressa vers el desordre, i.e., vers entropia relativament alta. Fem servir la paraula 'relativament' en ordre a indicar que aquesta entropia queda referida al subsistema, no a l'univers o sistema principal.

La definició estadística de la direcció temporal ha d'ésser referida a aquests fets observacionals. Quan inferim des de la desigualtat $S_B > S_A$ que en la probabilitat total A fou anterior a B, aquesta probabilitat és d'un tipus diferent de la probabilitat discutida en connexió amb la objecció de la reversibilitat: no es refereix a la seqüència d'estats del sistema aïllat al qual pertanyen els estats A i B, sinó a la sèrie de sistemes similars, concebuda com un col·lectiu de sistemes ramificats. És a dir, no es refereix al col·lectiu temporal, sinó al col·lectiu espacial."⁷⁶

L'increment entròpic de l'univers sencer és una condició necessària però no és la raó del fenomen de la direcció temporal, però no n'és una condició suficient. L'evidència del creixement entròpic ve donada perquè l'entropia inicial del subsistema té un valor baix en comparació amb l'entropia d'altres possibles estats del subsistema mentre romangui aïllat. Nosaltres tenim l'expressió de la direcció temporal en la direcció del creixement entròpic del procés donat en la conducta estadística d'un gran nombre d'aquests sistemes així brancats proporcionats pel nostre medi ambient; és a dir, aquests sistemes reiteren el fet de la tendència general de l'increment universal de l'entropia, de la conducció general vers estats més i més probables. D'aquesta manera una tendència estadística general és reflectida per la direcció del temps.

Una única direcció temporal es troba definida estadísticament per la pressuposició d'una pluralitat de sistemes inicialment no-aïllats (a causa que el món és estadísticament *isotròpic*⁷⁷). Com que es tracta d'una teoria estadística, la conclusió derivada no representa una estricta llei: "no té el caràcter lògic d'una llei causal"⁷⁸. Així, les direccions vers l'alta entropia són paral·leles entre la *vasta majoria* de sistemes ramificats i el sistema principal, hi ha una exhibició d'un increment entròpic en la mateixa direcció per *pràcticament tots* els sistemes ramificats.

L'anàlisi reichenbachiana de 'registre' afirma primer que a) el registre és un senyal de baixa macroentropia⁷⁹ en un context d'alta macroentropia (una empremta en la sorra d'una platja n'és un

exemple), després que *b*) una baixa macroentropia és la resultant d'una anterior interacció d'un sistema amb l'entorn macroentròpic alt (del peu amb la sorra), i per tant *c*) aquest sistema de baixa entropia (l'empremta) ens permet fer una inferència d'aquella interacció passada; per últim *d*) el registre no es res més que aquesta inferència.

"Observem un estat que en la història del sistema aïllat és molt improbable (...) assumim que l'estat observat és el resultat d'una interacció, que preferim una interpretació en la qual el sistema no es trobava aïllat en el passat. I com per a la termodinàmica estadística, aquesta inferència es basa en una probabilitat de molts sistemes (...) pressuposa la hipòtesi de l'estructura ramificada, aplicada, no obstant això, a l'estadística de macroordenaments.

Per aquesta raó, les empremtes assumeixen la funció d'un registre. Ens permeten inferir que en algun temps anterior tingué lloc una interacció, que els passos d'una persona causaren l'estat ordenat de la sorra; a causa que aquest estat no era "barrejat sense parar", és un registre de la interacció. Els registres són macroordenaments ordenats l'ordre dels quals resulta preservat; són ordre congelat, per dir-ho d'aquesta manera."⁸⁰

D'aquesta manera, la direcció del passat apuntada pels registres ve explicada pel creixement entròpic: quan, d'acord amb allò esperat per aquest creixement, el macrosuccés posseeix un estat improbable, s'ha de pensar que és l'efecte resultant d'una interacció anterior -és més fàcil, segons Reichenbach, que succeís això darrer que no pas considerar la possibilitat d'una fluctuació espontània des de l'entorn macroentròpic alt.

Però resulta que aquesta explicació és insuficient perquè tenim que hi ha registres del passat que no són de macroentropia baixa, sinó alta. A més tampoc no és necessària, perquè hi ha casos en els quals aquesta explicació no permetria distingir la direcció com pretenia. És a dir, casos de baixa macroentropia esperada (un senyal en la pantalla del radar) que permeten fer inferències vers el futur en lloc de vers el passat (la indicació de la futura interacció del míssil amb l'objectiu), amb la qual cosa la inferència no sembla tenir rellevància distintiva per a la noció de registre com sigui que ni tan sols són registres del futur (efectivament no es pot qualificar el senyal com a registre de la futura interacció).

Com veiem, interpretacions com les de Boltzmann i de Reichenbach entenen que la 'semillei' termodinàmica és una mena de reflex d'experiències que resulten de certes característiques de l'observació humana. D'aquesta manera, es pensa que una *aparent irreversibilitat* entròpica representa una clau entre la asimetria entre passat i futur, que forma part de la nostra natural percepció del món, i que hi ha un món microscòpic on la característica reversible de les lleis que el governen sembla fer desaparèixer la dimensió temporal com a tret de la seva estructura. Clau en quant l'entropia, a diferència del temps, és susceptible d'ésser interpretada microscòpicament. El creixement entròpic, en quant posseeix un sentit o direcció, denota una fletxa del temps, però per aquesta via la seva interpretació microscòpica (la legalitat que estableix teòricament la possibilitat física) acabarà considerant el temps per a dissoldre'l en la atemporalitat intrínseca a les lleis mecàniques.

Recorda J. Earman⁸¹ que oposant-se a allò que assenyala la nostra observació, la mecànica indica que hi ha una probabilitat igual d'ocurrència per a un microprocés i per a la seva imatge revertida. Durant un termini de temps suficientment llarg el microstat (q, p) governat per aquelles lleis mecàniques té igual probabilitat de succeir que la seva imatge revertida $(q, -p)$. Aquesta és una conclusió mecànica, i serveix per a explicar, desmentint-la, la irreversibilitat macroscòpica:

la no *observació* de reversibilitat macroscòpica, llavors, ha d'entendre's com que som *nosaltres* els qui no observem certs macroprocessos (com aquells que presentarien reversibilitat) que *sí* succeïrien si nosaltres (la nostra observació) succeïssim durant un temps suficient per a observar-los. El nostre temps d'observació és massa petit pel que pertoca al temps de reversió de microprocessos actuals, d'això resulta que els éssers humans no observem els macroprocessos corresponents. Aquest llarg termini de temps dels microprocessos regits per lleis mecàniques contrasta amb la finitud de les nostres observacions macroscòpiques, finites en el temps, i finites en l'espai si considerem, com afirma J. Earman, que la nostra observació es limita a porcions de l'univers que són finites (i que a més mai no es troben completament aïllades de la resta de l'univers; sobretot, els nostres sistemes observables finits es troben sota la influència gens menyspreable d'un acoblament gravitacional).

De la crítica que continua fent Earman es desprèn que aquells límits no corresponen en propietat als que ens impedeixen el coneixement de la microestructura al mode laplacà i el conseqüent del dimoni maxwellià que ens permetria implementar l'ordre dins el sistema i operar per tant una reversió. Sota aquells "dimonis", un coneixement complet que permet una observació detallada de la microestructura del sistema permetria observar la reversibilitat; i sota aquesta visió el temps pot acabar interpretant-se com una aparença derivada dels límits de la nostra experiència observacional.⁸² És com si aquest tipus d'observació dilueixi la direcció temporal de la fletxa entròpica, dissol aquesta fletxa, i amb ella també el temps. Però diem que, veritablement, aquest coneixement complet de la microestructura del sistema no aconsegueix explicar la qüestió de la irreversibilitat productora de la conflictiva paradoxa dissolent-la en ell mateix. És a dir, aquest coneixement no és suficient per a establir la reversibilitat del procés, perquè encara que fos donada aquesta observació "demoníaca", el sistema es continuarà *observant* com a irreversible. Un sistema ve caracteritzat, com és obvi, per la descripció del seu estat. A fi que el sistema pugui tornar cap als estats anteriors necessita un temps de recurrència, el temps no s'elimina de l'exposició, el que es dilueix o relativitza és el temps humà d'observació; i això darrer es fa explicant la conducta irreversible del sistema considerant que el temps de recurrència és excessivament llarg comparat amb la longitud temporal del sistema sota observació. Però, segons això, el sistema podria observar-se com a reversible si l'estat inicial del sistema és caracteritzat per un temps de recurrència que fos curt comparat amb el temps durant el qual el sistema està sota observació. Així doncs, l'eliminació de la direccionalitat entròpica s'efectua exposant l'exigència d'un període de recurrència, la qual cosa planteja l'existència de les nostres limitacions en la longitud de les observacions, això ens impedeix observar el sistema aïllat tornar a passar per un estat anterior. Però, sota aquesta perspectiva no s'acaba per aconseguir del tot l'eliminació d'una perspectiva temporal. La direcció del temps no queda explicada per la interpretació mecanicista de l'entropia -en termes de la qual es definia la irreversibilitat macroscòpica. En particular, com diu Earman, la jugada de Reichenbach no és coherent, perquè ell admet que els sistemes ramificats es troben aïllats només per un període finit, però que arguments de llarg termini s'apliquen a l'entropia

universal, on des d'aquesta conducta simètrica llarg termini sobresurten els sistemes ramificats, llavors Reichenbach simplement declara una reversió del temps mateix des de l'afirmació que no es tracta de la reversió de la direcció de l'increment entròpic *respecte a una fixada direcció temporal*⁸³.

Els arguments de Earman, com que la "invariància del temps revertit d'una llei no significa la simetria de la llei respecte del passat i el futur", o que "encara que la reversibilitat garanteix una simetria de la inferència, la irreversibilitat no implica necessàriament una asimetria en la inferència"⁸⁴, intenten refermar la conclusió que consideracions no específicament entròpiques intervenen bàsicament en gran part de la irreversibilitat macroscòpica⁸⁵, que les asimetries entròpiques no són crucials per alguns aspectes del problema de la direcció del temps⁸⁶.

La descripció probabilista de l'evolució temporal des d'estats improbables vers estats cada vegada més probables fins a arribar a l'equilibri (o desordre) se superposa a la imatge d'un gas aïllat que surt des d'un volum concentrat a un de més gran en la seva expansió d'acord amb el segon principi termodinàmic. Aquella imatge amb la superposició mecànic-estadística, i amb els resultats mecànics com els de la reversió i la recurrència donarà una de més general integrada en l'univers sencer. L'evolució termodinàmica de qualsevol estat fins a l'equilibri és una evolució cap al futur -encara que s'admet la possibilitat de fluctuacions vers el desordre. Com diem, segons la caracterització probabilista aquella evolució és d'una situació present improbable fins a situacions futures més probables. Si mirem al passat d'aquesta situació present improbable, d'acord amb la interpretació, una situació anterior seria la d'un estat més improbable que el de la situació present. Si observem un gas que està expansionant-se, afirmarem que cap el futur s'expansionarà més i adquirirà estats més probables i que ve d'una situació més improbable, quan el gas estava més concentrat i el nombre de configuracions moleculars possibles era menor. Quan la imatge és l'univers cap al passat tindríem una successió d'estats cada vegada més i més ¡improbables! La representació probabilista-mecanicista, en descriure l'evolució temporal de la nostra situació present improbable en la direcció del passat també descriu una evolució temporal des d'aquesta situació present improbable fins a una situació més probable en el passat, fins arribar a un estat d'equilibri del qual procediria el nostre estat més improbable. Se suposa que tot això dóna sentit a la distinció entre passat i futur d'acord amb l'evolució descrita pel segon principi termodinàmic. La coherència d'aquest imatge, el que diu amb el que es proposa, fou criticada per Popper.

X.2.3.- Comentari de Popper a la hipòtesi cosmològica de Boltzmann

Les paraules 'abans' i 'després', com els números que anomenen les coordenades temporals, és cert que són convencionals, però això no ens impedeix, considera Popper, afirmar la conjectura que el temps forma part de l'estructura espàcio-temporal de la realitat del nostre univers, que hi ha dues direccions temporals no equivalents, que el temps té una fletxa. Per a Popper l'admissió de la realitat,

de l'objectivitat de la relació abans/després és una obligada assumpció per a una filosofia realista sobre l'univers. Una consideració realista del temps resulta essencial, segons Popper, a una concepció realista: "*La realitat del temps i del canvi* em semblava que era el punt essencial del realisme."⁸⁷ Aquesta importància que el temps ha de tenir per a una filosofia realista ha estat esmentada per Popper al costat d'una definició bàsica del realisme:

"També això té relació amb el realisme. Si prenem seriosament el realisme, si prenem seriosament que hi ha un món que és independent dels homes, també hem de suposar que aquest món es desenvolupa independentment dels homes. Aquí entra de nou la biologia. El desenvolupament, gràcies a la biologia, es torna quelcom enormement important i, amb això, la realitat del temps es converteix en quelcom enormement important. Si fem abstracció de la biologia, en la física podria invertir-se la direcció del temps."⁸⁸

També és cert que cometríem un error si parléssim del temps, i de la seva direcció, com si fos un objecte o un procés físic, però, afirma Popper, és una legítima noció teòrica,⁸⁹ i les nocions de passat, present i futur tenen la seva utilitat en la descripció científica de la realitat.⁹⁰ Són bons termes en exemples de ciències físiques com la cosmologia i l'astronomia:

"El fet que aquestes nocions no apareguin en la física teòrica, i que les substituïm per noms i dades en la història, no mostra que siguin esborrades."⁹¹

"Conjecturo que les nostres teories actuals de l'espai i el temps, i la nostra teoria de l'entropia, es transformaran força en el proper futur."⁹²

Convé advertir que el concepte de 'irreversibilitat' "té un camp d'aplicació molt més ampli que el concepte d'increment entròpic"⁹³ perquè es pot constatar el gran abast de processos irreversibles sense correlació amb canvis entròpics; encara que "hi ha només una fletxa del temps!"⁹⁴ Però la crítica de Popper conté raons de caire més general que aquella exposició de fenòmens irreversibles independents de l'augment entròpic. El conflicte entre macroirreversibilitat i microreversibilitat, expressat en la paradoxa de la irreversibilitat, ha conduït (en el tipus de sortida que ofereix la hipòtesi cosmològica de Boltzmann) a que la macrollei sigui relativa segons un sentit molt profund de la consideració de la realitat física. Es podria dir, en primer lloc, i com hem assenyalat damunt amb comentaris de Earman, que només la reversió d'un procés no significa reversió del temps:

« Sigui un sistema físic S que pateix un procés físic completament reversible P . El sistema comença en el temps t_1 i acaba en el temps t_2 . En t_2 es reverteix aquest procés; la qual cosa significa que després d'un cert temps S revertirà a l'estat que estava en t_1 . Però això no significa que el temps hagi tornat a t_1 ; quan el procés revertit es desenvolupa i termina, el temps serà t_3 , on, si la reversió fou perfecta, ambdós processos prenen la mateixa quantitat de temps, $t_3 - t_2 = t_2 - t_1$. Però el temps haurà transcorregut (...) sense rebobinar, o tornar en la direcció oposada, o canviant la seva "fletxa". »⁹⁵

Segons Popper⁹⁶, el plantejament original de Boltzmann era realista sobre el temps, permetia la seva fletxa. Popper no objecta l'equiparació d'entropia i probabilitat, que l'entropia es troba en relació logarítmica amb la probabilitat. La seva objecció és a les concessions que feu Boltzmann a les crítiques de Zermelo i Poincaré: "D'acord amb la dinàmica s'assoleix sempre de nou innumerables vegades en qualsevol sistema el mateix estat; per això que no pugui donar-se cap augment

termodinàmic de l'entropia."⁹⁷ Davant aquestes crítiques, les quals constitueixen el problema de la contradicció entre dinàmica i termodinàmica, on es pressuposa que existeix un direcció del temps, Boltzmann és conduït a identificar l'augment entròpic i la fletxa del temps. Amb la seva hipòtesi cosmològica, Boltzmann acaba fent de l'entropia el vertader substrat del temps; perquè amb la fluctuació d'un sistema de naturalesa estable l'entropia pot canviar de direcció, pot presentar dues direccions, ascendent i descendent, comportant inversió de la fletxa del temps.

Havíem esmentat en IX. 2. la reformulació estadística de la forma "determinista" del Teorema H -una tendència evolutiva inexorable a la minimització de H - en una forma indeterminista⁹⁸ -una tendència probabilista vers estats més probables- en un enunciat que afirma una força aclaparadora, *i.e.*, amb la possibilitat d'excepcions al Teorema H , cosa que permet donar acollida al fet reclamat per la paradoxa de la reversibilitat. Però, considera Popper, el teorema H , la forma d'aquella derivació probabilista de la segona llei termodinàmica a partir de la teoria cinètica, queda inevitablement enfrontat amb l'objecció de Zermelo, i en arribar a la seva segona resposta a aquella objecció, la proposta de Boltzmann cau de ple en el subjectivisme.⁹⁹

Sota la tesi reductiva, la llei termodinàmica descriu una desviació de l'estat real de l'univers, no descriu l'autèntica realitat; i el nostre món, més aviat, podríem dir, és "fals": un dels seus aspectes més palesos i constitutius, com és el temps, és, en realitat, una mena d'il·lusió. La hipòtesi cosmològica de Boltzmann fa vincular l'increment de l'entropia amb l'increment del (nostre) temps -del temps de la nostra consciència. Aquesta proporció o relació entre tots dos tipus d'augment pot conduir-nos a pensar, com fa Boltzmann, que la direcció del temps és una il·lusió, perquè, en realitat, aquesta fletxa del temps s'*explica* per l'increment d'entropia, i aquest creixement no és l'autèntic estat majoritari de l'univers sencer, el qual es troba en l'estat d'equilibri, sinó que és la percepció que en tenim deguda a la nostra situació dins aquesta fluctuació de l'estat d'equilibri o estat genuïnament real.¹⁰⁰ Llavors, segons aquesta interpretació, no hi ha "abans" ni "després"; nosaltres experimentem la direcció del temps, des del passat vers el futur, al llarg de l'eix temporal en el qual minva la fluctuació, experimentem el temps com a increment en la direcció de l'increment entròpic. D'aquesta manera, Boltzmann inicià "la teoria idealista que la fletxa del temps és una il·lusió subjectiva". Popper assenyala que el pensament de Boltzmann s'ha perllongat en el futur sota aquell aspecte de "la seva teoria subjectivista de la fletxa del temps (Schrödinger, Reichenbach, Grunbaum)"¹⁰¹.

Diu Popper que la derivació de Boltzmann de la llei d'increment d'entropia des del seu teorema H fracassa per al seu temps *objectiu*, sense direcció. Aquest fracàs consisteix que per a aquell temps sense direcció, l'entropia no augmenta amb l'increment temporal sinó que disminueix. Podem entendre aquesta afirmació de Popper de la següent manera, segons l'objecció de la recurrència el sistema passa prop de tots els seus microstats possibles, inclòs el seu estat original ordenat, val a dir, en el temps suficientment llarg de la recurrència augmenten les transicions antitermodinàmiques o

antientròpiques. Però això, aquest temps adireccional no compagina aleshores amb l'evolució direccional descrita per la segona llei, la qual s'intentava d'explicar amb la descripció evolutiva oferta pel teorema *H*.

És clar que ara Boltzmann pot explicar-ho recurrent al seu desenvolupament fins arribar a la seva hipòtesi cosmològica, però això, per a Popper, constitueix l'altre vessant del fracàs d'aquella derivació boltzmanniana, és a dir que Boltzmann també fracassa per a l'explicació del (nostre) temps subjectiu (amb direcció) en quant que, afirma Popper, aquest temps s'estableix només per una definició o per una il·lusió¹⁰²: el creixement entròpic (que explicaria la direccionalitat temporal) és una il·lusió perquè no existeix a l'univers total predominant, contemplem aquest increment perquè estem en una fluctuació. Per tant, segons Popper, hi ha un doble fracàs, per a donar compte del temps objectiu i del subjectiu, en l'intent boltzmannià, fracassat, de trobar un procediment probabilista i mecànic des del qual derivar la llei de l'increment entròpic.

Tot això podria voler dir que si Boltzmann aconseguís presentar com a derivacions des de la mecànica la seva suposició cosmològica desglossada en un univers en desordre i la nostra regió particular desviada de l'equilibri, com que en postular aquestes definicions, el que, al cap i a la fi, Boltzmann intentava era donar coherència a la imatge mecànica del món, acaba, en efecte (en fer servir un intent d'aquella naturalesa metafísica però sense justificació), posant en dificultats a aquella mateixa imatge. Si fos vàlid que l'única conseqüència coherent (dins el context de discussió en qüestió) que es pot derivar racionalment de la imatge mecànica del món és aquella especulació cosmològica, llavors, per a Popper, només escau, com a conclusió, qüestionar aquella mateixa imatge mecànica amb tota la seva naturalesa determinista inclosa. És quan Boltzmann derivà probabilísticament des de la teoria cinètica la segona llei de la termodinàmica o llei de l'increment de l'entropia, que queda inaugurada "la teoria idealista segons la qual la fletxa del temps és una il·lusió subjectiva": la hipòtesi cosmològica és una conseqüència especulativa i en recerca de coherència amb allò. Si és certa la irremissibilitat d'aquest enllaç, no es pot rebutjar la hipòtesi sense rebutjar la teoria cinètica estadística de Boltzmann. Llavors s'obra el rebuig, com insinua Popper, de la mateixa mecànica. Sobre la plataforma de l'objecció de Zermelo, o de la contradicció exposada per Poincaré, no s'hauria de liquidar Boltzmann (l'originari, abans de contestar les crítiques mecàniques), sinó la física newtoniana, el seu abast.¹⁰³

És a dir, la hipòtesi cosmològica és introduïda per donar consistència a la mecànica interpretada estadísticament: per poder explicar els macrofenòmens amb la mateixa naturalesa reversible de les lleis mecàniques. Per tant, si amb aquella hipòtesi el nostre món, descrit per la segona llei, resulta en una il·lusió, això en la crítica de Popper conduiria a poder afirmar la falsedat de la mateixa mecànica. Però també resulta que no només la mecànica queda perjudicada en afirmar la "falsedat" o profunda relativitat de la segona llei termodinàmica, sinó que, en totes les seves conseqüències, la hipòtesi cosmològica és qualificada per Popper com a destructora de tota teoria, de

tot coneixement. Perquè més enllà d'aquella conseqüència per a la mecànica, Popper qualifica la 'hipòtesi cosmològica' de Boltzmann com una hipòtesi que «no era "audaç" en el sentit de la meua metodologia: no afegia res al nostre coneixement, no aportava increment al contingut. Al contrari, era destructiva de tot contingut.»¹⁰⁴ Amb la seva "hipòtesi idealista *ad hoc*", Boltzmann oferia "un argument a favor de l'idealisme que semblava pertànyer a la física pura",¹⁰⁵ "una idea autodestructora (al igual que tot idealisme)", que considera el nostre món una il·lusió, i amb això resulten una il·lusió "tots els nostres intents d'esbrinar més sobre el nostre món."¹⁰⁶ Encara que la crítica de Popper culmina en el judici sever, o atribució de "falsedat", sobre la mecànica -si la hipòtesi cosmològica en resulta una conseqüència inevitable-, en realitat, la mecànica podria ésser mantinguda posant de relleu com les afirmacions clau de la mecànica estadística de Boltzmann no són derivacions de (o no es troben fonamentades pels resultats de) la mecànica clàssica ni es troben en consistència amb ells. Però, tot i així, la visió de Boltzmann es proposa en la urgència d'adequar la interpretació dels resultats termodinàmics mitjançant paràmetres mecànic-estadístics amb aspectes naturals del paradigma de la mecànica.

Com veiem, la hipòtesi cosmològica de Boltzmann, sobretot en desembocar en una afirmació sobre la naturalesa del temps, té abastaments biològics (l'aparició de la vida, els organismes estructurats i la seva direccionalitat), epistemològics (la causalitat, el coneixement), "mentals" (la vivència subjectiva del temps, els records). En acabar intentant oferir una forma de resposta en un àmbit més ampli que el dels fets físics, s'introdueix de ple en el lliure terreny d'incidència per a les especulacions metafísiques, i amb això pot ésser jutjada i confrontada dins les anàlisis metafísiques. Suposo que deu ésser per això que, en defensa de la tesi de Boltzmann, Sklar¹⁰⁷ adverteix que encara que la teoria fracassi per a donar compte de les distincions temporals, no és menys cert que aquestes distincions, inclosa l'entròpica, tampoc no es troben millor clarificades des de qualsevol anàlisi metafísica que s'hi contraposi, és a dir, que assumeixi la asimetria com a fonamental a la noció de temps.

Però no és convincent aquest giny fet per Sklar, que agafa el fet que la definició del temps es trobi assetjada d'especulacions metafísiques, encara en camí de poder ésser més envoltants si el problema s'associa amb la causalitat i el coneixement, i l'invoca com a excusa que motivi en alguna dosi a l'acceptabilitat o a una estimable consideració de la tesi de Boltzmann. Les anàlisis metafísiques apregonades tenen per objecte recercar la millor caracterització dels vessants d'un problema, explicar quines són les raons que en poden fer més acceptable una resposta que les altres tot assenyalant on resideixen les dificultats i els guanys de totes. Per això l'estratagema semilegitimadora de Sklar no és acceptable, perquè si bé les anàlisis metafísiques poden il·luminar-se, confrontar-se amb afirmacions científiques, i pròpiament la tesi de Boltzmann conté interposicions metafísiques, en canvi la situació d'aquesta darrera no pot equiparar-se amb l'àmbit legitimador que correspon a les especulacions metafísiques. La tesi de Boltzmann no és donada en l'àmbit metafísic, sinó en la lògica

de la consistència interna entre resultats de les teories físiques i les seves afirmacions, només per això la decisió sobre la seva validesa abans que res ha de circumscriure's decisivament en aquest àmbit que l'origina i la justifica en els continguts dels quals es dota. Esgrimir les suposades deficiències –atès que no és pot concloure una suposada inferioritat- d'altres propostes metafísiques no pot atorgar per si mateix la validesa a la proposta de Boltzmann, quan ja la pot tenir negada en els termes del propi context on aquesta proposta es produeix. Hi té negada la seva validesa per les dues vies indicades per Popper. Perquè utilitza la física per a afirmar la falsedat del món físic, sense aclarir, afegiríem, quina és la posició metafísica resultant d'això per a les lleis físiques sobre el nostre món físic -fals!-; i perquè la seva hipòtesi no té sentit si no és per a donar sentit a una física (la de la recurrència i la reversibilitat davant la segona llei) la qual, precisament, no fa sentit per a aquella hipòtesi llevat que convinguem que aquella mateixa física ha de quedar invalidada (perquè al cap i a la fi dóna compte d'un món fals) però, llavors, per què aquella hipòtesi?

Hem dit que si la hipòtesi qualifica el canvi unidireccional com una il·lusió o queda postulat en una definició resulta que també "l'increment de l'entropia s'estableix només per una definició o per una il·lusió, i cap prova cinètica, ni dinàmica, ni estadística o mecànica, podria (o podria ésser requerida per) establir aquest fet."¹⁰⁸ Popper no posa objeccions a Boltzmann en la seva associació entre entropia i desordre i entre desordre i probabilitat, però està en desacord amb la interpretació boltzmanniana que tot això prova "un increment unidireccional de desordre amb el temps", que la tendència dels sistemes tancats a convertir-se en sistemes desordenats és una tendència proporcional amb el temps. No hi ha "una llei mecànica general" per a aquesta interpretació de Boltzmann, com mostraren Loschmidt ('objecció de la reversibilitat') i després Zermelo ('objecció de la recurrència')¹⁰⁹.

X.3.- Trets generals de la caracterització subjectivista de la mecànica estadística clàssica i la seva crítica per Popper

Segons Popper, la hipòtesi *ad hoc* cosmològica de Boltzmann (i la caracterització del seu teorema *H* com a supòsit mecànic-estadístic per a la derivació de la segona llei) destrueix la mateixa teoria cinètica de l'entropia,¹¹⁰ tampoc no aconseguí "aclarir el status del seu teorema *H* ni explicar l'increment d'entropia."¹¹¹ Popper descriu la situació en què queda la M.E.c. després de l'assumpció de l'objecció de la reversibilitat de la següent manera. Per a un sistema tancat, la permanència en estats de desordre cobreix quasi-tot el seu període temporal. Per tant, hi ha desviacions (ordenades) d'aquell desordre. La grandària de la desviació es troba en relació inversa a la freqüència de la seva ocurrència. Un sistema trobat en un estat ordenat probablement tenia (o tindrà) un estat més proper al desordre tant com a estat precedent com també com a estat subsegüent. D'això s'afirmarà amb alta probabilitat la predicció d'un increment entròpic futur.¹¹²

Una alternativa que resulta del plantejament de Boltzmann és mantenir la mecànica

estadística afirmant que les probabilitats involucrades assenyalen la nostra ignorància de les senceres condicions mecàniques rellevants: "d'una interpretació subjectivista de l'estadística i del seu teorema H (Born, Jaynes)." ¹¹³ Això és el segon aspecte (a més de l'esmentat de la teoria subjectiva del temps que creà, recordava Popper, el nou problema o pseudo-problema de si la fletxa del temps és una conseqüència de l'increment d'entropia) de l'allargament en el futur, que deia Popper, del pensament de Boltzmann. (Els dos aspectes es presenten tòpicament unificats: si la segona llei termodinàmica és conseqüència de la nostra ignorància pel que fa a una descripció completa, llavors la informació completa dels microstats, la d'un observador com el dimoni maxwellià, oferiria la imatge d'un món temporalment simètric, adireccional).

Comenta Farquhar ¹¹⁴ que en l'enfocament subjectiu, la M.E. no assumeix el caràcter d'una teoria física, sinó que en els seus aspectes predictius pren la naturalesa d'una tècnica de la inferència estadística, on la seva fonamental assumpció es basa en la identificació de l'entropia en la teoria de la informació de Shannon amb l'entropia en la M.E. i en la conseqüent aplicació del principi de la teoria de la informació anomenat de l'entropia màxima. Tot i que la perspectiva subjectivista renuncia, a més de a la teoria ergòdica, a l'ús d'ensembles representatius, per a Hobson ¹¹⁵ l'adopció d'un punt de vista subjectivista (E. T. Jaynes, A. Katz, Landsberg, Tribus, ...) permet apostar per un desenvolupament vertaderament estadístic, el qual supera la barreja híbrida entre l'ús del formalisme estadístic gibbsià i l'aparell conceptual de la teoria cinètica. El subjectivista seria, en les seves paraules, l'únic enfocament clar i consistent amb el formalisme gibbsià. Un desenvolupament subjectivista del plantejament formalitzat per Gibbs sembla natural amb la gibbsiana suspensió de judici sobre la naturalesa de les seves assumpcions estadístiques, on aquesta abstinència judicativa afavoreix una neutralitat sobre el compromís ontològic que acaba a la manera subjectivista en una afirmació d'impossibilitat o de rebuig de qualsevol declaració sobre la referència física de les assumpcions emprades.

"Segons els seguidors de Gibbs, la distribució sobre el col·lectiu no és física. Més aviat, es justifica per la 'utilitat' de donar resultats correctes. El principal problema amb aquest enfocament és com les probabilitats *a priori* no físiques poden conduir a conclusions significatives físicament." ¹¹⁶
"... el col·lectiu no pot existir físicament, fins i tot si el seu ús en els càlculs condueix a estar d'acord amb allò observat. Una manera de burlar aquesta dificultat conceptual és pensar que la distribució de probabilitat del sistema singular en el col·lectiu representa el grau d'ignorància en referència a l'estat real del sistema actual sota estudi." ¹¹⁷

Com diu Farquhar ¹¹⁸, els únics basaments per a la construcció d'ensembles representatius semblen consideracions de tipus merament utilitari o un tipus de principi com el laplacià de raó insuficient, atès que la fonamental realitat identificable és el coneixement limitat d'un sistema on no hi ha cap indicació per a una atribució probabilitària apriorística; en conseqüència, s'ha d'atribuir a la situació una igual probabilitat *a priori*.

Hobson es justifica en el punt de vista d'una filosofia operacionalista per a la seva declaració que l'objectivitat de *qualsevol* teoria física és de la mateixa intensitat que l'aconseguida amb una

interpretació subjectivista de la M.E.; és a dir, el que significa per a nosaltres: des de l'adopció d'un punt de vista general no-realista sobre la física. Ara bé, mentre que "la mecànica estadística és l'estudi de sistemes especificats de manera incompleta", en canvi, "la mecànica és l'estudi de sistemes completament especificats."¹¹⁹ Aquesta especificació insuficient, la qual condueix "a l'ús, en mecànica estadística, de la teoria matemàtica de la informació"¹²⁰, ho és sota dos aspectes: perquè "mai no posseïrem informació completa sobre l'estat inicial d'un sistema macroscòpic", també perquè, en cas de posseir aquella informació inicial completa, no la podríem fer servir per raó de la seva gran voluminositat per a la resolució de les exactes equacions de moviment, i perquè serien massa detallades per a tenir cap valor¹²¹.

Popper¹²² exposa un dibuix general de les principals afirmacions que resulten d'una teoria subjectiva de la M.E., per a fer això segueix tesis de Pauli, von Neumann i Born¹²³. El creixement entròpic, l'entropia, la irreversibilitat són nocions que queden interpretades sota el fet del nostre coneixement imprecís, des de la manca d'un coneixement complet de totes les coordenades i moments moleculars. Per tant, passant per la traducció de 'ordre' per 'coneixement' i de 'desordre' per ignorància o 'nesciència', el nostre estat subjectiu d'ignorància dels detalls de l'estat del sistema és la causa de la irreversibilitat, de l'evolució vers l'equilibri, el qual ara s'haurà d'interpretar "com una tendència de la nostra ignorància a augmentar", i l'entropia només és una mesura de la ignorància del sistema. Això vol dir que un concepte termodinàmic com l'entropia només entra en un funcionament sobre un sistema del qual tenim un coneixement inexacte del seu estat inicial. Llavors, amb coneixement màximament especificat i rellevant de l'estat del sistema, la 'probabilitat termodinàmica' i aleshores l'entropia és constant i és zero. És com si amb les col·lisions entre les molècules augmentés la nesciència parcial fins a convertir-se en nesciència total.¹²⁴ Però el subjectivisme no explica allò que era objecte d'explicació, l'estat del gas, el fet de l'expansió del gas, que s'escapi del flascó, conclou Popper. Només explica la pèrdua de coneixement, l'estat d'ignorància; afirma que tenint un coneixement imperfet, la ignorància augmenta, que sota la condició de la nostra ignorància del valor posicional o de moment d'un sola molècula particular, la ignorància s'estendrà a tot el sistema.

En la seva crítica a la interpretació subjectivista de la M.E., Popper assenjala la incorrecció de les identificacions de conceptes que es fan sota aquella interpretació. Així, es fa una associació entre probabilitat i entropia que duu a la conclusió que tot microstat singular, sota coneixement complet, té entropia zero. Aquest enunciat s'infereix de dues premisses, un supòsit que afirma l'equiprobabilitat de tot microstat particular possible (i, per tant, la seva enorme improbabilitat), i un supòsit que les probabilitats altes es relacionen d'alguna manera amb una entropia alta, i les probabilitats zero amb una entropia zero. Llavors, l'argument quedaria de la següent manera: si tots els microstats són igualment possibles, llavors cada microstat és enormement improbable, i si hi ha una relació directa entre microstat més probable i microstat més entròpic, aleshores s'ha de concloure que qualsevol microstat, si està completament donat, com que és altament improbable tindrà

entropia zero.

Les premisses són correctes, recorda Popper, però la inferència no és vàlida. No és vàlida perquè, precisament, el segon supòsit correspon a un enunciat de la mecànica estadística que és una afirmació probabilista sobre els microstats que conté una noció d'ordenació o comparació entre aquests microstats segons el seu grau d'ordre o valor entròpic, i això vol dir que aquesta probabilitat (els microstats més entròpics són els més probables) conté la distinció entre els microstats, feta sobre consideracions estructurals internes dels microstats. I aquesta distinció és el que interessa i no la probabilitat que no distingeix microstats. A part que cada microstat en si sigui igualment probable, interessa la propietat estructural del desordre (o ordre), la qual permet establir probabilitats o pesos desiguals entre diferents microstats, perquè, s'afirma, hi ha molts més microstats entròpics que no-entròpics i, aleshores, és molt probable que el microstat d'un sistema tingui una estructura desordenada o aleatòria que de baixa entropia.

L'ús subjectivista d'aquella identificació malsana entre probabilitat i entropia es realitza per la mediació d'altra identificació, entre entropia i ignorància. Cada microstat igualment probable és altament improbable, llavors un sol microstat possible tindria probabilitat zero (i la baixa probabilitat era també una baixa entropia), però tot un conjunt de microstats possibles tindria una mesura que podria ésser no-zero. Mentre que el coneixement complet correspondria a un sol microstat, el coneixement incomplet (o ignorància) pot correspondre a aquell conjunt. I el nostre coneixement màxim sobre el microstat d'un sistema faria que la seva entropia sigui zero.

Però Popper també rebutja aquesta identificació subjectivista de desordre o entropia amb ignorància o nesciència.¹²⁵ I feu això assenyalant el fet probabilista de la possibilitat de desviacions (o de la convivència amb desviacions) de les regularitats a explicar. Davant el fet objectiu que el sistema s'expandirà (o desordenarà), el coneixement perfect del sistema assegura que aquell fet no es produirà? El subjectivisme insistirà que aquell "fet" és resultat de la nostra ignorància. Però és el punt que fa servir Popper; el cas és que els continguts que intervindrien en definicions d'ignorància i desordre (molecular) no permeten la identificació suposada entre ambdós conceptes.

En primer lloc no hi ha equivalència entre ordre perfecte (entropia zero) i coneixement perfecte. Així, amb un coneixement complet la ignorància no augmenta, però, a la M.E. hi ha unes clares diferències conceptuais, si un sistema arriba a assolir un ordre perfecte (amb una molt improbable fluctuació), tornaria al desordre immediatament amb una probabilitat molt alta. El fet contemplat per la teoria probabilista, que l'increment vers el desordre pot conviure amb la possibilitat de fluctuacions amb el signe de l'ordre, i que el desordre es realitza no obstant aquelles fluctuacions, és una situació que no té correspondència quan apareix que no augmenta la ignorància (suposadament equivalent al desordre). També, els fets són que dins l'augment de desordre de vegades es produeixen desviacions vers l'ordre, que són disminucions de desordre, per consegüent el desordre no s'incrementa d'una manera equivalent a com ho fa l'increment de la ignorància, que no té aquells

decreixements d'ignorància amb caràcter de fluctuació.

Malgrat els continguts diferents de les definicions, encara es podria dir que, amb aquella diferència, la interpretació subjectivista explica més fonamentalment el que la interpretació objectiva o mecànic-estadística no explica d'aquella manera. Però damunt hem deixat constància del comentari de Popper sobre que la interpretació subjectiva no explica l'estat del sistema, sinó que, com a màxim, només relata l'estat d'ignorància i el seu augment. A més a més, segons la interpretació subjectiva, amb el coneixement precís del microstat l'entropia no augmentaria. Llavors quan s'obra el flascó o bé el gas no s'expansiona per causa d'una influència mística sobre el microstat del gas que té el nostre coneixement, o bé el coneixement precís permet el càlcul de les trajectòries de totes les molècules, sense necessitar el recurs de la llei de l'increment entròpic, predient l'expansió que, per tant, no es troba relacionada amb cap augment entròpic. Però Popper insisteix, l'expansió del gas sortint del flascó es produeix d'acord amb aquella llei, i ara, en aquest cas particular, on hi ha coneixement precís dels moviments moleculars, a més a més, no es pot seguir mantenint l'equivalència entre ignorància i entropia, perquè amb l'escapament del gas del flascó (i la consegüent configuració entròpica de les trajectòries moleculars) no hi ha hagut pèrdua de coneixement, el coneixement no ha escapat amb el gas. El nervi de l'argumentació popperiana torna a ésser altre cop el mateix que per exemple apareixia quan es feia servir la il·lustració de la ganiveta de Landé¹²⁶ com a contestació implícita al dimoni maxwellià: encara que sabéssim quin serà el resultat de la moneda en cada tirada particular això no alteraria la producció de freqüències característiques al llarg de la seqüència, encara que poguéssim revertir les trajectòries moleculars, encara que tinguéssim un coneixement detallat de les condicions inicials, molècules, monedes, daus,.. prendran una distribució amb una forma característica, i aquestes distribucions romandran àmpliament majoritàries encara que n'hi hagi fluctuacions. Les freqüències característiques i la seva estabilitat es produeixen, és el fet postulat per la teoria probabilista, juntament amb la possibilitat de desviacions que no arribaran a ésser reproduïbles fins la seva predominança, perquè la qual cosa *refutaria* la teoria. Explica Popper que el subjectivisme, expressant un plantejament determinista de la realitat, troba la teoria probabilista, la mecànica estadística, innecessària o suplementària, potser com un luxe inútil o simplement un mer procediment calculístic, i no assumeix l'abastament legal de les regularitats que resten, hi hagi ignorància o hi hagi coneixement de les condicions inicials per a la predicció del comportament dels gasos amb els flascons oberts.

X.4.- Caracterització objectiva de Popper

Davant els problemes de la M.E., Popper s'inclina per objectar la mecànica clàssica com a teoria universal, i fins i tot arribà a l'afirmació que aquells problemes representen més aviat una via que assenyala un camí de liquidació de la mecànica (vid. X.2.3.). Zermelo també tragué aquesta conclusió -encara que no necessàriament per les mateixes motivacions.

"Ara és necessari formular d'una manera essencialment diferent o bé el principi de Carnot-Clausius o bé la teoria mecànica, o també decidir renunciar completament a aquesta

darrera teoria.(...)¹²⁷

(...) en qualsevol cas és impossible sobre la base de la teoria present construir una derivació mecànica de la segona llei sense especificar l'estat inicial. És igualment impossible provar que la famosa distribució de velocitat serà assolida com un estat estacionari final, com desitjaven els seus descobridors Maxwell i Boltzmann."¹²⁸

"Per tant, es concedeix la meua afirmació de "la necessitat de fer una modificació fonamental o bé en el principi de Carnot-Clausius o en el punt de vista mecànic", i resta com una qüestió d'opinió personal l'elecció d'una d'aquelles possibilitats. Pel que fa a la meua opinió (i no estic sol en aquesta opinió), crec que un principi simple que resumeixi una abundància de fets experimentals establerts és més fidedigne que un teorema matemàtic, el qual per la seva naturalesa representa només un teoria que pot no ésser mai verificada directament; prefereixo més renunciar al teorema que al principi, si tots dos són inconsistents."¹²⁹

Però no sols Zermelo o Popper, també Poincaré havia expressat que podria ésser possible una inevitable acceptació d'aquella resolució:

"Així les dificultats que ens interessen no han estat superades, i és possible que mai no ho siguin. Això significaria una definitiva condemna del mecanicisme, si es provés que les lleis experimentals són distintivament diferents de les teòriques."¹³⁰

En canvi, per a Boltzmann:

"No es tracta de triar com una qüestió de gust entre el principi de Carnot-Clausius i la teoria mecànica. Fins ara no es troba en discussió la importància del primer, en ésser l'expressió més simple dels fets observats. Només afirmo que la representació mecànica està d'acord amb totes les observacions actuals. Si hom vol, pot declarar-se una diferència en principi el que això suggereixi la possibilitat de certes noves observacions (...) i que no estigui d'acord amb el principi de Carnot-Clausius en algunes qüestions inobservables (per exemple la conducta de l'univers o un sistema completament tancat durant un període infinit de temps). En qualsevol cas, el que això no pugui ésser canviat en principi (cosa que no s'ha d'esperar) no proporciona cap base per a la renúncia a la teoria mecànica, com agradaria Zermelo. Precisament, és aquesta diferència allò que em sembla indicar que la universalitat de les nostres construccions mentals seran millorades mitjançant l'estudi no solament de les conseqüències del principi en la versió de Carnot-Clausius sinó també en la versió mecànica."¹³¹

Per a Popper la qüestió no és la d'una elecció entre un enunciat de caràcter més empíric que exerceixi de "principi simple que resumeixi una abundància de fets experimentals establerts" enfront d'enunciats més teòrics elaborats des del nostre coneixement conjectural sobre l'estructura del món. Popper s'aproparia a l'accent boltzmannià que "D'acord amb la visió cinètico-molecular, aquesta llei [la segona llei termodinàmica] és merament un teorema de la teoria de la probabilitat."¹³²

Perquè, enfront del punt de vista d'una significació estadística -com a comprensió física- de la irreversibilitat (el que Popper¹³³ entén com a determinació de la fletxa del temps pel desordre estadístic com a increment entròpic) Popper afirma que hi ha bones raons per a la interpretació de la segona llei termodinàmica com una llei estadística. Ara bé, Boltzmann estava interessat en fer la seva interpretació consistent amb la mecànica:

"El que és incorrecte és només la conclusió que el punt de vista mecànic ha d'ésser d'alguna manera canviat o fins i tot donar-se per vençut. Aquesta conclusió estaria justificada només si l'enfocament mecànic conduís a una conseqüència que estigués en contradicció amb l'experiència. Això seria el cas, no gensmenys, si Zermelo pogués provar que té una longitud observable la duració del període de temps després del qual l'estat previ del gas ha de fer la recurrència d'acord amb el teorema de

Poincaré."¹³⁴

En canvi, no són compartits per Popper aquests intents de Boltzmann que per l'acostament de la visió mecànica sobre el temps conclouen en una declaració de dissolució de la naturalesa direccional del temps via una indiferència probabilística. Popper afegeix que, a més del reconeixement estadístic de la segona llei termodinàmica, no sembla haver-hi raons teòriques o empíriques per a atribuir-li cap significació còsmica. També, no hi ha raons per a la connexió d'aquella expressió, $dS_{xi} \geq 0$, amb la fletxa del temps, la qual, a més, no sembla tenir caràcter estocàstic.¹³⁵

En el nostre univers només coneixem sistemes oberts vers un exterior més fred, hi podem observar sistemes estacionaris la producció d'entropia dels quals iguala la seva pèrdua, o bé sistemes que perden temperatura (i, per tant, entropia), o bé sistemes on la producció d'entropia és major que la seva pèrdua. En qualsevol cas, es troben en un procés d'adquisició de temperatures més baixes. En quasi-tots els sistemes suficientment grans el nostre coneixement d'ells ens mostra que la seva producció d'entropia està igualada o excedida per la seva pèrdua a través de la radiació de calor, és a dir, malgrat la dissipació d'energia dels sistemes, l'entropia es manté o decreix en quasi-totes les regions de suficient dimensió conegudes de l'univers. Això s'explicaria per la conjectura que cada regió productora d'entropia és oberta vers grans (potser infinites) acumulacions d'energia (regions amb, més aviat, infinita capacitat d'energia o de calor si més no per a calor en la forma de radiació). Diversos models d'univers poden representar aquella conjectura.¹³⁶

Si la segona llei termodinàmica, que descriu l'increment entròpic, és una llei estadística sense significació còsmica, la fletxa del temps no és estadística, no es troba subjecta a fluctuació estadística o associada amb la llei dels grans nombres, ni es troba connectada, ni per definició ni per la seva naturalesa, amb aquella llei. Popper recorda la introducció boltzmanniana de la connexió de la fletxa del temps amb l'augment entròpic o teoria estadística de la fletxa del temps. Segons aquesta consideració de la introducció física de la irreversibilitat per la significació estadística dels paràmetres en qüestió, l'entropia no pot minvar en el temps perquè un decreixement significaria una reversió de la seva fletxa, és a dir, un increment revertit per a la fletxa revertida. Però, contesta Popper, com que les fluctuacions termodinàmiques existeixen, és absurda la conseqüència que "dins la regió espacial de la fluctuació, tots els rellotges van cap enrere en una observació des de l'exterior" (i, a més a més, afegeix, també s'haurà de donar compte que la majoria d'uns mecanismes quantificadors del transcurs temporal com els rellotges "son sistemes no-entròpics, en el sentit que la seva producció de calor, lluny d'èsser essencial per a la seva funció, li és perjudicial."¹³⁷)

Boltzmann justificà l'aplicació de la teoria de la probabilitat per l'assumpció que la situació és aquella on moltes causes independents actuen de diferents maneres. Llavors, afegeix Boltzmann¹³⁸ -i torna a il·lustrar la seva tesi amb els exemples del mètode dels menors quadrats i del joc de daus, als quals afegeix el de les companyies d'assegurances- és incomprendible la refutació de l'aplicabilitat de la teoria de la probabilitat per la possibilitat de desviacions quan resulta que la mateixa teoria de la

probabilitat admet el que afirma la “objecció refutadora”, que les excepcions han d’ocórrer en algun moment al llarg d’un període de temps. D’aquesta manera Boltzmann afrontà el problema de la teoria de la probabilitat assumint que no és estrictament provable l’assumpció que *no* s’observa a la natura la realització de les excepcions (i, ensems, fins i tot reconeix també Boltzmann que tampoc no és provable la mateixa representació mecànica sencera). Dècades després aquest problema de “l’anempiricitat dels enunciats probabilitaris” és assumit d’una manera semblant per Popper en *La lògica* i defensat en la seva resolució com a ‘regla metodològica’ (VII.3.) seguint l’ús que fan els físics. Però també digué Boltzmann: “Aquests arguments de probabilitat *no poden substituir* una anàlisi directa del moviment de cada molècula.” En canvi, segons el Popper propensionalista posterior a *La lògica* sí que poden fer aquella substitució.

La interpretació subjectivista de la probabilitat, on la funció de densitat de probabilitat depèn de l’estat de coneixement de l’observador, significa una visió subjectiva de l’entropia, la dependència de l’entropia d’aquell estat de coneixement. Segons això, la noció que perd naturalesa física i adquireix el rang d’un tret antropomòrfic. Sota una interpretació subjectivista, l’entropia no és propietat del sistema físic, sinó de la situació experimental construïda i triada per l’observador

Podem ara fer un comentari sobre la naturalesa de les demandes de Sklar sobre la mecànica estadística. Ell assenyala que certes assumpcions que interven en la mecànica estadística, per exemple els enunciats estadístics, el component probabilista, no tenen justificació teòrica (mecànica). També insisteix en l’observació que certes inconsistències amb la teoria que ofereix la justificació teòrica (la «mecànica» o «dinàmica») serien degudes a la nostra preparació del sistema o elecció de condicions experimentals, *i.e.* a la construcció del model que ofereix la situació experimental que tindria interès. Sense perdre de vista aquella advertència seva recordem altra de les seves crítiques: l’afirmació que els models són els models que corresponen als sistemes reals del món no està justificada, *i.e.*, no hi ha raó per a aquella construcció del preparatiu experimental.

En Sklar no veiem de quina manera pot separar-se d’una interpretació subjectivista aquest èmfasi en la falta de justificació en l’aplicabilitat real dels models -associada amb la injustificació teòrica- i de la consideració del model triat com a font d’inconsistència amb la teoria. Podria establir-se aquella separació si les seves demandes fossin completades amb més comentaris. Això és el que fa Popper. Com que Sklar no ho fa, hem de pensar que la posició de Popper -una tesi realista de la probabilitat de la M.E.- no estaria justificada des de la perspectiva de Sklar, i per tant aquesta perspectiva seria subjectivista, si més no per omissió, ja que no per explícita enunciació. En realitat, el qüestionament del sistema com a preparatiu triat, amb suspensió d’ulteriors especificacions, abasta l’entropia termodinàmica, la qual també adquireix els trets antropomòrfics esmentats -de fet la seva mesura pren en compte només un grup de les possibles variables del sistema.

Popper també adverteix que una situació experimental com la del sistema aïllat no correspon

a la situació real de l'univers, raó per la qual la segona llei no té significació còsmica. Però això no significa -i l'afirmació és explícita- ni que l'entropia del procés fenomenològic sigui un concepte antropomòrfic, ni que l'entropia i el seu càlcul probabilístic del model d'interpretació estadística d'aquell procés siguin nocions degudes al nostre estat d'ignorància. I la inconsistència amb la dinàmica en tot cas apuntaria a un qüestionament de l'exclusivisme fonamentalista d'aquesta darrera teoria.

Per a Popper, a diferència d'una consideració subjectivista, la interpretació objectiva de la M.E. sí que explica l'expansió del gas i pot reconèixer el fet d'aquesta expansió. El gas s'escapa del flascó perquè hi ha una propensió molt forta perquè un microstat adopti la distribució aleatòria (de les posicions moleculars) per tot l'espai disponible. Popper recorda que a tota la termodinàmica es presenta una física no determinista, amb efectes probabilistes. A diferència d'un sistema tancat, en un sistema obert es formen fortes diferències de temperatura. Així, en una tetera posada al foc, l'energia ve d'avall i flueix cap a l'exterior per amunt i lateralment. En aquest sistema es produeix un flux de calor i corrents d'aigua i bombolles de vapor com a resultat de l'aigua bullent, les quals, pel que fa a la seva grandària, en presentaran una dimensió mitjana, la qual cosa constitueix un efecte probabilístic o estadístic de la situació. Llavors, en dependència de la situació total "temperatura del foc, dimensió i forma del foc, flux de calor..."¹⁴⁰, hi haurà propensions per a aquelles dimensions i la seva mitjana. També constitueix un altre efecte probabilístic de la situació l'adopció d'un estat líquid o vaporós en l'interval temporal següent per part d'un grup de molècules. També, la difusió per un espai més gran d'un gas fins aleshores tancat en un flascó s'explica sota una teoria probabilista amb l'afirmació que "hi haurà una probabilitat enorme, en el sentit d'una propensió enorme"¹⁴¹ perquè l'estat ordenat de les posicions de les molècules del gas tancat en el volum del flascó canviï, amb l'ampliació d'aquell espai a un espai buit més gran, a un estat de distribució aleatòria d'aquelles posicions moleculars al llarg del nou espai disponible, mentre que hi haurà una probabilitat zero perquè les molècules tornin al flascó en una reversió espontània del procés.

D. A. Lavis havia advertit que el mètode *ensemble*, amb com a enfocament científic que correspondria a una perspectiva filosòfica freqüencialista restringeix el significat de probabilitat al cas d'atributs que resulten en col·lectius, a propietats de l'*ensemble*, com les mitjanes col·lectives o la funció densitat de probabilitat; aleshores l'*entropia* no troba lloc:

"Aquesta quantitat és una propietat de l'*ensemble* que no és connectada a cap funció fase del nivell mecànic d'un sistema particular (...) Per consegüent no pot, fins i tot en principi, ésser concebuda com el resultat d'una seqüència de repetits mesuraments. Pot ésser possible superar aquesta dificultat mitjançant algun canvi en la posició filosòfica sobre la probabilitat (usant per exemple la idea de Popper de la propensió, on la probabilitat és més estretament vinculada a un sistema individual) però desconec qualsevol discussió sobre aquest tema."¹⁴²

No solament la noció de conjunt representatiu sembla associar-se amb una interpretació subjectivista de la probabilitat, per tractar-se d'un col·lectiu virtual, segons el comentaristes (vegeu

IX.4.1.). També l'entropia perd més fisicitat encara, per no tenir seient propi en la virtualitat col·lectiva; potser aleshores passaria a ésser un resultat que depèn directament de la ignorància probabilista. Una interpretació freqüencialista com la dels col·lectius de von Mises pot entendre's en la mecànica estadística com la d'un col·lectiu de micro sistemes moleculars que componen el gas, o també com el conjunt representatiu o *ensemble* de sistemes gasosos. Per a Popper una propensió latent del sistema per al seu comportament seria palesada pel límit de la freqüència relativa del resultat en el col·lectiu com el col·lectiu s'incrementa a l'infinit; però el col·lectiu no defineix la probabilitat del resultat.¹⁴³ Popper¹⁴⁴ caracteritzaria el sistema dinàmic d'un gas tancat, un nombre molt elevat de molècules, com el preparatiu experimental amb una propensió o tendència per a la producció de diferents microstats possibles del sistema. Serà una propensió per a la producció de microstats o ordenacions aleatòries d'aquelles molècules, la immensa majoria dels quals (quasi-tots els microstats) seran del tipus 'desordenat'. Com es veu, aquesta noció de 'ordre' o 'desordre' es planteja sobre conjunts prou grans de membres moleculars, és aquest conjunt o microstat allò que resulta ordenat o desordenat, els resultats possibles del sistema o situació experimental són agrupacions o col·lectius de molècules. Per això, si convinguéssim a dir que el cas singular o una prova concreta de l'experiment és una molècula, hauríem de tenir en compte que es tracta de la trajectòria d'una molècula dins una situació composta per aquesta trajectòria dins el gran conjunt de les altres trajectòries amb les quals xoca o pot xocar i amb les parets de recipient. Diríem, aleshores, que el cas singular presenta una tendència o propensió per a l'adquisició de valors posicionals i de moment, val a dir per a la distribució d'aquests valors que és la distribució aleatòria o corresponent a l'estat d'equilibri. És per això que concebut d'aquesta manera el preparatiu experimental, la posició i el moment d'una molècula particular no permet establir els resultats possibles del preparatiu sota la perspectiva de resultats (microstats) qualificats d'ordenats i de desordenats. Per tant, en aquest enfocament de la situació experimental no s'hauria d'oblidar que els resultats possibles o microstats s'estableixen sota la perspectiva general de la seva condició ordenada o desordenada, menys o més entròpica. Dissenyar una prova de l'experiment d'aquella manera pot distorsionar el sentit del preparatiu experimental que dóna una situació rellevant, perquè podria donar peu a admetre com a vàlida (o és una caracterització que sembla que minvi els recursos propis per a considerar com a invàlida) la idea d'un sistema que fos un gas tancat en un recipient però constituït per una molècula només, i això desfiguraria del tot que els valors posicionals dins el volum del recipient que pot prendre una molècula tenen sentit com a valors posicionals possibles dins una distribució de valors que tota sencera constitueix un resultat possible davant altres distribucions possibles, sobre aquest conjunt de distribucions, ordenacions o microstats possibles s'aplica una mesura de probabilitat.¹⁴⁵ Si en el moment de considerar un cas singular es vol considerar -en lloc de entendre-ho com una molècula, dins una situació composta per un gran conjunt de molècules, on es presenta una tendència o propensió per a la distribució de valors moleculars- directa i explícitament el sistema sencer, el gas tancat amb tots les seves molècules dirigides cap a una

ordenació, l'afirmació probabilista continuarà fent-se sobre el conjunt d'ordenacions, seqüències o microstats possibles. Per tant, en qualsevol cas no s'ha de deixar de banda que la propensió ha d'ésser entesa com una propensió per a la producció d'ordenacions (que són el que constitueixen els nostres microstats) o seqüències prou llargues (llargària assegurada per la gran quantitat de molècules en el sistema) de molècules; i com és obvi aquests microstats possibles constitueixen l'espai de resultats. Llavors, com havíem dit, l'afirmació de la presència d'una propensió és la conjectura d'un enunciat probabilista que afirma que la immensa majoria de microstats possibles seran d'alta entropia, quasi-tots els microstats seran del tipus 'desordenat' o 'normal', estaran 'aproximadament en l'equilibri'. La constància dels moviments i col·lisions de les molècules canviaran la seva ordenació o microstat del sistema, però la hipòtesi probabilista afirma -per la presència de la propensió- la completa concordança dels valors mitjans, relatius a la distribució de les posicions i velocitats moleculars, de quasi-tots els microstats.

Que hi ha una propensió vol dir que hi ha una disposició probabilista, i la teoria probabilista no nega la possibilitat que el sistema assoleixi un microstat ordenat o anormal. Així, pot ocórrer que l'aire no surti del flascó, i aquesta possibilitat té una probabilitat que no es diferencia de zero, però tot i així expliquem un fet experimental objectiu, el procés irreversible, per l'extrema improbabilitat objectiva, o probabilitat zero, de trobar un cas en què les molècules facin un retorn espontani al flascó. Llavors, la força establerta o propensió permet afirmar que aquella possibilitat té una freqüència massa baixa. Per tant, dins la situació de la distribució microscòpica d'un sistema no hi haurà fluctuacions o desviacions de molècules (amb les seves posicions i els seus moments) d'abast macroscòpic. És a dir, encara que hi hagi desviacions o segments anormals que difereixin notablement de l'estabilitat de la concordança de les mitjanes moleculars per al conjunt o seqüència sencera, no arribaran a tenir la grandària suficient per a constituir una desviació notable de segments prou llargs o amb abastament macroscòpic. Expressada la hipòtesi probabilista sobre temps d'estada o períodes temporals, tenint en compte la contínua transformació del microstat pels constants xocs moleculars i canvis en les seves trajectòries, com que quasi-tots els microstats seran altament entròpics o normals, dut això sobre el temps del sistema, quasi-tot el temps estarà abastat per microstats normals. La teoria probabilista admet que hi hagi diversos períodes temporals que constituïran desviacions, que pertanyeran a la presència de microstats ordenats. Però sobre el conjunt de la seqüència temporal, les mitjanes temporals no es veuran afectades pels períodes anormals. De manera que sobre el temps d'estada que ha tingut el sistema en un cert microstat, en comparació amb els altres temps dels altres microstats possibles, les així establertes mitjanes temporals de quasi-tots els microstats seran les corresponents a la mesura normal.

Tot això s'ha deduït des del supòsit de l'equiprobabilitat i la independència dels microstats possibles. I, segons Popper, tot això mostra que la mesura del conjunt d'estats normals s'apropa a 1 i la mesura del conjunt d'estats inicials que produeix aquells estats és igual a 1, alhora, la mesura dels

estats patològics o de baixa entropia s'apropa a 0 i la mesura d'estats inicials que produeix aquests estats és igual a 0. Aquesta teoria de la probabilitat, diu Popper, és tan objectiva com el procés irreversible del qual és explicació, i totes aquestes consideracions són vàlides

“tant si som ignorants, com, de fet, ho som sempre, de les condicions inicials de totes les molècules, com si un dimoni ens proporciona informació completa sobre totes aquelles condicions inicials i, així, sobre l'estat precís del gas.”¹⁴⁶

Resum i conclusió a la segona part

No hem pogut trobar en l'examen dels problemes fundacionals de la M.E. (capítol IX) cap raó que permeti sostenir l'afirmació de Fetzer sobre l'absència de probabilitats com a propietats reals, físiques, en els sistemes de la M.E.; no hi ha fonament decisiu que permeti sentenciar que les probabilitats que conformen la descripció de la conducta d'un gas en les estipulades condicions d'aïllament puguin comprendre's com una funció de la nostra ignorància, i que aquella comprensió pugui fer-se sense distorsionar la situació d'interès, com mostrà Popper (X.4.). No l'hem trobat ni encara tenint en compte la naturalesa de les dificultats que es puguin sobreposar a les interpretacions mecànico-estadístiques; ni encara que el caràcter d'aquestes dificultats concerneix a qüestions tan bàsiques com quins són els sistemes a considerar. Aquests problemes provenen principalment de demandes que tenen el seu original suport en les característiques de la mecànica, que fa de teoria subjacent, i que suscita un nivell d'exigència justificativa per a les assumpcions probabilistes que intervenen.

La unidireccionalitat o irreversibilitat de la segona llei és descrita (com a evolució vers els estats més probables) mitjançant una intervenció probabilista sobre l'estructura mecànica. Però conseqüències mecàniques mostren el resultat que els sistemes no necessiten seguir aquella narració unidireccional. Així, la descripció mecànico-probabilista de la segona llei, o evolució en creixement entròpic, no és l'única (físicament possible), i.e., l'única permesa teòricament, per les lleis de la dinàmica (objecció de la reversibilitat (IX.1.2.)), i tampoc no té per què ésser el comportament seguit pel sistema durant la major part del temps si, durant un temps suficientment llarg, el sistema passa el seu temps tornant un nombre infinit d'ocasions als seus estats inicials (objecció de la recurrència (IX.3.)). Llavors, la mecànica estadística fa palès la paradoxa de la irreversibilitat, que expressa el conflicte entre la macroirreversibilitat i la microreversibilitat (IX.1.). En la seva reconciliació del flux unidireccional de calor (que manifesta una dependència de la direcció del temps) amb les lleis de la dinàmica (que no tenen aquella dependència) la teoria de Boltzmann revelaria que una interpretació probabilista dels microstats dinàmics dels sistemes macroscòpics no ofereix per si mateixa arguments per a la preferència per una direcció temporal determinada per a l'evolució vers l'equilibri. Aleshores, com a conclusió última, la direccionalitat del temps és realitzada per la condició fluctuant de la nostra regió local, aquesta fluctuació trenca la adireccionalitat de l'estat atemporal de l'estat d'equilibri àmpliament majoritari a l'univers total; per tant, la perspectiva temporal és una arbitrarietat (X.2.1.).

Per a arribar a aquesta darrera conclusió es desenvolupa una interpretació estadística de la M.E. que intenta fer consistents els seus enunciats, especialment els supòsits probabilistes, com la realeatorització, amb els de la mecànica. La hipòtesi ergòdica faria compatible la irreversibilitat termodinàmica amb el món microscòpic regit per lleis que són indiferents a la fletxa temporal. També

la formulació estadística gibbsiana entra en aquest desenvolupament teòric (posat en net per P. i T. Ehrenfest (IX.4.)) que tracta sobretot d'aclarir en enunciats estadístics afirmacions fetes en termes probabilístics. Però no sols la justificació mitjançant la teoria ergòdica presenta les seves pròpies dificultats (IX.4.1.). Sklar comenta que també ulteriors programes alternatius pateixen els problemes propis de la M.E. (IX.4.2. i IX.5.1.). A més a més, Sklar afegeix que haver obtingut una certa consistència amb la mecànica no seria suficient per a mostrar que l'explicació resultant sigui adequada, falten raons per a certs postulats, sobretot davant el fet que el nostre món no mostra un estat d'equilibri. A més a més, també, la mateixa teoria de l'equilibri -on menys problemes es presenten- resultaria més descriptiva que pròpiament explicativa en el sentit d'explicació que ofereix alguna mena d'estructura causal. La qüestió de la reductibilitat dels supòsits probabilistes es concentra per Sklar en la distribució probabilista sobre les condicions inicials, tema que li permet dibuixar dues òptiques principals, determinista i indeterminista sobre la trajectòria seguida des de l'estat inicial. El problema considerat és que des de la simetria temporal de la dinàmica es pretén fer derivar una conducta asimètrica temporalment. En aquest sentit es tracta d'ubicar teòricament el supòsit de la reateorització o d'establir la raó de la distribució probabilista inicial, i la seva evolució, en la preparació del sistema de manera que es pugui explicar satisfactòriament l'aparició de la asimetria conductual com a derivada de la descripció simètrica fonamental (IX.5.).

Encara en el moment present, una probabilitat justificada dinàmicament, com és el cas del programa de l'escola de Prigogine, està mancada de la claredat suficient sobre la seva significació. Per exemple, si vertaderament dona compte de la irreversibilitat de la fletxa temporal. També, si el tractament que es fa dels punts fase permet afirmar que no s'estan prèviament suposant com a existents inicialment, o si es pot afirmar amb rotunditat que s'està mostrant la seva inexistència. Si, en efecte, no s'està aplicant cap mesurament implícit de gra gruixut, o, més generalment, que de veritat no s'estiguin fent assumpcions probabilistes autònomes o que no estiguin suficientment reduïdes o explicades des de la seva generació dinàmica. En conseqüència, aquestes dificultats d'interpretació no permeten encara usar amb fermesa una interpretació d'aquelles propostes. Llavors queda pendent de reflexió què vol dir i com s'hauria de desenvolupar, si fos certa, la situació en què una teoria probabilista (realista) sorgeix, pot ésser explicada en el si d'una teoria com la dinàmica, determinista (realista). Però pel moment tampoc no necessitem una teoria que acompleixi aquest operatiu, tot i el molt interès que pugui tenir. La situació que admetíem en la *primera part* era la de l'existència de variables ocultes: unes condicions suficients que, si fossin conegudes, permetrien fer la descripció d'un procés d'un tipus al qual correspondria un determinisme ontològic. També dèiem que la nostra ignorància d'aquelles condicions no era "subjectiva", es correspondria amb la identificació de les condicions rellevants per a algun fenomen d'interès. Això es feia estipulant una situació física o experiment que s'estableix en l'abstracció d'aquelles condicions, ara ocultes, és a dir, una homogeneïtzació de gra gruixut de les condicions que relega com a irrellevants a la

descripció les condicions que estableixen l'evolució determinista. Deixem de banda si la mateixa situació generadora de propensions pot tenir més enllà de si mateixa, fora seu, una darrera explicació de la raó d'aquesta generació de propensions, és a dir, fora del propi *set-up* experimental, per exemple en l'univers considerat com un tot, o si simplement la mateixa situació generadora troba el seu ple sentit entès d'aquesta manera, com que conté o es troba enllaçat directament amb condicions bàsiques de l'univers sencer en alguna etapa seva; en qualsevol cas, per a nosaltres aquesta explicació per "fora" també contindrà una naturalesa propensional. La interpretació propensional de la llei era en VII.1. una teoria probabilista irreductible, que establia una mesura sobre les possibilitats, això era una hipòtesi probabilista sobre la naturalesa estadística del col·lectiu dels estats inicials entès pel *set-up* que dona lloc a la corresponent distribució freqüencial dels estats finals.

Concloïem el *capítol IV* anotant que no es tractava d'una interpretació propensional de la probabilitat, sinó d'una interpretació probabilista de les propensions. Ara hem vist que es necessita que la propensió interpreti la llei que per la seva indiferència sobre les condicions, merament *de facto* i sense naturalesa legal, admet un camp de possibilitats representatiu de la teoria probabilista sense interpretar. És en aquest sentit que la teoria probabilista interpreta les propensions, com dèiem. Perquè la teoria física, la hipòtesi propensional, correspon a la realitat, no interpreta la teoria probabilista, la qual és l'aproximació a la realitat propensional, és la teoria probabilista que *per a servir de model de la realitat* ha d'ésser interpretada propensionalment.

Aquella demanda reductiva (que presenta problemes resumits per Sklar en els diversos enfocaments (X.5.1.); i que és també, com hem dit, una demanda de justificació teòrica via compatibilitat amb trets de la mecànica) pot conduir una caracterització subjectivista de la naturalesa probabilista de la M.E, com directament ho són una teoria subjectivista de la fletxa del temps (X.2.) o una teoria subjectiva de l'entropia. Davant la mecànica com a estudi de sistemes completament especificats, si la probabilitat no pot reduir-se, semblaria que la M.E. és l'estudi de sistemes mecànics incompletament especificats, en quant aquella demanda de reducció es justifica a si mateixa en trobar una raó de certes assumpcions probabilistes que sigui compatible amb la mecànica subjacent i que sigui explicativa des d'aquest paradigma. Així, la reducció significaria l'admissió que la trajectòria d'estats des de l'inicial és una evolució determinista, on les probabilitats assenyalen la manca del nostre coneixement precís d'aquella evolució. Per consegüent, mentre les assumpcions probabilistes no puguin fundar-se en la mecànica, i aquella reducció es mantingui com una demanda necessària, llavors s'aixeca la qüestió de la seva autonomia i irreductibilitat. Si els enunciats probabilistes queden fora de la legalitat i de l'estructura dinàmica, difícilment podrà mantenir-se la seva objectivitat sense referir-la a les nostres limitacions per a especificar les condicions exhaustives rellevants.

Tornem al problema de l'exigència de justificació de l'asserció de la preferència direccional de l'evolució termodinàmica. Aquesta exigència significa que, a més de la descripció del tipus de

sistema adequat per a seguir aquella preferència direccional privilegiada, es tracta també de justificar l'afirmació que els sistemes reals són constituïts de manera que segueixen el comportament descrit; això és, que els sistemes, per exemple, són ergòdics (aquesta demanda, per tant, ve a ésser la de la justificació de l'afirmació d'una mesura zero, els sistemes que no siguin ergòdics tenen mesura zero) (IX.4.1., IX.5.1.). Ara bé, aquí hi ha un problema de falsabilitat, on una simple ullada al món mostra el manteniment de la creació i evolució d'estructures ordenades. Això sembla indicar que els sistemes no segueixen aquella conducta termodinàmica. La conducta del sistema aïllat en el contenidor sembla ésser un efecte reproduïble, però no sembla ésser reproduïda per la conducta real dels sistemes en el món, i aquell comportament no és el del model adequat. Llavors la teoria probabilista amb la seva mesura queda falsada (segons el propi criteri metodològic de Popper, d'exigir reproducibilitat (X.1.2., abans VII.3.). Amb aquesta última resposta, la del rebuig de la teoria, la negació o restricció de la hipòtesi conjecturada, una interpretació subjectivista de la probabilitat sorgeix amb plena naturalitat. També existeixen altres respostes que intenten situar el status del model proposat per poder seguir donant-ne alguna explicació. Per exemple, es pot entendre que el món és algun tipus de combinació d'ordre i desordre, amb predomini global o final d'aquest darrer, encara que primàriament podem observar ordre com a conseqüència dels intercanvis energètics entre els sistemes oberts que constitueixen el món; l'apropament a l'equilibri del sistema aïllat del model segueix, per tant, àdhuc essent una aproximació per al comportament d'aquests subsistemes oberts. No es trobaria en gaire conflicte amb aquesta solució altra que especifica un punt fonamental per a afrontar els assenyalats resultats mecànics sobre el món; es tracta de la incorporació d'una *definició estadística del temps* com a derivada de la *definició estadística de l'entropia*. És la solució aportada en la hipòtesi cosmològica de Boltzmann (X.2.1.), que significa clarament que la nostra observació abasta una classe de referència massa petita, i a la qual li segueix una hipòtesi com la dels sistemes ramificats de Reichenbach (X.2.2.). En aquesta solució a la contrarietat constituïda pel fet de la nostra observació de sistemes prou allunyats de l'equilibri i la deducció teòrica que afirma l'estat universal com l'estat de l'equilibri, Sklar assenyalava que hi ha inscrit el problema de l'elecció de l'apropiada classe de referència que ens condueix al problema de la justificació d'enunciacions sobre freqüències límit en la seva traducció i aplicació a proporcions en el món real, i.e., a enunciats sobre freqüències reals (X.2.1.). Des de la seva opció per una perspectiva de freqüències reals, Sklar assenyalava la dificultat de la connexió entre el context idealitzador de la teoria i la conducta temporal finita dels sistemes reals. Aquell ús de freqüències límit en el temps infinit com a temps d'estada en els diversos microstats no és evitat en el formalisme *ensemble* de la corba de concentració (IX.2. i IX.4.) associat al teorema ergòdic, que també pateix aquesta mena de qüestions, les quals abasten els sistemes caòtics; però quan un enfocament, com la derivació de Landford, no exhibeix aquesta problemàtica, en té d'altra.(X.4.).

Per a nosaltres, l'objecció que considera que no s'ha mostrat que els sistemes descrits probabilísticament siguin els sistemes característics del món (i per tant la injustificació de

les afirmacions de probabilitat sobre la conducta del sistema, les mesures zero i un, és a dir, la injustificació de la mateixa teoria probabilista postulada) no demostra que una interpretació subjectiva acaba (coherentment amb l'objecció) essent en aquest cas la interpretació més adequada de la probabilitat. Tampoc no s'ha mostrat que els sistemes reals són, o són fonamentalment (i en la seva aclaparadora majoria) no-probabilistes. Se suposa que aquesta última demostració emana directament de la validesa de la teoria mecànica. Però això no necessita ésser sostingut per una teoria propensional, al contrari, una teoria propensional necessita rebutjar la fonamentalitat o inevitabilitat d'una teoria com la mecànica, per tractar-se d'una teoria determinista (i, òbviament, amb un exclusiu determinisme fonamental no hi ha propensió o probabilitat real) i per tractar-se de la teoria que ha subministrat la imatge determinista del món amb la qual operem. No entenem sobre quin constitutiu propensional Fetzer sosté el determinisme enfront de les propensions.

Popper rebutjà aquella definició estadística del temps. Els continguts d'aquella definició (l'enfocament del temps com una il·lusió, el nostre món com una il·lusió, per tant, la falsedat o impossibilitat del nostre coneixement) són repercutits per Popper sobre la mateixa mecànica (X.2.3.). Les objeccions de la dinàmica a la tesi de Boltzmann mostren que no hi ha justificació mecànica per a la seva tesi, assegura Popper. En últim terme, mostren les limitacions de la mateixa imatge mecànica del món; no perquè la conclusió de Boltzmann (que la mecànica no justifica) sigui vertadera, sinó perquè aquella conclusió resulta de buscar la compenetració amb la mecànica, amb la qual cosa és la mecànica, pel camí obert involuntàriament per Boltzmann, la que queda revelada com a insuficient o inadequada, en conduir a la irrealitat del temps i del coneixement (en el qual es troba inclosa aquella teoria mecànica).

Popper no accepta una interpretació mecànico-estadística en quant aquesta interpretació condueixi a una subjectivització de la fletxa del temps. Així, Boltzmann, amb la visió que la direcció de l'augment entròpic determina totalment la direcció del temps, hauria renunciat a la teoria que l'entropia tendeix a l'increment *en* la direcció de la fletxa del temps, és a dir, renuncia a la teoria d'una fletxa del temps objectiva i inaugura la teoria idealista que la fletxa del temps és una il·lusió subjectiva. Però també el mateix creixement entròpic és una il·lusió, perquè és només una ("temporal") fluctuació de l'estat real existent a l'univers total predominant. La hipòtesi (idealista) de Boltzmann no explica el temps subjectiu; no aporta increment de coneixement, i és destructora de tot coneixement. Si la hipòtesi cosmològica, amb el seu presumpte "temps objectiu", és la sortida davant la paradoxa de la irreversibilitat, Popper conclou que les objeccions de Zermelo i Poincaré liquiden, via Boltzmann, la mateixa dinàmica.

Aquesta realitat del temps, de la seva fletxa, és imprescindible per a una filosofia realista, per a una concepció realista d'un món que duu la capacitat de produir fenòmens com els biològics, per consegüent, és "vital" per al coneixement (X.2.3.). No és estrany aleshores que la tesi de Boltzmann faci impossible el coneixement, i amb això liquida la mateixa mecànica.

La proposta de Popper és que certament la segona llei és una llei estadística que té excepcions. D'altra banda, les característiques de l'univers no han d'ésser de tal manera que puguin ésser correctament representades en el sistema aïllat amb creixement entròpic que presenta la conducta descrita per la llei. Perquè encara que l'entropia augmenta en un sistema aïllat, l'univers, segons quin model d'univers es tracti, no acaba a l'equilibri, l'univers no té les parets del contenidor (del sistema aïllat) necessàries per a l'increment entròpic (X.4.) (o, com indicarà Layzer, un univers pres com espai en expansió no constitueix un sistema aïllat ordinari, sinó que una forma d'ordre queda constituïda per la diferència entre l'aleatorietat actualitzada i la màxima aleatorietat possible (XII. 2.2.2.)). Llavors la segona llei no té significació còsmica. D'aquesta afirmació de Popper conclouríem que aquell creixement entròpic, almenys sense altres importants additaments, no es podria atribuir a la conducta de l'univers sencer. En canvi, afegí Popper, el temps sí que té aquella significació; i la fletxa del temps no presenta fluctuacions estadístiques (X.4.).

No es pot aprovar una definició estadística del temps pel trasllat de la definició estadística del creixement entròpic al temps. El temps no és reduïble a aquell creixement. En primer lloc, perquè hi ha processos irreversibles que no són entròpics (Popper). Després, hem de considerar que per a Sklar (X.2.2.) els presumptes exemples asimètrics de lleis fonamentals no signifiquen una condició suficient que tingui rellevància per a la resolució dels tipus més familiars d'asimetria. Aquells darrers exemples no acaben constituint altra cosa que una explicació basada sencera en l'admissió de la asimetria del mateix temps. Però d'altra banda, reconeix Sklar que el tipus de relació en una reducció física de la fletxa del temps per la direcció entròpica pot remetre's a les qüestions que per exemple es donaven en l'explicació de les anomenades 'qualitats secundàries', però encara no sembla clar que la qüestió temporal no representi una problemàtica genuïna, que no pot, per exemple, assimilar-se a una relació com la de la direccionalitat espacial amb la gravitació. També fracassa l'anàlisi reductiva mitjançant la noció de 'registre' que feu Reichenbach (X.2.2.). Llavors, tenim com a resultat que tampoc no s'ha reduït la fletxa temporal a l'explicació M.E. de l'increment entròpic perquè, encara que, com ens adverteix Sklar, una irreversibilitat o asimetria fonamental no expliqui la asimetria més intuïtiva i quotidiana, tampoc no s'ha pogut trobar una analogia per a la asimetria temporal i les seves associades, epistèmiques, que pugui donar-nos-en una explicació en algun enteniment reductor d'aquella irreversibilitat, com també acaba reconeixent Sklar. Per últim tindríem que aquella asimetria fonamental ens indicaria que, almenys, s'han de tenir dubtes per a considerar la simetria tan fonamental com per a concloure en la invariància temporal com una característica real del món.

Fora d'una directament específica qualificació subjectiva de la probabilitat, la seva pèrdua de realisme es pot realitzar en el fonament de les demandes justificatives (que són principalment demandes de consistència amb la mecànica) que cauen sobre la M.E. Així, com hem vist, una de les

afirmacions que giren al voltant d'aquella atribució d'ignorància i que la recolzen es troba en la *teoria subjectiva del temps* que pot resultar com a conseqüència de la teoria. En la seva arrel, aquesta teoria subjectiva del temps queda descansada en la indiferència mecànica vers el temps. Aquesta base és la que ressalta al final en la teoria de Boltzmann en la seva recerca de compatibilitat amb la teoria mecànica.

La posició de Fetzer només pot sostenir-se en l'acceptació de les demandes de compatibilitat amb la teoria mecànica, i en la mesura que això condueix al rebuig de la fletxa del temps, la tesi de Fetzer, novament, ni té justificació propensional *ni permet cap teoria propensional*: En la M.E. les probabilitats potser *reflecteixen* el temps, es fan ressò seu, però el temps *no depèn ni és reduïble a probabilitats* (X.1.). Podem afirmar això darrer no sols des de l'examen concret de la problemàtica mecànic-estadística (vegeu al respecte d'això la conclusió de Zermelo en IX.3. i de Popper en X.4.) sinó en quelcom més elemental: la íntima vinculació de la possibilitat amb el temps (X.1.). Sota aquesta perspectiva, el temps és ubicació de la realitat; puix que encara que comprem l'inaprehensible temps a través de la 'realitat' (per exemple, el podem *mesurar* en els processos, en els moviments de les coses,...) això és, a través de la possibilitat, la possibilitat en canvi, no pot donar-se sense el temps. El temps permet la realitat, l'existència i els seus possibles.

En VII.1. mostraven la defensa que Popper feia -en la seva crítica a la tesi determinista- de la seva afirmació bàsica sobre la ineludibilitat d'una teoria probabilista que connecta una hipòtesi sobre la naturalesa estadística de les condicions amb una hipòtesi sobre la distribució dels resultats. La teoria probabilista és una conjectura sobre conjunts que tenen probabilitat 1 o 0, una restricció de les configuracions de les condicions inicials que és un principi de selecció d'extensions permissibles i que dóna l'apropiat valor freqüencial límit per a la convergència amb la probabilitat conjecturada.

Això dóna naturalesa legal a les probabilitats. En IX i X també hem desenvolupat aquesta tesi de Popper a favor del probabilisme realista. Així, ens trobem amb certs aspectes de l'anàlisi que fa Krylov de la ME (en IX.5.) que coincideixen amb Popper, i que ens tornen a la nostra exposició dels problemes que tenia la interpretació freqüencialista de la probabilitat per a oferir un principi de selecció que governi l'extensió legal de la sèrie (capítol II) i aleshores doni legitimitat a les probabilitats postulades. Que ni la mecànica clàssica ni l'empirisme freqüencialista poden donar justificació teòrica de les assumpcions probabilistes fetes en la preparabilitat dels sistemes, les quals queden deslegitimades, tot i que es necessita un status legal per als supòsits sobre les condicions rellevants.

Aquesta indiferència selectiva de condicions inicials de la llei determinista, que té un ressò en les il·lustracions crítiques fetes per Dawkins per a la seva concepció d'atzar pur o salvatge en la situació ergòdica (X.1.5.), correspon a una distinció entre lleis i condicions que és manifestada en el model explicatiu (II.2.) i que podria no ésser escaient per a condicions originàries o que involucren d'una manera especial condicions universals (insistirem sobre això en XII.2.2.1.). La

incapacitat de la llei determinista per a completar la teoria amb alguna restricció sobre el camp de possibilitats, és a dir, amb una conjectura probabilista, és una característica que també fou assenyalada per Popper (X.1.3.). Però aquesta manca de teoria probabilista, de selecció sobre el camp de possibilitats, permet directament la omissió de la condició temporal sobre l'espai de possibilitats. És per aquesta via que una situació com l'ergòdica, (que emana de la mateixa imatge mecànica, i que és rebutjada per Popper (X.1.2)) representa una concepció idealista dels mons possibles -encara que pot trobar-se aliada d'un freqüencialisme realista (Krylov, IX.5.). La teoria ergòdica seria un exemple, sinó l'exemple paradigmàtic, d'una metafísica especulativa que emergia des d'aquest problema de la infalsabilitat dels enunciats probabilistes (VII.3.), que és una de les perllongacions dels problemes que presentava una interpretació física de la probabilitat (capítol IV) i que comporta una tesi com la de Boltzmann (X.2.1.) que compromet tot coneixement i que nega la realitat del temps, que és el seient d'un món probabilista (X.1.4).

La interpretació subjectivista de les probabilitats de la M.E. comporten una subjectivització del temps, i Fetzer es manifestava partidari d'aquella interpretació. Però quan Popper diu que la segona llei és una llei estadística i que no posseeix significació còsmica no vol dir que pugui ésser compresa sota una interpretació subjectivista (X.4.). Ell defensa una interpretació realista de la probabilitat (X.4.), no un món predeterminat que tanca el temps, sinó un món obert al temps. La separació popperiana de la segona llei respecte del temps, que és una no reducció de la fletxa temporal a l'increment entròpic, no implica l'admissió d'una subjectivització de les probabilitats (que donen la naturalesa estadística de la segona llei): si hi ha temps, i el determinisme no és fonamental al món, llavors les probabilitats són reals. Aquella visió subjectiva de la mà del manteniment de la descripció mecànic-determinista ha significat una subjectivització de la realitat temporal. D'altra banda, els enunciats freqüencials teòrics trobarien la seva justificació en la postulació d'una pensió.

Hem dit també que l'origen de la asimetria temporal no es podrà fonamentar en la microdinàmica subjacent, on no es pot mostrar una irreversibilitat natural en les lleis dinàmiques fonamentals, i també sembla que a les estructures explicatives de la M.E. no hi cap cap factor com la asimetria del mateix temps que sigui origen de la asimetria temporal del fenomen tèrmic. Però, novament, de tot això no se'n pot extraure que la probabilitat a partir de la qual es descriu el creixement entròpic sigui resultat de la nostra ignorància; correspon a una propietat objectiva del sistema en qüestió, tal i com apareix descrit en el seu preparatiu experimental; correspon a una propietat real constituent de la descripció de la situació rellevant.

En primer lloc, Popper criticà la interpretació subjectivista (X.3.) en les seves traduccions o identificacions de 'ordre' per coneixement, i de 'desordre' o entropia per ignorància, i entre probabilitat i entropia. Una traducció d'aquest tipus té com a tret característic que estableix que qualsevol microstat completament especificat té entropia zero. Popper critica que en aquesta inferència errònia es fa l'omissió d'un significat de la probabilitat com a mesura comparativa entre diferents microstats i que aquesta distinció és pot

construir sota el criteri d'una noció d'ordre entesa com a propietat estructural interna de cadascun dels microstats. La conclusió que és *probabilíssim* que el microstat d'un sistema tingui una estructura desordenada o aleatòria, d'alta entropia, s'afirma des de l'enunciat que *hi ha moltíssims més* microstats entròpics que estats no-entròpics, segons ha permès establir aquella mesura comparativa de probabilitat. La interpretació subjectiva, conclou Popper, no explica l'estat del sistema, no pot fer correspondre equivalentment com vol l'ordre amb el coneixement, perquè la convivència de creixement de desordre amb fluctuacions amb caràcter d'ordre no té correspondència en la relació coneixement/ordre. També utilitza Popper, en aquesta crítica, la mateixa línia argumentativa principal (VII.1.) emprada en la crítica de la temptativa determinista d'explicació, que era una contestació implícita a la representació determinista del món de l'ésser intermedi representat pel dimoni maxwellià-loschmidtà.

En els termes de Popper el procés irreversible és objectiu, i la teoria de la probabilitat que descriu aquell procés és una teoria objectiva. Aquesta objectivitat l'hem d'entendre en el sentit que 'el gas s'escapa del flascó' refereix una realitat que no té com a causa el nostre estat mental o cosa semblant. La llei de l'increment entròpic com a llei estadística ha d'ésser entesa *propensionalment*. Això vol dir que tenim una *teoria probabilista* que admet desviacions, la possibilitat, per exemple, que les molècules retornin espontàniament al flascó, i que tenen una extrema improbabilitat que es mesura com a probabilitat zero; també que hi ha una estabilitat de la concordança dels valors mitjans, relatius a la distribució de valors moleculars, de quasi-tots els microstats.

La disposició probabilista és una propensió o tendència perquè el sistema assoleixi un microstat possible (desordenat). Per tant la propensió és sobre un espai de resultats que són microstats possibles que un sistema o els sistemes poden assolir. El microstat constitueix una seqüència prou llarga, o gran quantitat, de molècules. Quan es parla d'especificació completa del sistema (determinista) s'afirma que cada molècula es troba especificada. Però el 'cas singular' no pot ésser considerat com un tancament descriptiu d'una molècula particular *strictu sensu*. Popper s'encarrega de qualificar com a invàlida la caracterització (usada en argumentacions subjectivistes) d'un sistema que fos un gas tancat en un recipient però constituït només per *una* molècula. Perquè els esdeveniments rellevants, microstats, són ordenacions de molècules (comparades per 'quantitats' d'ordre-desordre). Per consegüent, afegiríem que com que és la *distribució de valors* moleculars allò que constitueix *un* resultat possible, una molècula particular pot ésser entesa com a cas singular només en el sentit que és una molècula qualsevol que pot prendre (tenir una propensió a) un valor *dins* la distribució. És aquesta descripció oberta referida a una situació real rellevant allò que justifica la propensió. I aquesta situació es troba considerada des del supòsit de l'equiprobabilitat i la independència dels microstats possibles.

Epítom i prospecció

Sklar ha advertit que la justificació mecànica d'una llei experimental com la segona llei termodinàmica ha de mostrar la derivació de la característica d'irreversibilitat en aquell enunciat legal dels elements constitucionals, les lleis de la microdinàmica sobre l'estructura del sistema, a més a més de les assumpcions probabilistes. Per la seva banda aquestes darreres, els supòsits probabilistes, han de tenir la seva font, també, en aquelles lleis i estructura. Així, la racionalització d'un postulat de realeatorització ha de mostrar la seva consistència amb la dinàmica i la constitució del sistema, però, en tot cas, en alguns enfocaments pot entendre's com que aquell postulat depèn d'un supòsit més essencial sobre la distribució de probabilitat sobre les condicions inicials. Per tant, es pot obviar la legitimació d'aquell postulat i centrar l'atenció en la fonamentació d'aquest darrer, el qual apareix com a més essencial tant per a l'eliminació d'aquell postulat de realeatorització com per a donar l'origen del comportament termodinàmic, de l'evolució paral·lela asimètrica d'un col·lectiu de sistemes en el temps. En efecte, això exigeix donar la raó per la qual la distribució estàndard natural (invariant en el temps i constant a l'espai fase) és l'adequada representativa dels sistemes i també del postulat fet sobre les condicions inicials (la mesura que assigna probabilitat zero a certs conjunts de condicions inicials, que queden exclosos). Cosa que comporta una explicació física de la realitat en el món dels sistemes així entesos. Es planteja la legitimitat de la restricció probabilista de l'assignació de mesura zero (a situacions que comporten una conducta antitermodinàmica) en què consisteix el postulat sobre l'elecció apropiada de la col·lecció inicial representativa; és a dir, una racionalització física de la introducció d'especials condicions inicials en el col·lectiu en què consisteix la preparació del sistemes.

Aquestes reclamacions han comportat una reductibilitat del temps en el creixement entròpic com a raó física seva (això és, una teoria subjectiva del temps). L'increment entròpic, per la seva banda, es pot explicar per l'elecció d'una determinada distribució de probabilitat

Hem de respondre que aquella demanda no és ni equivalent ni semblant sota cap aspecte a la posició de Popper. En primer lloc, s'ha de mostrar el significat de la posició de Sklar. L'exigida reductibilitat de la probabilitat a lleis de l'estructura dinàmica és una afirmació que implica entendre com a inevitablement rellevant, definitiva, la descripció mecànica precisa de l'estat inicial que donaria una evolució determinista. Això és un aliat d'una interpretació subjectivista de la probabilitat, la probabilitat no té seient físic. Tot dependrà de si es troba o no una fonamentació en la dinàmica, si no és així, llavors per força un plantejament subjectivista ve a donar una resposta a la situació. Però, a més a més, aquesta exigència de fonamentació durà al final pel camí ja dissenyat per Boltzmann a una teoria subjectiva del temps.

Sklar només reconeixeria la propensió per a casos indeterministes purs, com Fetzer; no per a contextos deterministes. En Popper la propensió és aplicable en una situació determinista, i aquesta és la raó per la qual una deliberada ambigüitat conceptual popperiana romangués en el punt de

vista dels comentaristes (III.2.3.). Com a condició per a qualsevol aclariment ells dugueren la seva anàlisi a la distinció entre propensió de cas singular i de llarg termini, la qual encara presentava dificultats d'enteniment aclaridor (III.2.1.). Però el nostre seguiment del tema propensional duu -en la primera i encara en la tercera part- a l'assumpció fonamental d'aquella ambigüïtat (com proposàvem en VIII.1.3.) en una mateixa causa indeterminista en contextos deterministes que és tant de "cas singular" com de llarg termini.

El contingut de la primera part era informar com es podria entendre l'afirmació popperiana que la probabilitat expressa una propensió la qual depèn de les condicions del preparatiu. Aquesta "dependència" no volia dir que l'últim terme era una distribució de condicions inicials (possibles) sobre el sistema, sinó que el *preparatiu* amb les seves condicions definitòries produïa una distribució de probabilitats (i altre preparatiu en produïa altra), sense que això signifiqui reducció, anul·lació de la propensió en les condicions enteses sense integrar-se en un preparatiu. Així, la característica indeterminista "existeix" de la mateixa manera que quan s'afirma un comportament determinista. És a dir, a diferència d'un mer enunciat sobre l'existència d'un col·lectiu estadístic en el conjunt de les condicions inicials possibles, una llei probabilista superposa a allò un postulat sobre el conjunt de condicions inicials que tenen probabilitat zero (VII.1.1.).

Per al Popper propensionalista la justificació del status explicatiu de la probabilitat està separada d'una connexió que vagi de la probabilitat a la irreversibilitat. Però en X.1., mitjançant una exposició més sencera de la posició de Popper (sobre la probabilitat i sobre el temps) hem mostrat els trets elementals que en l'opció propensionalista han d'ésser tinguts en compte per a poder fer una concepció realista de la possibilitat, i llavors del temps: perquè aquesta concepció exigeix certes prevencions que, a més de restriccions sobre l'espai de possibilitats, assegurin el reconeixement de la fonamentalitat del temps.

Un examen que recorre els problemes que afecten els fonaments de la M.E. mostra que no està donada la reducció de la M.E. per la M.C. Principalment, indica que sembla haver-hi raons perquè aquella reducció no pugui fer-se sense que produeixi seriosos contratemps, i Popper estén les conseqüències negatives sobre la mateixa M.C. en els resultats últims. Queda en suspens si els intents de fer entenedores (de fer sorgir) les probabilitats des de la situació compresa en una reflexió sobre els seus trets dinàmics podrien no alterar la proposta propensional. De moment, sembla evident que en aquell intent reductiu les probabilitats són subjectives, una funció de la nostra ignorància, la noció d'entropia sembla perdre seient sòlid com a propietat real, però també els mateixos fenòmens termodinàmics que es tractava d'explicar, i també el mateix temps, i fins i tot el nostre món és una fluctuació d'un etern intemporal real. Però ens ha interessat el col·lapse que es fa de la noció de temps, perquè aleshores no hi ha cap teoria propensional. Perquè sense la realitat del temps, la possibilitat no té la condició que li permet integrar-se en una descripció de la realitat, on les forces propensionals puguin postular-se en cada moment com a ingredient teòric que pot interpretar la

lleï d'evolució. La conseqüència que hi ha en l'afirmació de Fetzer que nega la realitat de les propensions per als sistemes sota visió determinista sostinguda per la M.C. és que en aquella negació es nega la teoria propensional sencera.

La tesi de Fetzer que no hi ha probabilitats físiques cas singular per a la situació determinista i per tant hi ha probabilitats "estadístiques" en la M.E. (capítol V) comporta una anàlisi desdoblada de les seves conseqüències. Una anàlisi tracta del problema del cas singular o de la situació rellevant, això comporta tractar el tema de la irreductibilitat de la propensió en general. El segon tema d'anàlisi requereix examinar problemes de fonamentació en la M.E.

Reductibilitat de la propensió

Sigui quin sigui l'enfocament inspirador (hem anomenat en alguna ocasió un estil 'empirista' de descripció de la realitat, encara que també podríem dir 'nominalista') es tracta bàsicament, i això és el que ens interessa primordialment, de descripcions que accentuen allò manifestat, realitzat (passat-present), que neguen la disposició o són reticents als universals, al tipus, hem mostrat que aquest estil de descripcions és en general el corresponent fidel a la descripció determinista de la realitat, contenen un compromís ontològic amb el determinisme, encara que el seu format de presentació pugui pretendre ésser neutral o indiferent ontològicament. En aquestes arrels treu inspiració el freqüencialisme, que mitjançant la crítica de Krylov hem encarnat en la ME (final de IX.5.).

Sota aquell estil hem vist com es desenvolupa la crítica a la propensió (disposició) que exposa que hi ha una greu problema per a establir la referència d'allò al qual la probabilitat es refereix (exemplarment en l'anàlisi del cas singular) (capítol VI).

El conjunt de mons possibles és el conjunt de resultats possibles, però li correspondrà un conjunt de (combinacions de) causes possibles. Una crítica a la probabilitat realista dirà que aquest darrer conjunt és el resultat de la nostra ignorància de les causes precises que originen cada resultat del primer conjunt. Ambdós conjunts són d'aquesta manera 'ficcions epistèmiques', corresponen a una operació epistèmica, diguem-ne un mesurament macroscòpic o de gra gruixut. Nosaltres direm que el conjunt de causes possibles constitueix una causa indeterminista per a un conjunt de resultats possibles (IV.3.). Hem defensat la irrellevància de la relació determinista establerta entre la realització d'una configuració causal particular i l'efecte que la segueix (VII.1.).

Però aleshores, quin dret tenim per a dir que aquella espècie d'abstracció (la dels constituents causals deterministes per una sola 'causa indeterminista') té un correlat en la realitat de mode que aquella causa indeterminista diem que és en el 'cas singular', on justament es donarà alguna d'aquelles conformacions elementals que formen el conjunt de causes possibles.

Fins ara hem intentat justificar la nostra opció en el capítol VIII. Però els nous capítols XI i XII intentaran complementar la proposta propensional vers una més àmplia dimensió. Alguns d'aquests arguments són més aviat construccions positives, altres són rèpliques negatives que demanen a la posició objectora la seva validesa (per exemple en XI.2.1.), que assenyalen les seves pròpies dificultats per a resultar adequada, i que es poden sintetitzar en l'argument central de Popper, el qual no fa res més que demandar l'autèntica situació rellevant (VII.1.).

En aquell capítol (XI.2.2.) hem construït un exemple recalitrant contra l'aplicació realista de la

probabilitat, com a propensió, al cas individual; (sota certs supòsits sobre la situació rellevant, en la consideració de l'assignació en un determinat temps d'un valor probabilístic per al resultat 'contraure càncer' en algun moment qualsevol de la trajectòria vital). L'exemple conté implícit l'esquema d'argumentació presentat per Eells (VI.1.2.1. i VI.2.; i que havíem contestat de manera molt parcial i massa genèricament en VIII.1.2.) amb el seu exemple d'un sistema controlador de la «força propensional» en les tirades de monedes que variava singularment. La nostra consideració d'aquest exemple vol ésser una il·lustració de com, malgrat tractar-se del que podria ésser considerat com una disposició autènticament probabilista (en el sentit de correspondre a una situació ònticament indeterminista cas individual) encara és susceptible d'ésser concebuda la situació, sota una explicació *a posteriori*, com un cas realment determinista. Això mostra que la posició determinista (amb el patronatge d'un estil "empirista" de descripció: l'atenció restrictiva a propietats manifestades) no es recolza en una mera anàlisi, asèptica, no compromesa, de la situació 'real', sinó en la naturalesa metafísica de la seva opció: l'existència *en el món* de la predestinació, representada en l'estructura del món llegida en les lleis que podem construir per a la seva comprensió, per tant existiria algun coneixement equivalent a aquesta predestinació continguda en la realitat. Això com a mínim ha de suposar contra el determinisme posar, en quant a fonamentació, en peu d'igualtat, però no per sobre, les anàlisis que condueixen al determinisme ontològic com la visió que condueix a l'indeterminisme ontològic. D'altra banda, en allò que l'exemple recalitrant estrictament pugui significar de dificultat per a la probabilitat realista cas singular, encara es manté una distància crucial amb el freqüencialisme i es mostra la plausibilitat de la propensió. I, a més a més -en explicació del manteniment d'aquella distància- les probabilitats segueixen (encara en el cas d'un exemple com aquell) sense adquirir el seu sentit ple si se les redueix a resultant de la nostra ignorància, atès que refereixen a forces o pesos corresponents a una situació real que ha d'ésser correctament establerta en un temps donat. I, encara que admetéssim aquella ignorància, aquesta ignorància és, com hem dit damunt, la que correspon en relació a un coneixement complet que no se sosté en la realitat (que seria assenyalada pel coneixement *a posteriori*), sinó en la creença en la predestinació i el coneixement que llavors l'acompanya. (XI.2.2., XI.3.2.)

El problema de la probabilitat zero i la possibilitat

Un enunciat de mesura (1 o 0) tampoc pertany a un model que se superposa arbitràriament (com a mer procediment de càlcul en un processament de dades incomplet) a l'espai probabilitzat llegit com a conjunt de mons possibles, tampoc no és un enunciat analític, apriorístic, o qualsevol cosa semblant; sigui el que sigui, té la seva justificació en la postulació d'una propensió. La 'mesura' és un procediment matemàtic, i la justificació del seu ús en física (i, per tant, de la probabilitat establerta, entesa objectivament, en física) es troba en tenir el fonament d'una hipòtesi sobre l'existència de les propensions en la situació realment rellevant. Aquestes propensions assenyalen la situació física que determina la força: força que justifica l'ús de la mesura. (Encara que en el futur, en un món obert de possibilitats (reals) aquella mesura pot canviar amb el canvi de la força pel canvi del camp de propensions o situació). Tot i així, encara que una probabilitat extremadament pròxima a zero és pràcticament zero i donada com a impossibilitat, encara és una possibilitat, per consegüent, la crítica a la interpretació realista de la probabilitat pot sempre continuar insistint en la seva advertència que les probabilitats zero encara, teòricament, poden realitzar-se, i que això representa una dificultat que és un problema realista insoluble per a aquesta posició realista. És a dir, el determinista objectarà que sempre que allò que es realitzi sigui una fluctuació hauran canviat les forces corresponents a un canvi de la situació d'aquell sistema fluctuant (pot tractar-se d'altra enunciació de l'argument de Eells). La successió d'estats del sistema, des de les

condicions inicials fins el resultat com a fluctuació és determinista. El que passa és que coneixem les condicions que fan que canviïn les condicions en el que els propensionalistes anomenen el canvi en el camp de propensions de la situació.

Això no alteraria la proposta propensional, la consideració *física* d'aquella possibilitat suposaria segons el propensionalisme un canvi en l'atribució de mesura en el conjunt de mons possibles, és a dir, la desviació pot ésser considerada si comporta quelcom més que una fluctuació, perquè han canviat les forces propensionals pel canvi en el camp físic de les propensions en la situació. En aquest cas, excepcions o fluctuacions que abans tenien mesura zero abandonen aquesta mesura. (Aquesta incertesa correspon a tot el coneixement, encara que les teories probabilistes la fan més directa (XI.3.1.)). En qualsevol cas, un coneixement omniscient determinista tampoc no podria donar compte del que pretén donar. Volem dir que l'acumulació d'informació plena d'aquest coneixement no és sàvia; més que cega (el món per si mateix és cec) és idiota (XII.2.1.), és desproveïda d'ordre macroscòpic (XII.2.2.2.). Davant l'objecció determinista, el propensionalisme només pot afirmar que perquè l'objecció sigui rellevant, hauria de mostrar que amb aquesta reclamació es permet identificar una estabilitat estructural, la formació d'una nova estructura, l'aparició d'un ordre, regla o direcció en un nivell de realitat el coneixement del qual ve donat pel nostre tractament d'ingredients que no venen donats directament pels elements del nivell omès pel propensionalisme i reivindicat en l'objecció determinista, sinó, per dir-ho d'aquesta manera, superposats, i que per a la perspectiva propensional comporten una abstracció de la situació determinista, un buit que és una obertura (XI.2.2., XI.3.2., i sobretot XII.2.1.) dels ingredients del nivell reclamat per l'objecció vers el nivell del qual el propensionalisme intenta donar compte amb la realitat propensional. Aquesta obertura, buit, abstracció,... és, en una certa manera de parlar, una "ignorància" a la realitat enfront de la omnisciència imaginada en un món en si mateix predestinat.

Reducció de la termodinàmica i probabilitat

Però el determinisme també té al seu favor que és una imatge procurada per la dinàmica, i llavors el suport del pes d'aquesta teoria bàsica. Llavors es reclama, per a la M.E., la *consistència* per a les probabilitats introduïdes en la M.E. amb aquella dinàmica (capítol IX, XII.2.1.). Es tracta d'una demanda aparentment d'una forta plausibilitat. Però minva la seva raonabilitat quan les connexions interteòriques (que representaran connexions entre nivells de realitat) no poden fer-se de cap altra manera que no sigui proveint una unificació teòrica en una manera determinista (que és la manera d'aquella demanda de 'consistència', això és, el correlat metafísic de la qüestió metodològica, la qual procura de l'establiment d'una xarxa interteòrica amb relacions deductivistes predominants).

De la mateixa manera que la determinista, aquesta darrera afirmació nostra, contrària a aquella connexió interteòrica corresponent a una connexió ontològicament determinista, requereix d'un acompanyament per una afirmació ontològica; per a la construcció d'aquella imatge de 'unificació indeterminista' del món intervé crucialment la interpretació propensional de la probabilitat en la M.E.

No es pot fer una descripció superficial de les teories desembarassada d'ontologisme, de consideracions o apostes metafísiques sobre la realitat, exclusivament intrateòrica, això és, com si no atengués a la seva referència, sinó només per l'atenció a certes relacions entre els seus components. Recordem que segons l'exposició que defensa Nagel, una redacció germinal sobre reducció, es pot parlar amb claredat i precisió de teories deterministes o indeterministes amb la sola consideració de les seves característiques, totes les teories que mereixin un d'aquelles atributs poden ésser definides amb la sola atenció a la seva estructura

lògica. No es tractaria de posar en dubte que es poden fer caracteritzacions de tal tipus, i en efecte el determinisme es pot definir d'aquesta manera. Però advertim que aquelles caracteritzacions no serveixen en un cas com la M.E., cas per al qual Nagel presumeix de haver mostrat una caracterització satisfactòria (V.1.3.). El seu propi caràcter de teoria pont entre altres dues teories, i la possessió d'aquestes dues “naturaleses” teòriques i alhora altra intermèdia no permet eludir que la qualificació (de determinista o d'indeterminista) és diferent segons des que posició teòrica es contempli la M.E.

Malauradament, l'anàlisi no pot ésser neutral. La possibilitat d'una connexió interteòrica (de mode que sigui reductora) on la teoria de 'fons' o reductora sigui determinista quan la teoria reduïda no ho és, significarà que en la reducció la probabilitat proveïdora del caràcter indeterminista és una intervenció explicada des de la teoria reductora. Però aquesta 'explicació' només pot ésser en una direcció: la probabilitat no forma part de la teoria. No hi pot haver probabilitats generades des de la mateixa mecànica (una qüestió científica, de la ciència física) perquè això significaria dir que hi ha indeterminisme explicat des del determinisme (una qüestió que seria metafísica)

No obstant això, maneres més adequades de parlar seria dir que una situació determinista *deixa pas a* (la descripció de) una situació indeterminista, o que *salta*, que és *abstreta, regulada, superposada, ignorada per ...*, que s'obre o que permet que... (XII.2.1., per exemple; però accentuem la dimensió ontològica d'aquesta ignorància en diversos llocs, XI.2.2., XI.3.2.). És el que venia a admetre Sklar, però -a més que no en la dimensió del nostre significat- al mateix temps que la seva posició manifestava paradoxalment el sosteniment d'un determinisme fonamental. Suposant que des d'un punt de vista científic s'hagi aconseguit una acceptació complaent de quelcom que pugui ésser considerat adequadament com una “generació mecànica de probabilitats”, per a nosaltres quan un llenguatge metafísic se superposi a aquesta acceptació estrictament científica, i.e, quan, per exemple, consideracions (siguin des de la mateixa ciència o des de la pròpia filosofia) que tenen en compte la caracterització determinista o indeterminista de les teories constitueixin un llenguatge interpretatiu d'aquella “generació”, aleshores haurà de resoldre's la interpretació en una lectura que es troba preavisada en la germinal interpretació propensional.

Part Tercera

Capítol Onzè.- Atzar objectiu

XI.1.- Laplace. Macroregularitats col·lectives i indeterminació del succés individual

En I.1. descrivíem la llei dels grans nombres o teorema de Bernoulli que es presenta com l'afirmació de la vertadera relació entre la relació dels esdeveniments "observats" (la freqüència) i la "vertadera" relació entre les respectives possibilitats en cadascun dels esdeveniments. A més, el teorema mostrava la naturalesa aparent de l'atzar: "Els fenòmens que més semblen dependre de l'atzar, en multiplicar-se, manifesten, doncs, una tendència a aproximar-se incessantment a relacions fixes,..."¹. D'acord amb això, Laplace extragué dues conseqüències del teorema.² Que si es consideren en un nombre gran, els efectes de la naturalesa mantenen relacions (pràcticament) constants, i que aquesta conseqüència del teorema ha de considerar-se una llei general. Per això mateix tenim la conseqüència que l'acció de les causes regulars i constants preval sobre l'acció de les causes irregulars quan perllonguem de forma indefinida una sèrie d'esdeveniments. Aquest "desenvolupament de les relacions constants que presenten els esdeveniments a mesura que es multipliquen"³ s'ajusta amb el determinisme ontic afirmat per Laplace.

Segons Laplace l'ampliació de les fronteres del nostre coneixement fa descartar les 'causes imaginàries', de les quals fem dependre els esdeveniments quan ignorem els llaços que els uneixen al sistema total de l'univers. Aquestes "causes imaginàries" són de dos tipus. Les causes finals que alguns estableixen quan encara que tenim present l'ocurrència regular dels esdeveniments, desconeixem les seves vertaderes causes i, aleshores, identifiquem la regularitat amb l'obediència a un disseny i la considerem "com una prova de la providència que governa el món."⁴ O bé, l'atzar, quan la producció dels esdeveniments se'ns presenta sense ordre aparent. Tot plegat, causes finals i atzar són expressió de la nostra ignorància de les vertaderes causes. Perquè, en primer lloc, les relacions regulars es troben arreu del món:

"La regularitat que l'astronomia ens mostra en el moviment dels cometes té lloc, sens cap gènere de dubtes, en tots els fenòmens. La corba descrita per una simple molècula d'aire o de vapor és determinada d'una forma tan exacta com les òrbites dels planetes. Entre elles no hi ha

més diferència que la derivada de la nostra ignorància."⁵

La qual cosa només és el reflex de l'existència de les causes:

"Els esdeveniments actuals mantenen amb els que els precedeixen una relació basada en el principi evident que una cosa no pot començar a existir sense una causa que la produeixi. Aquest axioma, conegut amb el nom de principi de raó suficient, s'estén fins i tot a les accions més indiferents."⁶

(.....)

"Així doncs, hem de considerar l'estat actual de l'univers com l'efecte del seu estat anterior i com la causa del que ha de seguir-lo."⁷

La ciència de l'atzar o de les probabilitats és l'expressió de la nostra ignorància de les vertaders causes del fenòmens observats en el seu desordre; és, en les seves paraules, el producte de la "debilitat humana"; un resultat, per tant, relatiu en part a la nostra ignorància de la regularitat de l'ocurrència de l'esdeveniment, i en part al nostre coneixement que desconeix la seva vertadera causa. Això consisteix en un estat d'indecisió on ens resulta impossible afirmar amb certesa l'ocurrència d'un esdeveniment. Sabem que ocorrerà només un esdeveniment d'un grup d'ells, però no tenim res per a fer una inducció cap a la creença que ocorrerà un d'ells.

Hi ha en Laplace dues afirmacions. La primera s'expressa imaginant una intel·ligència, la qual es capaç d'un coneixement total, els ulls d'aquesta coneixença omnipotent poden fer present tant el futur com el passat perquè coneix tots els moviments, de tots el cossos, la situació dels éssers, totes les forces: i fa una submissió de totes aquestes dades a l'anàlisi. Aquest gran abastament cognitiu és expressat en una fórmula. La intel·ligència constituiria, per dir-ho així, una definició de la certesa, perquè, en paraules de Laplace, "res li resultaria incert". Nosaltres entenem això com la concepció determinista de l'ideal mecanicista del món. D'altra banda, l'esperit humà és entès per Laplace en referència a aquesta intel·ligència, perquè aquell és l'esbós d'aquesta. La 'Intel·ligència' és allò al qual l'esperit humà tendeix inevitablement, "però de la qual sempre romandrà infinitament allunyat" -inevitablement, llavors.

Per tant, incertesa, indeterminisme, es concep per la imaginació del seu contrari, la certesa, el determinisme (i aquesta imaginació correspon a la veritable realitat). Tant és així que els dos conceptes no remetent a la seva dualitat intrínseca només com una qüestió, diguem-ne, de necessitat lògica en la definició dels contraris, perquè, també, de fet, es pot comprovar els esforços del nostre esperit com la tendència contínua a aproximar aquest esperit a aquella intel·ligència. Així, la feblesa de l'esperit humà és palesa alhora que també ho és la seva capacitat de reflectir la certesa (sempre absoluta) d'aquella intel·ligència, i Laplace recorda la "perfecció que ha donat a l'astronomia", dels "descobriments en mecànica i geometria junt amb el de la gravitació universal," la capacitat de "abastar en les mateixes expressions analítiques els estats passats i futurs del sistema del món."⁸ La llei de la gravitació universal, amb la seva forma omnipresent (més encara en la història de la física després de Laplace) com la de l'invers del quadrat amb la distància, ens remet a aquella única fórmula abastadora de la intel·ligència.

Amb aquesta perspectiva dual hem de considerar l'afirmació de Laplace que "la ciència de l'atzar o probabilitat" neix de la feblesa de la ment humana, com una afirmació (subjectivista) d'indeterminisme, i l'afirmació que la determinació dels "distints graus d'aparença" ens compensa de la nostra "impossibilitat" d'un coneixement total, del nostre coneixement incert, més o menys probable, de moltes coses. Perquè la teoria de l'atzar és d'una banda una manifestació de la ignorància, amb la qual veiem els fenòmens sense ordre, com pur atzar. Però, com que és un resultat de la nostra ignorància, atès que el món és ònticament determinista, aquest atzar és aparent. D'altra banda és la mateixa teoria de l'atzar la que ens permet veure l'atzar aparent en la seva aparença. La nostra mancança, que ens impedeix captar la totalitat del món determinista, produeix la teoria de l'atzar, i aquesta, a més d'ésser aquest resultat de la nostra ignorància, ens capacita per a descobrir el determinisme del món.

Com veiem, segons Laplace devem la teoria de l'atzar a la nostra ignorància, al nostre coneixement sense certesa (incert) de l'observació de l'ocurrència sense regularitat (irregular) dels esdeveniments. Sota l'atzar, les causes es donen subjectes a variabilitat i ens són desconegudes. Aquesta variabilitat de les distintes causes és el que produeix alternances favorables i contràries a la producció regular de l'esdeveniment, i resulta d'això la irregularitat en la producció de l'esdeveniment. Des del rerefons determinista és la nostra ignorància, la nostra 'incontrolabilitat' d'aquelles causes la cosa que ens impedeix "veure" la regularitat. Ara bé, el cas singular, l'esdeveniment simple, la seva ocurrència (considerada) individual(ment), conté les seves pròpies possibilitats que, donada la nostra ignorància de les intervencions causals en cadascuna de les repeticions del cas, les fem igualment possibles. Quan el conjunt de repeticions conté un nombre molt elevat d'elles, diu Laplace que els efectes irregulars de la variabilitat causal es destrueixen mútuament deixant entreveure -amb major claredat quan major és aquest conjunt de repeticions- la relació entre les possibilitats contingudes en la situació (experimental). Per a cada cas singular, per a cadascuna (i qualsevol) de les repeticions de l'experiment (o esdeveniment) hi ha unes probabilitats involucrades, això és, unes diferents possibilitats o pesos, que, òbviament, guarden una relació entre elles. La multiplicació del nombre de casos individuals ens permetrà apreciar la "manifestació" d'una notable regularitat, la qual és el desenvolupament d'aquelles respectives possibilitats dels esdeveniments simples (donats en el cas singular), i.e., és la "manifestació", plasmació, de la relació entre les possibilitats en cada repetició.

(Tot aquest tema paradoxal de la vinculació de l'atzar a la regularitat o uniformitat, a la calculabilitat i predicció seria reprès per Popper i reformulat en la qüestió que anomena 'el problema fonamental de l'atzar').⁹ Abans hem indicat¹⁰ que la manera d'entendre l'indeterminisme, tant per part de molts autors com des de la idea resultant d'una visió propensional, no és com una total mancança de dependència causal o física, que és la idea que en té, per exemple, el determinisme laplacià. Així, havíem dit que les propietats disposicionals són propietats causals, que les propensions són propietats de la situació física que exerceixen una influència causal lluny de l'arbitrarietat, o

il·legalitat, i desordre atribuïts tradicionalment a l'indeterminisme. En el determinisme clàssic, la dependència física és entesa teòricament com una relació deductiva de causa a efecte, des d'un estat de coses a la predicció d'una altra situació. A diferència d'aquest grau quasi-absolut de precisió determinista que descriu la situació seu de la força tendencial causal, en canvi, la força propensional per a produir freqüències permet proporcionar un nou concepte filosòfic de la determinació, on el futur no es troba pre-contingut en el passat o present. Queda manifest que Popper explica que l'indeterminisme físic és una exigència prèvia i necessària, però també que ens hem de preguntar si pot ésser que "l'atzar sigui més satisfactori que el determinisme"; afirma que necessitem "quelcom que posseeixi un caràcter *intermedi* entre l'atzar perfect i el determinisme perfect -quelcom intermedi entre els núvols i els rellotges perfectes." Popper no vol lligar-se a allò que li sembla una tesi ontològica no només "dogmàtica (per no dir doctrinària), sinó també, clarament absurda"¹¹.

"La idea que l'única alternativa al determinisme és el pur atzar (com també moltes de les seves opinions sobre el tema) la prengué Schlick de Hume, qui deia que la "supressió" del que anomenava "necessitat física" ha de donar sempre com a resultat "la mateixa cosa que l'atzar. Com els objectes han de trobar-se enllaçats o no... és impossible admetre un terme mitjà entre l'atzar i la necessitat absoluta".¹²

Per tant, també amb aquesta concepció indeterminista, l'indeterminisme és concepció (com en certa mesura resultava conseqüència de la imatge determinista laplaciana, però amb altra forma) des de la forma determinista d'algunes teories i la seva imatge del món, com una imatge que podem concebre en relació a la imatge determinista, com el resultat del minvament de l'absoluta precisió infinitesimal de la perfecció determinista. Encara que ambdues concepcions, diguem-ne la popperiana i la laplaciana, divergeixen sobre la fonamentalitat i no-essencialitat del determinisme o de l'indeterminisme.

Fem, per tant, en primer lloc, aquestes dues observacions. Primera, que l'indeterminisme entès per Popper, com la teoria propensional associada, no correspon a la seva caracterització laplaciana: absència total de regularitat, de causalitat o dependència física entre successos. També, que la caracterització d'aquests darrers aspectes de la realitat, ordre o estructura, regularitat i causació física es fa, ara, precisament, des d'una concepció indeterminista que ve per a lliurar-los d'un exclusiu lligam amb el determinisme. És a dir, aquella caracterització no ha de correspondre, en totes les concepcions, exclusivament a la laplaciana o determinista, i precisament l'indeterminisme és proposat per a l'exposició no-determinista d'aquelles nocions.

Això té com a conseqüència que aquesta concepció (no *determinista!*) de l'indeterminisme coincideix amb la idea laplaciana que el càlcul probabilista o 'ciència de l'atzar' (adient per a reflectir una situació indeterminista) ens ofereix el reflex d'un ordre o estructuració del món; encara que per a Laplace és la seqüela d'un ordre caracteritzat com a determinista

Hem indicat que amb el caràcter regular i predicible de les mitjanes estadístiques Laplace adverteix del ressò del rerefons determinista real del món que ressona en el mateix càlcul dels atzars;

existeix aleshores el costum de parlar de les freqüències com a regularitats presentables a la manera de lleis de tipus determinístic o causals, en el sentit d'oposades a l'indeterminisme. Alhora, aquesta sovintejada manera de parlar afegeix tot seguit que, d'altra banda, enfront d'aquesta determinació dels successos considerats com un conjunt o massa de membres, el succés individual es troba indeterminat o és impredecible. Com un exemple qualsevol en tenim: "[l'estadística] Considera fenòmens que són indeterminables en el pla de les unitats singulars i determinables en el pla dels grans nombres."¹³ Aquest joc entre constituent individual i succés massa, entre indeterminació i determinisme, ha estat acompanyat per una reflexió metafísica sobre el pensament estadístic que es també la percepció social de la seves significacions. Convé una petita desviació que deixi testimoni d'això. Ens podem servir d'alguns comentaris d'un autor com Porter. En el seu llibre *The Rise of Statistical Thinking, 1820-1900* ofereix el seguiment d'aquests desenvolupaments. Nosaltres només recordem la seva exposició i paràfrasi dels comentaris que feu Maxwell al voltant de les implicacions estadístiques en un rerefons on tenien publicitat expressions vehements de determinisme mecànic i estadístic com les fetes per Buckle i Tyndall. Porter indica que, en aquest rerefons, les opinions de Maxwell potser no eren pensades necessàriament com una implicació estadística sobre la física -Boltzmann tampoc no hauria implicat amb satisfacció una indeterminació legal des de l'estadística. L'estadística té un caràcter diferent als principis mecànics, reconeixia Maxwell, i llavors es planteja l'existència de la llibertat humana o lliure voluntat, entesa com l'activitat pròpia de la ment, davant el determinisme mecànic, la contingència davant la necessitat. Maxwell discutí una interpretació física de la lliure voluntat o demostració de la lliure elecció que no suposi una violació de cap llei física. Així el principi de la conservació de l'energia aclareix que no hi ha una relació de transvasament energètic entre l'ànima o lliure voluntat i el cos. No és que Maxwell faci la proposta d'usar la física per a la demostració de l'existència de la llibertat humana, adverteix Porter; de fet els principis científics coneguts no hi aporten res, però a continuació afirma: "No obstant això, Maxwell no negà a la ciència natural tota rellevància per als propòsits metafísics." Com que lleis com les del tipus de la conservació podien ésser invocades contra la llibertat humana, els defensors d'aquesta darrera haurien de demostrar la possibilitat que la voluntat pogués operar sense cap despesa energètica. En particular, Maxwell podia pretendre suggerir que no hi ha inconsistència entre la llibertat i les lleis de la natura. El coneixement estadístic és imperfecte, suposa que els esdeveniments individuals no poden ésser explicats, el resultat mitjà no fa referència als éssers únics, on operen causes molt diferents i no uniformes, sinó a l'home mitjà de la ciència social, a la uniformitat, de tipus laplacià, de la massa composta per un nombre molt gran de constituents. Això permet una distància diferenciadora entre individu i cos social, entre molècula constituent i el cos que l'engloba. Si l'estabilitat física permet dissenyar arguments deterministes, la inestabilitat física dels cossos i la moral de les ànimes ofereixen a la ment operar com un sistema generador i regulador de les inestabilitats, aquestes palesen la consciència de la convicció de la lliure voluntat, l'expressió de la llibertat humana i la responsabilitat moral.¹⁴ També resulta

il·lustrativa la paràfrasi de Porter sobre Charles Bernard Renouvier.¹⁵ Aquest autor, en la seva obra *Essais de critique générale* (1854-1864), hauria proposat, segons Porter, que la llibertat (*liberty*) és altament similar a l'atzar. L'aplicació de la probabilitat matemàtica als esdeveniments morals significa la seva genuïna conducta lliure, i això és més aviat un desafiament al determinisme científic que una vindicació, però no pas un distanciament de l'ordre, perquè tots els actes -virtuosos, viciosos, crims,...- en l'estadística moral, es troben sota lleis generals que els governen *només d'un mode aproximatiu, en els seus valors mitjans*. Però com que la llibertat (*freedom*) a més de l'absència de llei requereix de la deliberació moral, no és, aleshores, idèntica a l'atzar. En canvi, en el seu escrit de 1869, *Science de la morale* (1869), Renouvier faria una acostament al determinisme. Es tracta de l'adopció del punt de vista iniciat per Aristòtil (i continuat per molts altres, com Cournot, Windeband,...), és el reconeixement d'una subjacent estructura causal en la intersecció de cadenes causals independents, cadascuna completament determinista. L'exemple típic, il·lustra Porter, és aquell de la confluència dissortada entre la caiguda d'un totxo amb el vianant, l'arribada de cadascun dels esdeveniments al punt fatídic té una causa ben determinada, però el xoc no obeeix a cap raó raonable, encara que hi ha un seguiment completament determinat, el dany és com a resultat de l'atzar¹⁶. Però, això no obstant, Renouvier afegia que la completa determinació de tots els esdeveniments al llarg del seu recorregut era una suposició que no tindria cap raó, perquè hi hauria algun punt inicial per si mateix no causat en cada cadena causal.

Hem recordat que per a Laplace la regularitat estadística seria un ressò de l'ordre determinista al qual no arribarien les limitacions pràctiques del nostre coneixement. Després, al segle XIX, amb l'aparició de la ciència social i de les estadístiques, de la problemàtica de la reforma social, de l'ordre regulatiu enfront de les conductes desviades, més l'arrelament de les idees liberals, adquireix cobertura l'impuls d'entendre la relació entre el macrofenomen i l'individu, on aquest individu es considera com un element d'indeterminació, de llibertat, cosa que planteja la seva adequació amb la legalitat, amb l'ordre, amb la necessitat. Hi ha un cert problema que la doctrina liberal duu com un tema central: la llibertat i el seu contingut paradoxal. D'una banda, l'individu, com una entitat aïllada, lliure davant els lligams socials. De l'altra, la societat, on, d'una manera conflictiva per a la doctrina, es preserva la llibertat (i.e., el dret i la seva aplicació).¹⁷

L'atenció a la qüestió de la indeterminació del succés individual, que s'ha convertit en una visió tòpica de la qual acabem de seguir una part de la seva trajectòria, oculta que aquest succés, el constituent molecular, es troba regit per la legislació mecànica (almenys en un nivell clàssic que es pot acceptar com a adequat per a certes finalitats).

En aquest treball, ens hem dedicat a considerar les discussions on, com adverteixen els subjectivistes, s'accentua que el succés individual és regit per una llei determinista, fet que queda ignorat en la seva assignació probabilista des dels resultats freqüencials sorgits en el col·lectiu.

(Nosaltres hem arribat a admetre aquest determinisme òntic sobre l'esdeveniment particular, però de seguida afegim que el cas és que resulta impredecible perquè la predicció té sentit si es fa amb referència a d'altres successos individuals; és a dir, com a membre d'un gran conjunt i, llavors, la situació considerada per la probabilitat assignada és ònticament indeterminista donada la situació física rellevant.)

XI.2.- Realitat de la probabilitat

XI.2.1.- Legitimitat de l'obertura o del tancament del sistema

Hem indicat les afirmacions on la regularitat estadística en la col·lecció pot ésser entesa com una semblança o indici de la imatge determinista, com és el cas que féu Laplace. Llavors les estabilitats estadístiques són presentades juntament amb el contrast ressaltat d'una indeterminació del succés individual; aleshores, implicant la nostra ignorància -mitjançant la regularitat vista com de caire determinista en el macrosuccés- sobre el microsuccés, sigui no controlat o indeterminat per la nostra ignorància, o sigui, potser, indeterminat en la seva realitat.

Aparentment, Fetzer és coherent amb un enfocament propensionalista: la disposició (probabilista) és present en el cas individual. De la manera que concep la disposició en el cas individual que és del nostre interès, si el cas individual fos màximament especificat, la disposició seria determinista. Per tant, la disposició que atribuïm al cas individual no és la disposició real, amb el sistema màximament especificat. Només hi ha propensions legals, reals, quan està precisada la condició suficient per al resultat. Si no és així, l'assignació probabilista al cas individual és relativitzada als resultats de conjunt (o a la distribució de les condicions inicials que els provoquen, si intentem apropar-nos a aquella condició suficient) i aquella assignació probabilista al cas individual serà resultat de la nostra ignorància d'aquella condició suficient (determinista) present realment en el cas individual, sigui que els resultats de conjunt s'estableixin per freqüències reals o per hipotètiques.

Sembla, llavors, que no necessita justificar-se la relativització de l'assignació de probabilitats si el sistema hauria d'ésser màximament especificat. En canvi, sembla que sí que necessita justificar-se aquella assignació probabilista si pretén afirmar-se que no és cap resultat de la nostra ignorància. Malgrat tot, si s'acceptés la nostra afirmació que aquest coneixement màximament especificat no és, d'alguna manera, rellevant, llavors aquella relativització hauria de justificar-se -Popper criticà que d'aquesta manera determinista pogués donar-se una explicació de la regularitat estadística. Aleshores aquella justificació de la relativització sembla trobar-se en les pròpies crítiques a l'assignació probabilista amb caràcter propensional: en el cas singular, on se situa la propensió?, de què depèn la probabilitat?, de quina manera es pot dir que la propensió és causa del resultat individual? Aquestes crítiques neguen que es pugui establir una propietat en el *set-up* responsable *probabilística* ment del resultat en *cada* cas singular; les crítiques remetien a una estructura -

determinista- en el succés singular com a negació de la propietat disposicional probabilística.

L'enfocament propensionalista dels sistemes individuals deterministes planteja que de principi és impossible afirmar una proposició *no probabilista* que serveixi per a tots els casos singulars, que estigui connectada *legalment* amb els resultats de conjunt. Es pot parlar d'ignorància si el coneixement d'allò que s'ignora fos rellevant. Però el que s'afirma (com quan es fa servir una hipòtesi d'atzar o caos) és que aquell coneixement és irrellevant. És irrellevant per a les mitjanes estadístiques del conjunt, per a la superseqüència (conjunt de totes les sèries possibles) amb el valor freqüencial predominant. Això justifica la legalitat de l'assignació probabilista feta al cas individual. Si no acceptéssim l'afirmació de la irrellevància causal de la màxima especificitat, hauríem d'admetre la tesi enunciada per Fetzer.

Però el nostre plantejament té la dificultat que si la nostra explicació explica el cas individual tenint en compte la seva pertinença a un col·lectiu, llavors no constitueix amb propietat una explicació del cas individual, en la seva singularitat. Com tants altres, Hempel coincidiria amb Fetzer en l'especificació suficient o tancament d'un sistema -«ònticament»- obert a les pertorbacions:

"Si el sistema no està aïllat, és a dir, si poden actuar sobre el sistema influències externes importants durant el període que va de l'estat inicial invocat a l'estat que es vol explicar, les circumstàncies particulars que han d'enunciar-se en l'explanans han d'incloure aquelles influències externes; i són aquestes "condicions-límit", juntament amb les "condicions inicials", les que reemplacen la noció quotidiana de causa..."¹⁸

Això voldria dir que si hi ha unes condicions inicials responsables del resultat en una determinada tirada de la moneda, no seria correcta la descripció de la situació que no especifiqués aquelles condicions. No és correcta: no estableix una relació legal la nostra situació experimental on diem que hi ha una propensió. L'enunciació estadística sobre les tirades de monedes no seria una llei, i no hi ha una explicació (com a màxim hi hauria una predicció, si és que en aquest context una predicció probabilista pot ésser considerada una predicció). Si les causes, l'estat antecedent, no són especificades a l'explanandum -i en l'explicació estadística no són especificades les condicions inicials- la relació trobada no és legal, perquè "tota 'explicació causal' és una "explicació per lleis científiques' ": "Es pot dir que un conjunt de fets ha provocat el fet que ha d'explicar-se, només si es pot indicar les lleis generals que vinculen les "causes" i "l'efecte" de la manera abans esmentada."¹⁹

Si és imprescindible una llei empírica per al sosteniment d'una connexió causal, i resulta que la connexió causal no és establerta en el nostre preparatiu experimental, o que la condició causal que s'indica no constitueix pròpiament les causes determinants, llavors la llei estadística proposada en aquesta intervenció no pot ésser pròpiament una llei. Ara bé, no podem deixar d'indicar que al costat d'aquest problema per a la perspectiva propensionalista davant el cas individual també, com hem dit, s'aixeca com a dificultat per a l'enfocament exclusivament determinista que si l'explicació és pròpiament d'un 'cas individual', llavors, encara que només sigui per definició, no hi ha una proposició legal involucrada que reculli el cas individual com a membre del col·lectiu. A més, en

l'atenció a la 'singularitat', l'explicació és *a posteriori*, no és predictiva del cas singular. A més a més, seguint determinísticament tots els resultats individuals s'arribaria a l'establiment de les freqüències en el conjunt de la mateixa manera que s'arriba des de l'assignació probabilista als possibles resultats apriorísticament sobre cada cas individual, això és, sense conèixer posteriorment tots els detalls corresponents a tots i cadascun dels casos singulars. Tot això que estem dient segueix la línia de l'argument que feu Popper (VII.1.). De manera que amb la nostra teoria probabilista es pot predir (amb la nostra ignorància de les condicions inicials exactes en cada cas) allò (les freqüències de les propietats en les sèries de proves) que amb el detall d'aquelles condicions inicials exactes acaba produint-se. És en aquest sentit que el cas individual té una probabilitat i que aquesta assignació tingui caràcter realista.

La diferència entre l'explicació i la predicció és pragmàtica, diu Hempel. La diferència és del temps des del qual s'estableix el raonament. La predicció sempre s'efectua vers el futur, quan encara no s'ha realitzat el succés. La consideració del sistema com a no aïllat o obert amb l'*enunciació* de les influències externes, que diu Hempel, és allò que entenem per constituir el sistema com a aïllat o tancat. Ara bé, un sistema *tancat* no sempre inclou integrades les pertorbacions. Moltes prediccions deterministes es poden fer “tancant” el sistema, o sia, fent abstracció o exclusió (de l'enunciació) de les pertorbacions sobre el sistema. Així, Hempel recorda que malgrat l'espectacularitat, per exemple en mecànica celest, de les explicacions i prediccions deterministes o deductiu-nomològiques, que permeten inferir l'aparició d'un succés o estat d'un sistema en el temps t_1 des de la seva especificació en l'explanans en el temps t_0 , Hempel adverteix que es fa servir, entre les seves premisses addicionals, una suposició concernent al futur relativa a les condicions límit prevalents durant el lapse de temps intermedi entre aquells dos estats. Aquest supòsit especifica o fixa les influències externes i permet menysprear o excloure la possibilitat de la influència pertorbadora d'altres objectes, però aquesta premissa addicional no pot ésser considerada com si fes un enunciat predictiu de quelcom. Aquests enunciats que pressuposen condicions límit, que permeten afirmar l'absència d'influències pertorbadores i considerar el sistema com a 'aïllat' o tancat, “no s'infereixen mitjançant lleis de dades sobre el passat”²⁰, d'altres successos particulars.

“Per consegüent, l'afirmació que les lleis i teories de forma determinista ens permeten predir certs aspectes del futur a partir de la informació sobre el present ha d'ésser presa amb moderació. Observacions anàlogues s'apliquen a l'explicació nomològico-deductiva.”²¹

Per a la visió determinista, com que aquelles característiques variables, que no es repeteixen, són precisament les responsables causants del resultat, llavors la seva al·lusió en el preparatiu experimental, la seva inclusió com a elements variables sota la noció del procediment de llançament, només pot constituir una indicació de la nostra ignorància d'aquells factors causals, ignorància o condició epistèmica recollida pel nostre preparatiu experimental, i aquesta indicació queda expressada numèricament en el valor probabilista que mesura la nostra creença o expectativa (donades les dades

del preparatiu) sobre l'esdeveniment futur, però de cap manera refereix una condició física.

Des d'una interpretació propensional, allò que es repeteix és, per exemple, l'estructura rellevant del dau, el sistema de llançament. Aquest procediment de llançament constitueix una noció que inclou la variabilitat per a les condicions, però no "enuncia" aquestes perturbacions, no les especifica, són al·ludides en la seva condició pròpia d'influències externes al sistema; si s'especificaran en el preparatiu, el sistema no seria obert, seria tancat. I defensem que no és un resultat de la nostra ment que la consideració escaient de les tirades de daus com a jocs d'atzar o de coses semblants sigui la d'un sistema obert, i per això discutim el dret de Fetzer a la seva consideració del sistema com a tancat.

No podem deixar d'advertir que hi ha un natural (en el sentit que resulten "naturals" les convencions i la concepció heretada) tracte asimètric a l'hora de jutjar les legitimitats respectives d'un enfocament probabilista -en la seva reclamació de l'obertura del sistema- i de la prerrogativa determinista de considerar tancats els sistemes pel que fa a la seva predictibilitat. D'una banda s'assumeix *com una descripció de la realitat* -encara que amb el reconeixement del seu valor aproximatiu i idealitzador, però com a vàlid per al desenvolupament teòric- considerar tancats els sistemes fent exclusió del fet de possibles incidències (no conegudes) sobre el sistema en el seu decurs temporal, i.e., en l'evolució dels seus estats, encara que es pugui reconèixer, com hem vist que ho fa Hempel, que aquesta exclusió no és derivada des de fets empírics (ni de trets legals), sinó que és un supòsit sense justificar. En canvi, es jutja com una mancança de coneixement -deguda a qüestions, diguem-ne, per exemple, 'pràctiques'- i com una descripció esbiaixada de la realitat que una teoria probabilista consideri l'obertura dels sistemes admetent que els sistemes reals no operen aïllats i que no "coneixen" en el seu si la trama global d'incidències futures sobre la seva evolució des de condicions antecedents a posteriors. Aquest judici asimètric conté, doncs, l'asseveració d'una realitat autènticament determinista. Llavors, la justificació d'aquella postulació que permet abstraure la realitat de l'esdevenir de les influències sobre el sistema, únicament consisteix, en últim terme, en una visió determinista del món.

XI.2.2.- La connexió explicativa entre el cas individual i el col·lectiu (freqüència)

Els casos individuals no s'expliquen, afirmava Hempel (VIII.2.1.), si s'entén que s'ha de tenir en compte totes les característiques que els constitueixen. Aquesta totalitat de condicions constitueix la unitat del cas singular, impedeix la repetibilitat que destruiria la 'individualitat' de l'esdeveniment. Quan una llei causal connecta un fet amb un altre, "tot el que es requereix perquè aquelles lleis puguin comprovar-se i mesurar-se la seva aplicabilitat és la repetició de fets amb aquelles mateixes característiques, però no de casos individuals."²²

Sens dubte que la consideració determinista de l'estructura de la situació en el cas individual no significa l'especificació de totes les característiques, només de les rellevants per al resultat individual a explicar, no es diu que es necessita incloure en l'enunciació de les condicions la característica ‘color’ del dau, per exemple.

“quan parlàvem de l'explicació d'un fet singular, el terme “fet” es referia al succés de certa característica més o menys complexa en una localització espàcio-temporal específica o en un objecte individual determinat, i no a *totes* les característiques d'aquell objecte, o a tot el que ocorre en aquella regió espàcio-temps.”²³

Però, per a la definició del cas individual com a tal singularitat es necessita considerar el conjunt col·lectiu per a establir en quins aspectes s'identifiquen i es diferencien els fets singulars. Amb aquesta referència col·lectiva (del preparatiu experimental) resulta que els aspectes que identifiquen el cas en la seva individualitat són, justament, els factors causals que el determinista reivindica per a l'especificació de la condició suficient del sistema, com a sistema tancat. Llavors els factors variables que romanen incontrolats en el nostre preparatiu físic com a sistema obert (on no s'enuncien aquestes condicions inicials pertorbants) són les característiques que identifiquen el cas individual. Per tant, la perspectiva determinista, quan demana l'especificació del sistema com a tancat, també demana la recollida de “totes” les característiques que constitueixen cada ‘cas individual’ definit com a tal singularitat en relació al conjunt col·lectiu. I la descripció “propensional” del preparatiu experimental demana no haver d'explicar determinísticament el cas individual, cosa que havíem defensat com a legítima i que, en general, aquesta inespecificació del cas, no ha de tenir necessàriament el significat d'una intromissió mental especial amb un sentit aliè a la situació física que es pugui considerar rellevant.

Per part de l'enfocament propensional, la seva *ignorància* dels detalls que duen a cada resultat específic també suposa una abstracció. Aquesta abstracció permet abastar (probabilísticament) els resultats de conjunt. No hem deixat de dir, per boca de Hempel, que molts dissenys de predicció determinista sobre el futur es fan fent abstracció -amb *ignorància*- de les condicions externes que puguin interferir sobre les condicions establertes en el transcurs del temps, i també el caràcter que dóna Hempel a aquesta suposició abstractiva: és una suposició, no una connexió entre fets o tipus d'esdeveniments. En canvi, sota la perspectiva disposicional, la consideració d'influències externes no-especificades, desconegudes pel sistema (representades en el procediment no controlat de llançament, l'agitació del gobelet) significa deixar el sistema obert i abstraure qualsevol especificació de les seves condicions inicials que tancaria el sistema. I el caràcter d'aquesta suposició abstractiva, una hipòtesi d'atzar inclosa en la descripció, és legal, és un enunciat abastador, que connecta allò que passa al cas individual amb un conjunt d'aquests casos. Afirmar un enunciat probabilista es afirmar el mode *físic* d'aquella connexió. Aquest mode físic de comprensió dels esdeveniments individuals, en llur condició de membres constituents (membres reals, físics, a més de si algú vol considerar una pertinença exclusivament epistèmica) en un gran conjunt virtual, constitueix una propietat física

relacional que identifica l'estructura *in*-determinista del procés físic.

Tornem a insistir en la no-equanimitat de la legitimitat que comunament s'atribueix a cadascun dels dos enfocaments, determinista i propensionalista. És com si les pertorbacions, les incidències del futur, no formessin part del coneixement científic. Aquest coneixement implica l'eliminació de les interferències; l'avanç del coneixement significa vèncer els factors no controlats. O bé les interferències se les controla, i llavors se les enuncia. O bé no se les controla, i llavors se les exclou, -encara que, insistim en això, com Hempel mateix adverteix: no hi ha justificació empírica (ni legal) per a aquesta suposició. En canvi, quan es fa servir una hipòtesi d'atzar, que introdueix els factors-no-controlats com a component clau de la situació sencera, llavors es demana quina mena de justificació s'està emprant. Aquesta idea de coneixement de la realitat va associada a una idea de la realitat, a la idea que la realitat constitueix un sistema on les "incidències" del futur, el que la nostra ignorància denomina tòpicament com a "casualitats", formen part d'una trama que la realitat conté globalment en cada moment qualsevol de temps.

Afirmem que la trama del món no pot contemplar-se des de cap lloc o temps com una via predestinada en la seva totalitat. Com que el disseny absolut o complet de la xarxa que va composant la realitat no correspon a l'estructura del món, llavors no hi ha coneixement que correspongui a aquesta imatge totalitzada i, en conseqüència, el coneixement de la realitat ha d'incorporar, en tant que característica de la realitat, aquest món obert al futur, el tret indeterminador, els sistemes oberts com és el cas que els caracteritza la interpretació propensional: no exclou les pertorbacions de la descripció del sistema, però no inclou-les-hi, sinó esmentar-les inespecificades. L'expulsió dels sistemes oberts de la interpretació propensional, com fa Fetzer, significa ometre la imatge del món en la qual consisteix la interpretació propensional, l'estructura propensional de la realitat. En IV.2. dedicàvem unes pàgines a indicar que de la manera com és constituïda la interpretació propensional, aquesta interpretació és la imatge del món que proposa. Fetzer no pot pretendre una caracterització propensional expurgada de la seva proposta metafísica, i si fa aquesta omissió no la farà sense perjudici de la mateixa interpretació, perquè la concepció propensional fa de la probabilitat una característica dels preparatius físics a la realitat, cosa que Fetzer nega en l'àmbit on l'afirmació d'una descripció probabilista resideix en l'obertura del sistema en una realitat indeterminista.

És cert que s'estableixen freqüències que corresponen a generalitzacions accidentals i que la relació causal estableix la vertadera freqüència de les propietats d'interès. Aquesta exigència de la rellevància causal és reclamada per Fetzer enfront del mer establiment de freqüències sense criteri de realitat causal per part d'una interpretació purament freqüencialista, que dona peu a una interpretació subjectivista on la probabilitat no correspon a cap tret real. Llavors, per a la construcció de la defensa de la interpretació propensional en el seu avantatge davant les mancances de la freqüencial, Fetzer, amb integritat, afirma que una assignació probabilista sobre el sistema (amb precisió, sobre el sistema que representa el cas individual) que omet els factors directament causals no hi ha manera de poder

considerar-la com a establint una connexió legal. Però la rellevància causal exigida, la connexió legal, només es pot establir quan el cas individual es considerat amb propietat. És a dir, dins un context teòric de rellevància, la qual cosa només vol dir: donant lloc a un enunciat legal, dins l'enfocament que identifica la realitat en la seva estructura que opera pel que fa a certs aspectes d'interès. Llavors, en la descripció de l'individu com a diferenciat d'uns altres amb els quals conforma un col·lectiu, l'apropiada classe de referència on tenen lloc les freqüències; i on la connexió, que permet un enunciat legal sobre els resultats individuals en una sèrie, entre cada membre i el conjunt al qual pertany i en el qual té "sentit" establir-lo com a cas individual, ve establerta pel preparatiu o tipus experimental descrit de manera que aquest preparatiu és present en el cas individual en quant recull alhora que és un individu membre d'una classe. L'exigència de Fetzer de tancar el sistema dirigeix el cas individual fora del seu lligam estructural amb els resultats freqüencials. El seu sistema tancat, màximament especificat, només és vàlid per a un joc d'atzar enganyós, que no és tal joc, on la freqüència (del resultat que sigui) és I , però no hi ha tirades de monedes, com a joc d'atzar, que corresponguin amb una classe de referència d'aquesta mena, sense probabilitats. D'altra banda, sense fer servir aquesta afirmació "demagògica", els sistemes individuals màximament especificats no expliquen, com havíem dit seguint l'argument central de Popper, la producció de les freqüències.

Segons la tesi de Fetzer les freqüències no corresponen a assignacions probabilístiques a casos individuals quan resulten de la nostra ignorància sobre un sistema determinista la descripció del qual està oberta, però que seria determinista si la descripció fos la del sistema com a tancat. Segons la tesi que defensem, i considerem com l'afirmació coherent del projecte propensionalista popperian, àdhuc per a sistemes que es presenten com a deterministes quan la seva descripció els considera tancats, les freqüències no són resultat de la *nostra ignorància*, sinó que es troben connectades amb els valors probabilístics assignats als resultats per a tots i cadascun dels membres individuals; connexió que, -a part que pogués caracteritzar-se amb contingut de significació epistèmica- té sentit real. Però aquesta contratesi defensada no afirma, per descomptat, que no hi hagi exemples on *a*) les freqüències siguin resultat d'allò que ocorre en el cas individual com a sistema tancat o màximament especificat, i/o on *b*) entre els resultats freqüencials i l'assignació probabilista que, en compatibilitat amb aquests resultats, correspon al cas individual no hi pugui haver cap reflex de connexió real. Llavors considerem dos d'aquests exemples: les estadístiques sobre mortalitat utilitzades per les empreses d'assegurances i unes imaginades estadístiques sobre el càncer.

El cas de les estadístiques de mortalitat que es poden fer servir en el negoci de les assegurances per al càlcul de les pòlisses de manera que resulti una empresa rendible no representa, sembla ésser, una connexió real entre resultats freqüencials i casos individuals. Un percentatge de morts per a un interval d'edat segons mostres observades en poblacions no té per què considerar-se com oferint un valor probabilístic per a la mort de qualsevol individu particular sota aquella edat que pugui considerar-se com l'expressió d'una connexió representable en una situació real. Fer

una inferència des dels resultats registrats en una població vers un individu és oferir una 'expectativa'

-donada la nostra ignorància sobre aquest particular- però no reflecteix cap llei de la natura sobre aquest cas individual.

En realitat, el negoci de les assegurances no pretén fer cap afirmació sobre casos individuals. En tot moment està manejant enunciats sobre col·lectius i enunciats que són inferències entre aquests enunciats freqüencials. Ni tan sols les tarifes aplicades en una contractació particular tenen sentit individual: corresponen a enunciats sobre poblacions, perquè el manteniment del benefici en el negoci de les assegurances consisteix de trobar des de les dades els adequats enunciats sobre col·lectius que afirmen les tarifes que s'aplicaran en les contractacions. I són aquests enunciats els que expressen el càlcul d'un benefici que és col·lectiu, sobre el conjunt de contractacions realitzades o realitzables. Entremig, la naturalesa de la relació és que entre percentatges sobre dades observades, reals en una població, s'infereix a resultats estadístics (globals, sobre els que es produeixen els beneficis) esperats, encara no reals.²⁴

Sobre tot això algú pot dir que una vegada un individu ha mort aquesta probabilitat *I* donaria una explicació determinista, donat el coneixement d'allò succeït que condueix fins a la producció del succés 'mort'. Però també podem advertir, enfront d'aquesta explicació determinista *a posteriori*, que abans de la producció dels successos pertinents no hi ha una realitat pertinent per a la predicció, al mode determinista, del moment en el qual prendrà lloc el succés 'mort' per a un individu concret (com veurem en el següent exemple).

També, encara que el cas individual, determinista o indeterminista, no és el tema, i que no hi ha connexió real entre les singularitats i els percentatges de conjunt, hom podria voler intentar l'establiment d'algun tipus d'aquella connexió avisant, per exemple, que la proporció de morts per a intervals d'edats és connectada amb fets reals, com la òbvia degradació de l'organisme amb l'edat més l'efecte de factors que cal concebre distribuïts entre la població; [factors com l'estat del coneixement mèdic en un època donada, com també l'estat de la seva aplicació real a la població -l'estat de l'accés a l'assistència sanitària- com també relacions reals entre tipus d'accidents (automobilístics, laborals, ...) i els grups d'edat, hàbits alimentaris col·lectius, la "qualitat de vida",...] Aquests factors són col·lectius o estadístics, i la seva consideració per a un individu sota unes certes classes de referència (edat, classe social, habitat, tipus de vida i feina, ...) pot donar-li una expectativa de mort més vinculada a una situació real en la inserció d'aquest cas individual en uns paràmetres col·lectius. Això ens condueix directament al nostre segon exemple.

En el cas d'unes suposades estadístiques sobre el càncer, el cas individual és allò que hauria d'importar, a diferència de l'exemple de les assegurances, on, com acabem d'indicar, el coneixement de resultats col·lectius té interès i rellevància per al benefici, el qual és també un paràmetre sobre un conjunt. En aquest darrer cas es feia servir una inferència sobre un enunciat col·lectiu vers el futur

desconegut des de l'observació de resultats col·lectius coneguts, però per al cas del càncer, una inferència predictiva com aquella, tingui l'interès que tingui -e.g., per al càlcul de previsió de futures despeses en una sanitat pública-, no té la persuasió utilitària que presentaven les informacions sobre la probabilitat de mort assignada a un individu sota una determinada edat.

En el cas del càncer la probabilitat assignada al cas individual no té la força significativa que podia representar aquella assignació per a les empreses d'assegurances, perquè ara no és important aquella assignació només en la seva validesa per a la recerca d'un benefici sobre un conjunt, sinó que ara dramàticament importa només la significació del valor atribuït a un individu qualsevol. No hi hauria prou coneixement per a l'establiment d'un *set-up* vàlid. L'assignació probabilista, en compatibilitat amb el percentatge estadístic, aplicada al cas individual, si té cap significació, seria molt escassa; no es pot establir un "*set-up*" que proveeixi d'aquell significat. Recordem que el *set-up* dóna sentit real a la connexió entre els resultats col·lectius i el valor probabilístic assignat a tots i cadascun dels membres del mateix tipus de '*chance set-up*'.

Per exemple, són típiques les relacions establertes entre l'atribut d'ésser fumador i el desenvolupament d'un càncer de pulmó; des d'això s'estableix relacions com la del valor del risc de desenvolupar aquell càncer amb el temps de consumidor o la quantitat i el tipus de tabac. Però tenint una estadística d'aquesta mena sobre la població de fumadors, el percentatge no seria aplicable com un valor realista de probabilitat assignat al cas individual. La classe de referència 'fumadors' no correspondria a la situació experimental, real, de la qual depèn la producció del càncer. Això ve indicat perquè hi ha no fumadors que contrauen càncer, i això també tindria un percentatge dins una població total; a més a més, també hi ha un percentatge de fumadors que no en contrauen (que podria, potser, ésser petit entre els fumadors, encara que també caldria veure quan és de petit en proporció al de no fumadors amb càncer bronco-pulmonar; com també potser no s'hauria d'oblidar que aquest càncer és un tipus del càncer com a tipus general i, en conseqüència, atendre si el fumadors desenvolupen càncer bronco-pulmonar quan, en canvi, en les mateixes persones en la seva condició de no fumadors en desenvoluparien algun dels altres tipus.

En aquesta producció intervé el sistema, el cos humà, sotmès a pertorbacions en el curs de la vida, una d'elles és l'adquisició de l'hàbit de fumar. S'haurien d'establir més percentatges corresponents a més classes de referència, no només estrenyent la classe de referència dels fumadors amb altres factors, sinó també veient les freqüències en les particions fetes amb aquests factors. (Per exemple, altres factors ambientals: tipus de feina, estat civil, tipus d'il·luminació a la casa (població sotmesa a il·luminació halògena), hàbits alimentaris (taxa d'ingestió de carns fetes en barbacoes o amb llenya),...; també per edat, sexe,...)

En conseqüència, amb el projecte propensional, la versió fetzeriana de la interpretació propensional té cura d'advertir que, enfront de les meres relacions de rellevància estadística (i encara que aquestes puguin estar en certa pista d'un relació real) cal establir les relacions de rellevància

causal que permeten assignar probabilitats reals en el cas singular (vid. II.2.2.). Això minvaria la persuasió de les afirmacions fetes sobre la base merament freqüencial de les relacions entre fumadors i càncer. En canvi, el projecte de probabilitats reals exigeix que es pogués establir l'existència de, per exemple, un factor genètic en la producció del càncer. En aquesta producció podria intervenir alguna mena de disposició genètica més factors externs (ambientals) que s'adquiririen en el transcurs de la vida. Segons la perspectiva propensional, la probabilitat s'aplica al cas individual sota l'establiment del *set-up*: hi ha una situació experimental present en cada cas individual, és a dir, idèntica o comuna a tots els casos individuals. Per consegüent, la descripció del preparatiu experimental estableix quina és la classe de referència adequada. Suposem que podem superar en una mesura acceptable la dificultat per a l'establiment del *chance set-up* o situació real que produeix la propensió (una crítica que de vegades es fa al propensionalisme: que no sempre podem conèixer les propensions), i que es pot afirmar que hi ha una predisposició al càncer bronco-pulmonar transmesa per l'herència genètica, de forma que hi ha persones portadores d'una forma mutant d'un gen amb susceptibilitat a aquell tipus de càncer. Donada la possessió cel·lular d'un antioncògen deficient s'obre durant el curs de la vida de l'organisme la possibilitat elevada de mutació en l'antioncògen de l'al·lel *sa*. També, es pot suposar l'aïllament d'un gen implicat en la producció del tipus de càncer en qüestió; així, que certs enzims -per exemple el gen de l'enzim glutatió S-transferasa- són els mitjans mobilitzats per l'organisme per a la degradació de substàncies cancerígenes, intentant eliminar el procés tumoral, i que una mutació afecta aquests mitjans.

Com en el cas de les assegurances, rebutgem la consideració determinista de la situació. És clar que si s'apliqués amb totes les conseqüències l'anàlisi fetzeriana, la imatge subjectivista-determinista que resultaria podria parlar aleshores d'un sistema que si estigués tancat, i.e., si en la seva descripció es poguessin incloure certs factors, oferiria una imatge o descripció determinista. Però hem insistit sempre que aquesta manera de parlar procedeix d'una exageració patrocinada "ideològicament". La possibilitat de recollir *a posteriori* allò "cristal·litzat" donaria una explicació com si la realitat fos determinista. Però, en els termes predictius, en els quals es presumeix que el determinisme s'erigeix en el seu status propi d'ordre en la realitat, el món, obert en el temps, no és des d'un interval inicial pressuposat per la metàfora determinista sinó com el mirall d'una il·lusió. La predisposició per al càncer bronco-pulmonar, *y*, és una disposició probabilista, una propensió. És a dir, no tots els posseïdors del factor genètic *x* contrauen un tipus de càncer *y*. Ara la qüestió és la pregunta pel valor que ha de tenir aquesta propensió en connexió amb el valor freqüencial. Si, suposéssim, un 80% dels posseïdors desenvolupen la malaltia segons alguna mostra finita (l'estadística proporciona mètodes per a establir quina quantitat és acceptable) vol dir això que hi ha una probabilitat de 4/5 perquè un individu particular posseïdor de *x* desenvolupi *y*? Es poden recollir la mena de crítiques a la interpretació propensional, com la que havíem presentat en un exemple de Eells²⁵ sobre la dificultat per a l'establiment del valor propensional de cas singular en connexió amb el valor freqüencial. En el

seu exemple, el valor freqüencial es dona juntament amb probabilitats de cas singular que no representen la mateixa força propensional, que no tenen el mateix valor. Havíem contestat aquesta crítica dient, d'una forma molt general, que si hi ha una probabilitat distinta és que hi ha un *set-up* o situació diferent en cadascun d'aquests casos. El dispositiu de llançament imaginat per Eells oferia la característica d'anar variant els pesos dels resultats possibles d'un cas singular a l'altre. Però ara no ens sembla satisfactòria, encara que continuem considerar-la vàlida, la nostra resposta en la seva generalitat i abstracció si no es mira d'imaginar-la més concretada.

En primer lloc, si hi pot haver una diferent força propensional, cal aclarir des de quin interval temporal comença a fixar-se aquesta força, i.e., establir l'estat inicial. Suposem que el valor probabilístic hauria d'establir-se des de l'estat inicial o naixement, detectada l'existència en un individu de la predisposició heretada. A més a més, si els efectes (o, millor dit, la força) de la predisposició varien incrementant-se amb els factors ambientals (externs i interns en el seu esdevenir durant el transcurs temporal de l'organisme) llavors variaria en el curs del temps el valor probabilista per a contraure càncer.

En cada període de temps aquest valor probabilístic o força propensional podrà ésser diferent per l'acció d'aquests factors ocults “interns” en l'organisme que modulen el seu valor i/o factors “ocults” ambientals, que, en realitat, són donats en el curs de la vida. Es tracta de factors “ocults” o pertorbacions perquè abans que es donin no se sap si es produiran, no es pot saber, si la predicció es fa des del moment del naixement si l'individu serà fumador, contraurà un cert virus,... . Per això, donada aquesta variabilitat de la força durant el transcurs del temps, si les coses es miren des d'un estat inicial o començament de l'organisme fins a un estat final o mort, no es podria afirmar que hi havia una propensió amb un mateix valor en connexió real amb el valor freqüencial, no només per a diferents individus sinó, encara pitjor, també per a un mateix individu concret.

Però, si el *set-up* o situació realment s'estableix des del naixement com l'estat inicial del sistema, fent una abstracció d'aquestes pertorbacions es podria donar un valor probabilístic des del naixement en connexió amb un valor freqüencial sobre una població de posseïdors dels factors genètics pertinents, però aquesta probabilitat seria més aviat una probabilitat sobre la tendència dels individus a adquirir hàbits o passar per circumstàncies afavoridores per a la producció del mecanisme cancerigen des de la predisposició heretada. En qualsevol cas, signifiqui el que signifiqui, no podem entendre el valor estadístic en connexió amb el corresponent valor probabilístic assignat al cas individual com a significatiu per a cada individu concret en el sentit d'ésser, de constituir el valor real. En una mena de cas com aquest que exemplifica el cas del càncer l'individu té tota la rellevància, i qualsevol mena d'abstracció o generalització es presenta com una mancança sobre la irreductibilitat real entre tots els individus, la vida d'aquests individus no es deixa reduir recíprocament sense pèrdua d'allò fonamental.

Per tant, en aquest cas, tampoc no podem establir el *set-up*, com, des de la nostra defensa del

projecte propensional, havíem insistit a fer per als casos pròpiament físics: com una situació on és present tant la singularitat de qualsevol cas individual com la seva naturalesa simultània de no ésser tal cas individual, d'ésser alhora membre d'un conjunt. Llavors, també havíem entès això com un fenomen d'aleatorització, neutralització o cancel·lació, rellevant legalment de la situació individual concebuda com la d'un sistema tancat determinista. Aquesta caracterització quedava també recolzada en l'exposició contracrítica de la dificultat per a l'establiment del cas individual en la seva individualitat amb significació rellevant. Dèiem que aquesta manera de constituir el *chance set-up* permetria l'enunciació d'una llei (probabilista) que subsumia el cas individual i el connectava amb les freqüències, cosa que no podia fer la consideració determinista de la situació present en el cas individual. La neutralització del cas individual era vàlida perquè el *set-up* restringia aquella individualitat, això volia dir que no era necessària per a l'establiment d'un enunciat legal sobre el col·lectiu. Aquesta relació entre cas individual i col·lectiu revelava un aspecte de l'estructura física del món. Però ara tenim un exemple on el cas individual agafa el caire d'una rellevant irreductibilitat a qualsevol subsumció legal, això impedeix la fixació de la situació real d'atzar on l'assignació probabilista pugui ésser interpretada com la força d'una propensió.

Aleshores, certament (i "*realment*") hi ha ignorància. Però rebutgem que sigui la ignorància del tancament d'un sistema realment determinista. Insistim un i altre cop que encara que el sistema es pugui considerar com a tancat, el sistema *realment* no és tancat, és *realment* obert a pertorbacions, a actuacions i incidències en el curs de la vida. Només se'n podria afirmar que la situació real és determinista quan no hi ha situació real, quan l'individu és mort, quan no hi ha predicció a fer. En efecte, la probabilitat adquireix sentit realista si és una assignació feta *abans* que es produeixi el succés (encara que la conjectura probabilista pugui recolzar-se -o no- en la recollida de dades estadístiques prèvies), la probabilitat real ho és vers el futur-no-realitzat. Per a un instant donat cada molècula es trobarà en una certa velocitat determinada; abans d'adquirir-la, quan les condicions que produiran un resultat determinat no estan donades, l'exigència determinista d'especificació d'aquestes condicions o pertorbacions només té sentit, per a nosaltres, en l'esfera d'un coneixement diví. És important que la ciència pugui fer aquesta mena d'explicacions *a priori* que són les prediccions; permeten la corroboració posterior d'una proposta teòrica, assenyalen un cert tipus de regularitat o uniformitat dels esdeveniments, cosa necessària per a l'intel·ligibilitat de l'univers, i.e., indiquen la presència d'una estructura real del món, però no és necessari concebre determinísticament aquest ordre estructural de desenvolupament de l'evolució temporal del món.

També, és cert que sembla tractar-se més aviat de probabilitats subjectives. La connexió entre percentatges freqüencials i probabilitats del cas individual correspondria a la mena de pertinències reclamades per una interpretació subjectivista de la probabilitat sobre el nostre grau de creença per a la nostra decisió racional. La connexió tindria la naturalesa d'una expectativa, d'oferir raons expertes per a prendre la decisió de deixar de fumar (o per a continuar no fent-ho, com quan

L'individu fumador considera que encara manca la informació de si és un posseïdor del factor genètic per a prendre aquella decisió; o si, tot i així, considera que aquestes raons no són suficients davant altres consideracions: per exemple, que com que ara sap que és un posseïdor d'un factor cancerigen, ara pensa que la supressió del fumar no li evitarà d'ésser exposat a gairebé inevitables riscos d'altres intrusions cancerígenes i que, tot plegat, conclou que donades aquestes possibilitats, que pot creure que són elevades, no li escau privar-se del vici del tabac²⁶). Però malgrat aquest reconegut caire subjectivista, tampoc no pensem en aquest cas que la interpretació propensional resulti espúria o eliminable; exigeix que les freqüències es trobin connectades amb la presència real d'una propensió o força tendencial de la qual depenen els resultats de conjunt. Aquesta és la demanda per la qual la probabilitat es revela essent ressò d'una situació real causal. Llavors, la indicació de promoure una mena d'enunciat legal (al qual, no obstant, encara se li pot escórrer el cas individual) que conté l'afirmació d'aquella connexió entre freqüències i una assignació probabilista al cas individual, servirà amb més fonament com a guia per a l'acció racional que la creença despresa des d'un enunciat minvat de la condició d'ésser proveït de les arrels per a promoure aquella connexió. Aquesta diferència, atesa, remarcada i promoguda en una interpretació propensional, no és defugible per cap interpretació de la probabilitat, no es pot ometre el valor que té en la guia per a l'acció individual l'augment en la quantitat d'informació que suposa els canvis en els valors freqüencials -corresponents a les respectives probabilitats de cas singular- en atendre a classes de referència els atributs de les quals s'aproximen cada cop més a la condició de constituents d'una situació real.

Que encara no sigui suficient establir el valor freqüencial cada cop més significatiu per al cas individual, no ha de suposar un rebuig de la interpretació propensional. Possiblement sigui correcte afirmar que el valor de la força assignat a tots els casos individuals no és realment el valor que té la propensió al càncer en el moment de néixer per a un cas particular, però en lloc de concloure que és fals afirmar que la probabilitat ha d'ésser tractada com una mena de cosa o relació real, en canvi caldria suposar que el que passa és que el valor d'aquesta tendència es troba obert; obert a les incidències futures, la probabilitat és real perquè dóna un valor a una ignorància real, dóna un valor, per a un moment determinat del temps o estat inicial, a la possibilitat (real) vers el futur (real, part de la descripció real, encara que aquella possibilitat pugui no realitzar-se, i encara que el futur estigui realitzat determinísticament en una suposada espècie de "ment divina").

La situació real no és determinista, excepte per al disegni diví, el qual, encara que exerceix sobre (o construeix) la realitat, no pertany a la realitat (ni la pot construir en equivalència amb la seva 'omnisciència'). I en contra de Fetzer, les freqüències no són el resultat de la nostra ignorància sobre un sistema que màximament especificat seria determinista, sinó que les freqüències resulten de la realitat "ignorant" d'un sistema realment obert en la seva especificació, que només seria determinista en la defunció de la seva realitat, en l'eliminació de l'esdevenir o de la seva possibilitat (condició pròpia seva enfront de la intemporalitat i necessarietat summa de l'eternitat atribuïda a l'inefable Déu).

La posició de Fetzer resulta subjectivista, no en el sentit que caracteritza subjectivament la probabilitat impugnant la seva caracterització realista, sinó en el sentit que la seva posició és subjectiva perquè ignora la realitat i la substitueix per una idealització que no li correspon.

No només és que la força propensional vagi variant durant el temps, com acabem de comentar, també, com es podria objectar, que aquesta variació de la força $4/5$ pot arribar fins a convertir-se en 1 (i en 0 la tendència $1/5$ per al resultat de no contraure càncer). Cada resultat possible (contraure o no contraure càncer) amb la seva respectiva força rere ($4/5$ i $1/5$) serà, en realitat, diria Schneider, '1' o '0'. Hi ha una natural explotació crítica de les mesures probabilístiques interpretades com a propensions reals. Així, si es diu que hi ha una "força" de $4/5$ per a y i una força de $1/5$ per al resultat z , sembla que la tendència de la força major hauria de realitzar-se. Sembla que la força amb major pes hauria d'imposar-se. Encara que aquesta forma de pensar anul·la les probabilitats mateixes, ens donaria probabilitats trivials, $4/5$ seria, en realitat, 1 . Per tant, seguint amb aquesta senzilla però efectiva línia de raonament, si proposem probabilitats, no ho fem com coses o relacions reals. Com que allò no és així -que la força amb major pes hagi d'imposar-se- si es dona el cas que es realitza z (per la intervenció d'incidències que desenvolupen la propensió $1/5$ fins a 1) hi ha, aleshores, una forta inclinació per a la manera natural de concloure que aquelles "forces" no són reals; que, lluny de tenir un referent real, aquelles quantitats no tenen cap altre referent que no sigui "epistèmic", que aquelles "forces" o "pesos" només mesuren la nostra ignorància. Aquells qui defensen aquesta crítica han de concloure en la impossibilitat d'aquestes probabilitats reals; aquests probabilitats són trivials, la situació és determinista.

Però la ignorància no és només nostra, com hem dit. Allò que passarà, el futur, no és contingut en el present a la manera determinista, amb probabilitat 1 , sinó que és realment contingut -sota una certa intel·ligibilitat estructurant del procés- probabilísticament. El problema és, podríem dir, que cada cas singular exigeix una realitat molt àmplia que conforma la seva especificitat. La predisposició genètica, una condició heretada, més condicions afegides constitueix tot plegat un procés real vers un estat final. Tot això estableix una particularitat que no pot ésser abstracta quan es vol predir "el que ocorrerà", on es presenten aquelles condicions afegides, que exerceixen de perturbacions o condicions ocultes o incontrolades. Llavors el cas individual escapa a l'enunciació d'una llei, no hi ha l'estructura real per a ésser expressada per un enunciat legal. Val a dir, la irreductibilitat d'aquesta individualitat és de tal caire que s'escapa a l'establiment de la relació de pertinença amb altres individualitats sota un agregat o conjunt sobre el qual es podria aplicar un enunciat legal. Però aleshores, quin sentit té dir ' $4/5$ '?, com diem d'una manera natural; és qüestiona quina realitat té dir ' $4/5$ ' i ' $1/5$ ', són aquests valors "reals"? Aquesta assignació és criticada com a subjectiva en el sentit de consistir en una mesura epistèmica, en una etiqueta numèrica de la nostra ignorància.

Però tot això no permet afirmar que l'enunciat probabilístic que d'aquesta manera establim com a guia per a la decisió racional no té res a veure amb l'estructura de la realitat. La utilitat

que aquests enunciats probabilístics tenen per a un individu s'incrementa, com hem dit, amb la vinculació que tenen amb el 'realisme' de la seva assignació probabilista. Aquesta utilitat individual augmentarà quanta més informació es tingui sobre freqüències corresponents a classes de referència més particionades i diverses; i, sobretot, demanda afirmacions cada vegada més "propensionalistes". És òbvia la diferència utilitària (respecte d'una estadística sobre fumadors) d'una probabilitat que té en compte la presència d'un factor genètic, el qual revela una situació real causal, que exigeix freqüències en la classe de referència dels posseïdors de la condició genètica. Aquesta utilitat "subjectiva" -perquè a l'enunciat general que establim se li escapoleix el cas individual en tota la seva rellevància per a la qüestió d'interès- reflecteix, d'aquella manera, amb l'exigència propensionalista, encara una situació real, una relació causal; és ressò d'elements reals operatius. Hi ha un millorament de la nostra guia, amb el valor probabilístic, en compatibilitat amb les freqüències degudes a classes de referència més apropiades perquè més aproximades a la situació real, perquè són construïdes sota atributs cada cop més endinsats a la realitat, en el complex causal. Llavors aquesta base més real (la presència d'elements cancerígens afavoridors de la producció de la malaltia abans i a part del fumar) dóna més realitat, més fidelitat o aproximació a la realitat, a la connexió, que establim mitjançant un enunciat general que connecta els resultats freqüencials amb una assignació probabilista, que interpretem com (*més*) real, en el cas individual.

Si l'existència de la predisposició genètica fos suposada, però de cap manera es pogués saber si l'individu la té o no, llavors estaríem abocats a usar les dades estadístiques per a tenir en compte alguna actuació. No hauria de deixar d'interpretar-se l'alta correlació entre fumar i el càncer de pulmó, això és, que es produirà un percentatge més alt d'aquell càncer en la població de fumadors que en una de no-fumadors, encara que sense ometre la consideració de consumidors no moderats de tabac que no contraurien càncer. En aquesta situació, hi podrien cabre diverses sospites. Per exemple, que hi hauria una causa comuna oculta, tant de l'hàbit de fumar com del càncer, per exemple una predisposició genètica a un tipus de caràcter que indueix a l'hàbit com també a la malaltia. També, que hi hauria una completa independència entre el fumar i la producció de càncer. O bé el tabac, junt amb algun altre més fonamental factor desconegut, és un element col·laborador en el desencadenament del procés tumoral, i.e., que n'hi hauria més d'una causa productora i que, o bé que el fumar coadjuva incrementant la propensió dels altres factors, o, també, que es necessita la col·laboració d'aquestes causes per a la producció del tumor (sobretot en aquest darrer cas saber que es té una predisposició genètica no permet ésser indiferent a fumar o a no fer-ho, a diferència de com abans havíem indicat que podria succeir).

Llavors, qualsevol afirmació per a una decisió ha d'exposar-se explícitament, com una creença des d'alguna d'aquestes sospites (potser fins que alguna d'elles es trobi més confirmada que les altres). L'enfocament propensional demanda distingir les correlacions estadístiques que poden ésser merament accidentals de les que es troben constituïdes sobre una relació causal entre les

proprietats que estableixen la regularitat estadística. Això darrer permetria parlar d'assignació probabilista al cas singular, i establir un enunciat legal si més no en els contextes físics. El recordatori en la dificultat que hi pogués haver per a conèixer la propensió no és suficient motiu per a rebutjar aquella exigència teòrica de la teoria propensional i acceptar la base no-causal de les afirmacions despreses des d'aquelles regularitats no-legals. No pot ésser suficient, ni de cap manera satisfactori o *adequat* explicativament, una alta probabilitat entre dues propietats a i b , que b sigui altament probable donat a , com significant que a sigui causa de b . És necessari que a sigui mitjà o mode de producció de b , això és, que a tingui de fet una propensió a b com a resultat d'una composició de l'estructura relacional de la realitat. Però si a no té cap propensió a afectar b , llavors la probabilitat de b és independent de a , $P(b/a) = P(b/-a)$ no compleix el requisit de rellevància causal, i $P(b/a) = P(b)$, i no: $P(b/a) > P(b)$. Havíem vist (IV.1.) que les propensions causals no presenten, per tant, el comportament de la probabilitat condicional inversa en les probabilitats condicionals estàndard. Exigim aleshores que la probabilitat condicional de b donat a sigui en realitat la probabilitat *causal* condicional de b suposat a , que no sigui la mateixa probabilitat que la probabilitat no condicionada de b .

Una filosofia humeana, que nega causes i lleis, *no prohibeix* l'exhibició d'afirmacions enganyoses basades en errònies causes productores, ja que no hi ha cap restricció per a fer-ho, per no hi haver causes sinó només nues regularitats. Però no hi ha filosofia humeana que pugui prohibir la recerca, i àdhuc la trobada, dels autèntics factors involucrats en un procés causal i el rebuig dels falsos.

La dificultat atribuïda a l'enfocament propensional, com hem dit, que no es conegui la propensió, que no es trobi mitjà o mètode per a distingir la mera regularitat estadística de la veritable relació causal, no ha d'ésser fonament per a *prohibir* l'exigència realista de trobar causes i el consegüent control sobre la naturalesa de les afirmacions que es fan. Assenyalar la dificultat de l'enfocament propensional en el seu requisit de plantejar afirmacions vertaderes no pot ocultar la dificultat pròpia: la lliure permissió per a fer, i no superar, afirmacions falses. Aquesta dificultat és pitjor encara, i de cap manera pot ésser normativa o descriptiva de la ciència.

Tot i així, encara es pot continuar insistint que el valor probabilístic només representa un contingut informatiu, només mesura un buit. Però no pot ésser només un buit epistèmic. A diferència d'una interpretació subjectivista, la interpretació propensional incita a buscar rere les freqüències els factors causals reals per a la seva acceptació (de les freqüències) o el seu rebuig i canvi per altres classes de referència que donaran lloc a altres assignacions probabilistes, atès que l'aproximació al factor causal és l'aprofundiment en un element estructural present en cada cas individual. Això, aquesta rellevància causal, proveirà d'una guia millor i més ajustada a la *realitat* que quan només es tenia com a classe de referència la dels fumadors. Perquè aquesta guia no prové d'una mera mesura epistèmica, com insisteix una interpretació purament subjectivista, sinó que és constituïda des de probabilitats reals, des d'una propensió real: la predisposició al càncer: un factor genètic

hereditari, el qual no és de tal mena que sigui d'una tendència '1', sabem, ara com ara (o suposem, conjecturem que sabem) que no és de força universal.

Diem que la força inicial està oberta i també que en aquest estat previ pren el valor de '4/5'. Ara el problema per a qualsevol interpretació no realista és que *més* fals seria dir que la força és 0 per a cada resultat possible, perquè la predisposició existeix (i existeix, és real, la possibilitat de la realització del seu efecte). I tampoc no es pot dir que sigui 1, quan no sempre, efectivament, es desenvolupa el càncer quan s'és posseïdor de la predisposició, encara que només sigui perquè un posseïdor pot morir d'una altra malaltia o com a conseqüència d'un accident abans que es desenvolupi el càncer. No essent, realment, ni 0 ni 1, només poden ésser realistes els valors intermedis.

Dèiem que la realitat específica del cas individual el fa irreductible a un conjunt sense pèrdua de la rellevància en joc, inabastable per un enunciat general, i que això qüestiona que les probabilitats, que en canvi s'enuncien, siguin reals; però, sense por a equivocar-nos de ple, ho són en la situació considerada. Passa que és tracta d'una situació de possibilitats, però aquesta situació oberta ni és irreal ni és subjectiva en el sentit que sigui insuficient com a descripció *de la realitat*. Afirmem que la situació correspon a la d'un individu concret, però que, malgrat aquesta irreductible particularitat, hi haurà una connexió de caire real entre aquest cas individual i els resultats freqüencials. Que aquesta connexió no és un mer emplastre podem il·lustrar-ho imaginant la següent circumstància. Per exemple, un resultat freqüencial del 80% de posseïdors de la predisposició a la malaltia que al llarg de la seva vida la contrauen (dels quals podríem suposar que un 70% eren alhora fumadors), i que aquell percentatge baixa a un 60%, disminució que cal atribuir al minvament de la presència d'un dels factors cancerígens en la població, v.g., una disminució de la població consumidora de tabac (que és també una disminució de la part de la població posseïdora que és també fumadora; llavors hi haurà menys població exposada al consum de tabac entre la població posseïdora) per les raons culturals que siguin (per exemple, per canvis socials, psicològicament profunds, que han minvat les situacions d'ansietat en la vida, o per una forta propaganda d'educació contra el tabac i la seva estigmatització social efectiva, o per la seva substitució per l'aparició i èxit d'altra competitiva droga no cancerígena, o el descobriment i la recepta d'un medicament que neutralitza els efectes cancerígens sobre els fumadors,...). Llavors, encara que no estiguem establint 'lleis de la natura' per raó de la irreductibilitat individual (i a que no tractem només amb la 'Natura', sinó també amb una realitat social), sí que podríem afirmar que la connexió *real* entre freqüències i assignacions probabilistes per al cas singular consisteix que, en un principi, faci el que faci en el transcurs de la seva vida -per exemple, fumi o no fumi- la persona nascuda amb la predisposició, aquest "individu" no deixarà d'estar exposat a la *realitat* d'aquell canvi, i el corresponent canvi en l'assignació de la probabilitat reflecteix un canvi en la "propensió", en la situació real. Ara dir de l'individu nascut amb la predisposició genètica que té una propensió de 3/5 per a contraure la malaltia és més real, més cert, que dir que és de 4/5

XI.3.- Absolut i realitat

XI.3.1.- Predicció i futur

En Hempel²⁷ l'establiment de l'adequació d'una explicació ve de la mà de la discussió d'exemples que representen objeccions a la seva 'tesi de la identitat estructural', que recull el problema de la reciprocitat entre explicació i predicció: "tot raonament explicatiu adequat també és potencialment predictiu (primera subtesi) i "tot raonament predictiu adequat és també potencialment una explicació" (segona subtesi). L'examen d'aquells exemples mostra coses com que el criteri d'adequació d'una explicació és necessari però no suficient per a l'acompliment del requisit d'acceptabilitat d'una explicació, ja que hi ha raonaments, inductius més que deductius, que, encara que prediuen, no invoquen lleis o principis teòrics relacionals generals, i, per tant, no expliquen.

D'altra banda, entre les objeccions que es poden plantejar davant els raonaments explicatius que no semblen poder constituir prediccions tenen un caràcter problemàtic i fecund els arguments que duen a les anomenades per Hempel *explicacions autoevidents* (que, tot i així, no pateixen d'un caràcter circular viciós) o, també, a raonaments deductius que no expressen una llei, o a raonaments que sí que n'expressen, però que són inductius. Hi ha explicacions que en realitat requereixen el nostre coneixement de la producció del succés explanandum, un coneixement *a posteriori*. En general, la hipòtesi sobre un factor causal relacionat amb el succés explanandum, és a dir, la hipòtesi per a l'explicació de l'explanandum, només es *verificada* quan es realitza el succés enunciat a l'explanandum. Però és que només es pot enunciar el factor causal quan s'hagi produït l'efecte. Es donaria la predicció si es pogués conèixer la presència del factor causant, però l'única prova per a la seva existència consisteix de la verificació de la producció del succés explanandum. En una explicació autoevident, el fet de l'aparició del succés de l'explanandum és *l'element de judici* en suport de la hipòtesi explicativa fonamental mitjançant la qual es dona una explicació, precisament, d'aquell succés explanandum que fa de sustentacle de la hipòtesi. La resposta de Hempel és que aquests casos no mostren que la impossibilitat de conèixer el factor explicatiu abans de la producció del succés no sigui una impossibilitat exclusivament de caràcter pràctic i n'hagi d'ésser de nomològica. En efecte, també es pot formular condicionalment l'argument d'una manera contrafàctica de mode que no enuncii una falsedat encara que no se satisfaci la clàusula antecedent, i així afirmar que "si es conegués i repregués en consideració la informació inclosa en l'explanans abans que es produís el fet" llavors... A més que sempre es pot pensar que és concebible que es poden trobar altres proves a part de la constituïda pel propi explanandum, continua Hempel, també es pot concebre la problemàtica de l'autoevidència com que la relació entre el factor causal i l'explanandum no és *universal*, en el sentit que no tots els casos en els quals es presenta el succés ha estat present el factor causal.

També, com hem dit al començament d'aquest apartat, de vegades es donen casos de

predicció dels quals es pot dir que no constitueixen una explicació perquè, encara que el factor explicatiu subministri una base habitualment fiable per a la predicció, la relació entre aquell factor i el succés no constitueix una llei, en el sentit que la generalització que expressa aquella relació està subjecta a excepcions i, per tant, no pot proveir d'una explicació *D-N*. Aquest tipus de problema per a la segona part o segona subtesi de la tesi de la identitat estructural de l'explicació i la predicció ens interessa especialment perquè afecta directament les explicacions probabilistes. És a dir, la resposta hempeliana a les objeccions que plantegen raonaments predictius adequats que no subministren cap mena d'explicació potencial afirma que els exemples proposats com a mostres d'aquesta objecció no constitueixen enunciats legals. Ara bé, Hempel mateix es fa càrrec d'una qüestió des de la qual, precisament, es pot prendre el seu argument per a acabar rebutjant amb major força l'anomenada identitat estructural d'explicació i predicció que ell defensa: hi ha prediccions, que no constitueixen explicacions, i que es fan sense necessitar cap llei, de la qual cosa es pot concloure que no es necessita la condició nomològica per a la constitució d'una explicació adequada. Aleshores Hempel considera que aquella qüestió es planteja no perquè no hi hagi una llei enunciada entre les condicions inicials i el succés explanandum, sinó perquè els raonaments en qüestió són de naturalesa probabilista. Es tracta de prediccions des de la mostra observada a la mostra encara no observada.

“una llista dels resultats obtinguts en una llarga sèrie de tirades d'una moneda determinada pot subministrar una bona base per a la predicció del percentatge de cares i creus que cal esperar en les mil tirades següents de la mateixa moneda; però aquesta llista de dades tampoc no brinda cap explicació dels resultats posteriors. Els casos d'aquest caire plantegen la qüestió sobre si no hi haurà maneres correctes de predicció científica que passin de fets particulars a fets particulars sense necessitat de lleis generals, com sembla exigir-les tota explicació adequada.”²⁸

Aquest és un cas que de la manera que es presentat constitueix un exemple sota la interpretació freqüencial realista que coneixem. Hempel recorda que existeixen diverses teories actuals sobre aquestes inferències probabilístiques; per exemple, la teoria lògica inductiva de Carnap, on són concebudes des de la base exclusivament lògica d'una probabilitat lògica conferida a tota predicció sobre mostres no observades des de la informació de la mostra observada. Però, també, que s'eviten aquestes “probabilitats purament lògiques” des de “certes teories estadístiques de la inferència probabilística” on la correcció predictiva depèn només de “la suposició addicional que la selecció de casos individuals de la població tingui el caràcter d'un experiment d'atzar”²⁹. Hempel ha afirmat en diverses ocasions la naturalesa nomològica dels enunciats estadístics,³⁰ fins i tot recorre a la concepció disposicional com la interpretació legalista d'aquells enunciats en la seva naturalesa condicional aliena a un simple informe o recompte descriptiu com es desprèn des d'un freqüencialisme realista, com també havia assenyalat que la suposició d'un experiment d'atzar amb la seva noció d'independència estadística inclosa constitueix per si mateixa una enunciació de tipus legal. Però també mostra senyals ambigus en afirmar que pel que fa a aquesta qüestió “considerarem com a irresolts els problemes concernents a la segona subtesi”, atès que “les qüestions bàsiques que es discuteixen en aquestes diferents concepcions de la inferència probabilística són encara objecte de debat i

d'investigació"³¹. Per aquesta via oberta de dubtes es pot rebutjar, sense cap mena de dubte i per principi, la naturalesa legal dels enunciats probabilistes, encara que puguin fer prediccions o donar certes expectatives.

Hempel conclou els problemes que es plantegen a la seva tesi de la identitat estructural de l'explicació i la predicció (com a criteri d'adequació necessari per a l'acceptació d'una explicació) en la presentació de dificultats presentades per les explicacions estadístiques. Tant per al cas de les explicacions que no són prediccions, com per a la qüestió de les prediccions que no són explicacions, les maneres de Hempel per afrontar les respostes a ambdues qüestions semblen acabar en una ambigüitat lesiva per a una vindicació realista de les probabilitats.

Com hem dit, semblen constituir un coneixement *a posteriori* les esmentades explicacions que no són prediccions. Hempel n'ofereix dues respostes. O bé l'explicació mostra una absència de coneixement del factor explicatiu, que impossibilita el coneixement *a priori*, que *realment* és possible, ja que aquella ignorància ha de tenir una causa pràctica (de la qual cosa, afegim, extrauríem que *en realitat* existeix una legalitat determinista). O bé que la relació exhibida per l'explicació no és universal, en el sentit que el mateix succés no sempre té la mateixa causa: "que no tots els casos en què es presenta el succés ha estat present el factor causal" Aquesta relació, llavors, és estadística, però no sabem si ònticament estadística o si tenim un altre cop un desconeixement per motius pràctics o tecnològics.

Quan es poden fer prediccions que tot i així no constitueixen una explicació, és que es tracta d'arguments on no hi ha una llei, afirmava Hempel; ja que la generalització establerta té excepcions i no arriba a establir una explicació *D-N*. En principi, aquesta solució no suposa un problema per a una interpretació realista: la generalització no-universal podria tractar-se com a pertanyent a les correlacions accidentals que no estableixen la causalitat probabilística des de la propensió indeterminista. Altra cosa és si això podria conduir a que totes les enunciacions estadístiques són "accidentals" enfront d'una causa subjacent determinista que donaria una explicació *D-N*. No tenint ulteriors precisions, hom directament extrauria una visió defectuosa de les generalitzacions que contenen excepcions, i.e., dels enunciats estadístics o probabilístics. Com hem indicat, el desenvolupament de la qüestió duu a Hempel a una segona resposta més decidida cap a una visió perniciosa o deficitària de les explicacions estadístiques, on queda en suspens una decisió sobre els enunciats probabilistes. Sigui perquè hi ha ignorància del factor causal (amb la qual cosa no hi ha llei), sigui perquè no s'ha establert una llei (i, llavors, no hi ha coneixement d'aquell factor), un argument de tipus estadístic que incompleixi alguna de les dues subtesis sembla, llavors, que serà un raonament que no ha assolit l'explicació *D-N* corresponent a un substrat òntic determinista -llevat que es declari l'explícita precisió que l'enunciat correspon a l'existència d'alguna propietat disposicional.

Des de la nostra negació d'un coneixement absolut, dèiem, seguint Popper (VII.1.), que la temptativa determinista ni prediu ni explica. No prediu el resultat individual, encara que el pot explicar

a posteriori, si té la informació de les condicions que han estat operant. Com que aquella predicció és la via per a la producció dels resultats de conjunt (perquè les freqüències són manifestació de la propensió present en el cas individual), llavors tampoc no pot predir aquests darrers. I no els explica, ni la seva estabilitat (estadística), ja que per un supòsit d'encadenament determinista de tota la realitat, no pot acceptar una *teoria* probabilista, és a dir enunciats estadístics com a legals, com una mena d'hipòtesi de caos o atzar, i la conseqüent cancel·lació de les condicions individuals sota aquella hipòtesi -cosa que serveix per a predir i explicar, en un món propensional. I, encara que pogués predir el resultat individual, tots i cadascun dels resultats individuals, de manera que establís els resultats freqüencials de conjunt, encara, deia Popper, no es pot explicar d'aquesta manera determinista la raó física de la coincidència d'aquesta distribució estadística de les condicions inicials amb la distribució col·lectiva de resultats.

Ara podem tornar a contemplar la demanda de la raó per a fer el "salt" d'una crítica epistemològica al seu abastament ontològic fet per Popper, segons exigia Queralto (VII.2.). En primer lloc es pot considerar, deixant de banda complicacions ulteriors, que s'ha aconseguit una certa explicació, o una explicació admissible, quan instàncies particulars d'un tipus de sistema poden ésser descrites en una successió d'estats. Això atorga a la descripció capacitat predictiva sobre el futur. Sigui o no completament satisfactori, és el mode de comprensió del qual es deriva la imatge del determinisme (sigui aquest definible de la manera que sigui) més típic i familiar a la ciència. I aquest model, suposa, en general, la idealització que consisteix d'abstracte el sistema de pertorbacions externes que poguessin influir-lo en el seu curs. Però aquesta consideració del determinisme com una idealització de sistemes que només en quant tancats es comporten com a deterministes no minva substrat ontològic al determinisme, sinó que, al contrari, s'ho atorgarà amb més força. Perquè, sota la idealització determinista, el sistema obert apunta només a la incapacitat del nostre coneixement per a tancar-lo, cosa que proporcionaria la completa descripció determinista de la situació sencera .

Resulta curiós observar la naturalitat amb la qual s'accepta la naturalesa límit que té la noció de determinisme, sobretot quan es tracta de subjectivitzar epistèmicament l'atzar o la probabilitat, no només per aquell establiment sense fonament empíric de condicions límit de tancament enfront de les pertorbacions, sinó també per l'apel·lació implícita a un coneixement total o ple com a recipient ontològic d'una situació sencera a la qual referir la nostra ignorància. En canvi, els dubtes són normals quan, per exemple, la probabilitat explícitament es defineix com el valor que adquireix la freqüència relativa vers l'infinit. Aleshores l'argumentació determinista pot descarregar la seva bateria de raons per a negar el realisme de la identificació de la probabilitat amb aquell límit. Que el límit és una idealització, que no té existència; que aleshores hi ha una circularitat definicional; encara que com a regla es recorri a les freqüències observades per a comprovar o refutar una assignació probabilista, es recorda que la seqüència finita observada pot ésser, encara, segons la mateixa teoria probabilista, una seqüència desviada. Prenem la següent mostra de I. Ekeland:

"Dissortadament, l'estadístic es troba enfront d'altres problemes. Més que qualsevol

altre científic, ell experimenta amb dolor el fet que no pot validar cap model i que les úniques respostes que pot aportar amb alguna certesa són negatives.

(...) Tot el que se li dona és una sèrie d'observacions i pot considerar-se feliç si aquestes són nombroses. L'estadístic no pot reconèixer l'atzar Sempre existeix la possibilitat que en l'operació entrin en joc altres mecanismes quan creu reconèixer la presència de l'atzar, ... L'estadístic mai no pot confirmar un model probabilista. Com a màxim pot invalidar-lo en comprovar que les observacions són anòmales en relació amb un model proposat: si aquell model fos correcte les anomalies només haurien tingut una probabilitat molt baixa de produir-se.

L'estadístic comprova o no si hi ha compatibilitat entre un model probabilista i una sèrie d'observacions. Arriba a la conclusió de la incompatibilitat si la probabilitat donada pel model a les observacions en qüestió és massa baixa, per exemple de l'ordre de 1/1000 o menys. Reconeixem en això el vell principi heurístic segons el qual els successos de probabilitat massa baixa no es produeixen, principi que ens duu a descartar el model proposat. En canvi, si arriba a la conclusió de la compatibilitat, és a dir, si la probabilitat de la sèrie observada (com es calcula des del model proposat) és de l'ordre de 1/10 o més, no es pot afirmar la validesa del model, per molt que la probabilitat s'apugés a 9/10, a 99/100 o més encara. La cosa certa és que mai no es pot descartar la possibilitat que altre model, millor triat, resultés millor i que, en definitiva, el fenomen considerat no depengui de l'atzar."³²

D'una banda tenim que determinats fragments semblarien coincidir amb afirmacions realistes de la probabilitat. D'altra banda tenim altra narració de l'afirmació que hi ha un rerefons determinista (amb un model "millor triat"). Però pel camí de tot aquell nivell d'exigència, el determinisme i les seves lleis universals, no-estadístiques, corren vers el destí d'embolicar-se amb els requisits de les mateixes demandes. En efecte. Encara Ekeland després insistirà vers el mateix tractament de la qüestió, quan afirma que la compatibilitat d'un model probabilístic amb les observacions "significarà que no es pot excloure la hipòtesi que el fenomen estudiat sigui producte de l'atzar."³³ O decididament quan declara: "Observem que l'estadístic, per la seva banda, mai no pot demostrar la presència de l'atzar. (...); basta aleshores que aquesta explicació no pugui excloure's."³⁴ Però no pot oblidar-se'n, i tot seguit del primer fragment citat ha deixat escrit: "Evidentment aquest és el problema general de la ciència." Encara que és cert que les teories probabilistes traslladen els llunyans i generals problemes filosòfics de fonamentació última a nivells més propers, més immediats i pràctics, o com diu Ekeland: "L'home de ciència està permanentment a la recerca de l'experiència decisiva que li permeti invalidar una teoria. Però en estadística aquesta activitat de verificació s'estén fins al nivell tecnològic." Les teories probabilistes realistes són no només més explícites que les deterministes en els seus compromisos ontològics, també traslladen la inseguretats última i els problemes justificatius inductius en la base dels enunciats científics als mateixos enunciats, que ara són enunciats en un *món probable*. Però l'home de ciència, o les persones en general, sovint no es troben tant intentant refutar teories o concepcions culturals heretades, com a la recerca de la seva confirmació, o en la simple assumpció irreflexiva de l'espina dorsal del món après. Per això, quan Ekeland s'incorpora al costum d'abocar-se a la teologia amb una afirmació del següent caire: "No tenim accés als tallers del Creador, no sabem realment el que succeeix allà dins i, com ho feia notar algú, potser hauríem hagut de donar-li alguns bons consells", no podem deixar de recordar la frase einsteiniana 'Déu no juga amb els daus'. Déu sembla més decisiu per al determinisme, encara que

també l'atzar podria considerar-se com el reflex d'intervencions divines. Això no és el que ens importa. Sí que ho és advertir que el basament de l'argument teològic invocat per Einstein (i Ekeland a la seva manera) impedeix que aquest argument pugui funcionar. Bona part de la revolució científica es feu sota la cobertura històrica del protestantisme, no només per la llibertat de pensament i expressió que podia permetre la inicial emancipació de l'autoritat eclesiàstica sobre el pensament, també perquè resultà acceptable allunyar-se del verbalisme lògic de l'escolàstica propietat del catolicisme i apropiarse més a Déu amb un llenguatge nou, sense propietaris establerts, que la Natura, com a senyal de la creació divina, hauria de proporcionar-ne (entre altres elements més conceptuals que també hi intervenien). La Humanitat començà a “donar-hi puntades de peu”, i la Natura se les hi tornà, aquesta relació nostra amb un món “transcendent” (era abans i serà després de la nostra espècie), no bàsicament arrelat en els nostres prejudicis, ha permès la construcció d'una racionalitat fins aleshores no entrevista en la seva força. Però, també, bona part de la religió té com a eix fonamental la declaració de la corrupció del món. Inevitablement, el món ha d'ésser imperfecte, productor essencial de mal, perquè si no fos d'aquesta manera, no es podria distingir del Creador, el qual té atributs de perfecció màxima, omnisciència, ... El problema que amb la religió no hem pogut explicar és que, d'aquesta manera, Déu, recipient de la no-contradició, perfecció suprema per naturalesa, es troba necessàriament abocat, per la seva suprema voluntat i bondat, a fer construccions imperfectes, malignes. Si Déu, per definició, per atribut de la seva omnisciència, no pot jugar als daus, com ens recorda l'afirmació einsteiniana, per força el món hi ha de jugar, l'argument teològic de Einstein duu el seu propi rebuig de la conseqüència que pretén: que el món no juga als daus.. També, la religió considera la nostra situació peculiar dins el món, hem de tenir un vincle especial, més directe, amb el reflex de l'emanació de la divina perfecció. És per això que, per exemple, Einstein faci una identitat, implícita i natural, entre el nostre coneixement i el diví, o entre el món imperfecte i la perfecció, o que podem comprendre l'arquitectura del món mitjançant lleis que per la seva naturalesa provoquen Maxwell a construir aquell interessant trencaclosques de la imatge d'un possible ésser demoníac intermedi. En aquesta situació, les paraules finals de Ekeland resulten més escaients:

“Com tots nosaltres, l'estadístic parteix del principi que el món existeix, només que ell li demana quelcom més: li demana que sigui probable. És teòricament possible (en tot cas perfectament compatible amb el càlcul de probabilitats) que a partir de demà totes les monedes tirades surtin cara i que la ruleta del casino només faci sortir vermell i par. Per cert, un esdeveniment semblant és infinitament poc probable, però és possible, i si es produís no hi hauria, per aquest motiu, de canviar cap ni una coma en els tractats estadístics. (...) Però, mentrestant, ens veuríem obligats a viure en un univers improbable, on els rius pujarien cap a les seves fonts i l'entropia disminuiria amb el temps.

Nosaltres postulem que no hi ha res de tot això. Creiem que vivim en un univers on els fets de probabilitat massa baixa no es produeixen i obrem en conseqüència. Fins ara l'experiència no ens ha desmentit, però ningú no pot garantir el futur.”³⁵

Popper³⁶ havia matisat el significat de la seva afirmació que “les lleis naturals no *poden* ésser vertaderes”. Ell no vol dir que és impossible que les lleis naturals puguin ésser vertaderes, sinó que és

impossible una decisió concloent (amb l'experiència segons l'empirisme) sobre la veritat o falsedat d'un enunciat empíric, que és impossible la *demostració* de la seva veritat. En canvi, vol dir que tenim l'exigència ineludible del coneixement d'establir lleis adoptades provisionalment, però només en aquest sentit es pot parlar de les lleis com a 'ficcions'. Aquesta provisionalitat³⁷ de les lleis, que es pot veure com una afirmació d'aquella inseguretat del coneixement que es feia més palesa amb les teories probabilistes, té la seva raó en la solució a l'*antinòmia de la cognoscibilitat del món*. La tesi (per si mateixa racionalista o metafísica) d'aquella antinòmia, formulada amb la noció d'estat de coses, afirma que “hi ha estats de coses universals, existeixen estats de coses universals”, és a dir, que a la natura hi ha lleis, que determinen conductes regulars, que “el món és cognoscible (atès que conèixer significa per a la ciència empírica trobar lleis, regularitats).” Popper s'ocupa de mostrar que l'antítesi de l'antinòmia és constitueix com l'únic enunciat empíric universal, i que és defensada –en acord amb el positivisme lògic- per Wittgenstein, encara que mitjançant el seu prohibitiu ‘dogma del *sentit*’³⁸ ell eviti la conclusió de la naturalesa de *judici sintètic a priori* de la seva afirmació antitètica. (Però la resposta a la qüestió plantejada en l'antinòmia, si hi ha lleis o no n'hi ha, sigui quina sigui és una resposta racionalista (metafísica)). Aquesta antítesi significa que “*no hi ha* estats de coses universals, *només* existeixen *estats de coses singulars*.” Però no se soluciona ni s'evita el problema amb una prohibició, com la prohibició de parlar de determinades coses, com estats de coses universals, afirma Popper. La solució a l'antinòmia consisteix d'un judici analític vertader *a priori*: “No podem saber ni empíricament ni lògicament si hi ha en absolut estats de coses universals, però tampoc que no n'hi ha”; és a dir, la resolució consisteix de reconèixer el status de noció límit del concepte d'estat de coses universal. (I aquesta incognoscibilitat del món correspon a la incognoscibilitat de la cosa-en-si kantiana pel que fa a aquella impossibilitat de decisió empírica sobre l'existència de lleis). Però tot i així, reconeixerà Popper, les nostres teories mostren un cert èxit, el qual no podem explicar.³⁹

Popper⁴⁰ esmentà dues concepcions que considera contràries. Una que diu que aplica els resultats de la física quàntica al problema de la llibertat de la voluntat, i l'altra que entén que és concebible l'obtenció constant d'observacions cada vegada més fines. Sobre aquesta darrera concepció Popper afirmava que constitueix una “suposició falsa”, perquè “la depuració o perfeccionament de les nostres observacions té límits absoluts”. Aquesta limitació ens permetria afirmar l'absoluta identitat de dos esdeveniments o cossos “dins els límits assolibles per les nostres observacions”. L'arribada al límit de l'exactitud o perfecció de la nostra observació mostra la línia distintiva entre universals i individuals (“mai ens trobem amb allò homogeni, amb allò individual, allò divers”), distinció que és omesa amb aquella concepció de l'assoliment de perfecció observacional. Ara bé, aquesta assumpció popperiana que aquests “límits de l'observació constitueixen a la vegada els límits de la capacitat científica per a l'establiment de pronòstics”, significa que Popper pot adoptar idees que afavoreixen posicions subjectivitzadores? Perquè podem entendre aquella darrera concepció com a adient a un enfocament determinista-subjectivista des del qual l'ús de teories com és el cas de les probabilistes

seria la conseqüència de la manca de precisió (sigui assolible de fet o no un creixement d'aquesta precisió) de la nostra observació sobre la realitat. No correspon al tarannà de la filosofia de Popper que aquesta assumpció d'inevitables límits a l'observació o al coneixement, la qualificació d'aquest darrer com a extraordinari dins la naturalesa del món, o l'admissió del caràcter radicalment provisional dels nostres enunciats universals o construccions teòriques, hagin de comportar l'adopció d'una posició subjectivista. Popper diu que aquesta concepció de l'afinament observacional li cau més simpàtica que la primera concepció, i més adequada que "aquella forma d'indeterminisme defensada per certs físics que treballa amb una explicació causal-metafísica, amb la tesi de l'alteració incalculable de l'objecte d'observació per part del subjecte que observa" sorgida d'una interpretació subjectivista de l'indeterminisme quàntic. A més a més, també deia d'aquesta concepció que comportava "conseqüències que van massa lluny per *desconeixement de la situació lògica dels enunciats probabilitaris*" [les cursives són nostres]. Després d'aquests primers escrits, i temps després de defensar una concepció objectiva, freqüencialista, de la probabilitat, Popper arribaria a esbrinar la probabilitat continguda en certs enunciats com a propensió, tot i mantenint, segons els crítics, però només en alguna ocasió, una certa ambigüïtat entre una probabilitat freqüencial i una probabilitat que per la seva condició *real* ha d'ésser considerada en cadascuna de les realitzacions experimentals.

Segons Popper, la probabilitat realista o propensió d'un succés seria la manera d'adquirir alguna llum sobre la qüestió de l'evolució i l'emergència. Per exemple, pel que fa a l'origen de la vida (entès com una mena de succés de caràcter "únic", com fa Monod⁴¹) i de la impredictibilitat o emergència de les propietats dels organismes vius, es planteja el problema comentat capítols damunt de la probabilitat zero davant una explicació probabilista que necessita de "probabilitats properes a 1 i no amb probabilitats properes a 0, per no parlar de probabilitats virtualment iguals a 0." En la seva contestació a certs arguments contra l'emergència, Popper fa intervenir la seva proposta propensional, la qual donaria resposta a l'argument que "les parts físiques que constitueixen una nova estructura (com és un organisme) han de posseir prèviament la possibilitat o potencialitat o capacitat de produir l'estructura nova en qüestió."⁴² La noció de probabilitat o propensió (amb la idea associada de dependència situacional) representa una nova versió que substituiria la noció clàssica de possibilitat (potencialitat, capacitat o força).

"Com hem vist, la primera emergència d'una novetat com la vida pot canviar les possibilitats o propensions de l'univers. Podríem dir que les entitats novament emergents, tant micro com macro, canvien les propensions, micro i macro, en les seves immediacions. Introdueixen noves possibilitats, probabilitats o propensions en les seves immediacions: creen *nous camps de propensions*, de la mateixa manera que una nova estrella crea un nou camp gravitatori. L'assimilació de matèria inanimada per part d'un organisme posseeix una propensió o possibilitat zero si està fora del camp de l'organisme. Dins aquell camp aquella assimilació pot fer-se molt probable."⁴³

Abordar l'explicació (des de condicions suficients) de l'esdeveniment de l'origen de la vida des de l'ideal d'un coneixement detallat pot resultar una tasca insuperable. Popper proposa una idea de

món amb "una *infinitud* de possibilitats obertes" o inherents propensions possibles que poden encara -per la seva naturalesa legal- "eliminar un nombre infinit de possibilitats lògiques" (amb la qual cosa Popper pretén que pot evitar el 'preformacionisme' encara que sigui possibilista o probabilista). Un món on nous tipus de successos poden ésser la regla en els camps d'estructures recentment emergides associades intrínsecament amb l'emergència de "noves tendències i noves explicacions probabilístiques", cosa que explica que la impossibilitat i impredictibilitat de successos evolutius es transformi en la seva aparició.⁴⁴

XI.3.2.- Compromís ontològic de la interpretació propensional. Ignorància a la realitat i imatge extrafísica del determinisme

Insistim que nosaltres considerem el tipus de succés individual susceptible d'ésser tractat en un context del tipus que s'anomena determinista, i que la regularitat estadística de la macrorealitat significa una ignorància objectiva (irrellevància física, causal) d'aquest context determinista, la qual cosa vol dir per a nosaltres efectiva "aleatorització" del context individual. L'objectivitat de l'atzar la entenem en el sentit de rellevant i no pas en la seva caracterització de coneixement de condicions necessàries però insuficients (encara que siguin insuficients per a la realització del resultat individual). Hem proposat l'aleatorització de les situacions deterministes com un aspecte estructural rellevant de la realitat on recolzar l'ús legítim de teories probabilistes. O sia, que hi ha l'atzar objectiu, l'atzar com un element real i no com una paraula per a etiquetar el nostre processament de dades insuficients. Per això resulta legítima la consideració del sistema com a obert i això pot donar compte des de la microestructura del macrofenomen, encara que aquesta explicació consisteixi a recollir aquella microestructura ometent els seus aspectes específics, perquè aquesta *omissió* és la trama estructural de la relació física entre els microesdeveniments i la seva conjuminació.⁴⁵

La realitat per si mateixa es podria considerar una "continuïtat" que va des de les partícules microscòpiques fins als estats mentals i els fenòmens massius, fins a la totalitat de l'univers. La ciència va produint teories per a la comprensió de cadascun dels nivells de realitat. També és un horitzó científic la producció de teories que connectin aquells nivells. Això es correspon tant amb l'ideal unificador de les nostres construccions mentals, com amb certa evidència per sentit comú o per abstracció metafísica que hi ha un sentit o unitat en el món, com també amb la senzilla manifestació que totes aquelles coses, propietats o fenòmens constitueixen una mateixa realitat. Per això, si les nostres teories no connecten nivells, això és sentit com a no "natural" o incomplet, com el resultat dels artificis de la nostra incapacitat o coneixement insuficient. Però poguésser que la comprensió d'aquella interacció, la descoberta d'aquella unitat, revelés que certa ommissió o ignorància es realitzés entre uns i altres nivells de realitat.

Sembla que tingué raó Laplace en intuir que l'ordre regular estadístic és un ressò d'alguna classe d'ordre estructural subjacent en el món. Per a nosaltres, és directament reflex de

l'operació d'*indeterminació*, de “l'aleatorització” d'un cec canal determinista, d'un ordre productor d'ordres. La realitat no opera amb un coneixement o informació total, sinó tan sols amb la informació rellevant. Això queda recollit en la ‘interpretació propensional de la probabilitat’, la qual cosa pot equivaler a l'efectiva realització de *indeterminació* sobre el coneixement o informació plena determinista.

Aquest atzar objectiu assenyalaria el fet que l'evolució de l'univers, la composició de noves realitats no es produeix en la seva estructuració per una integració de tots els aspectes de les realitats que hi intervenen. Parlar d'*indeterminació*, d'aleatorització o d'informació incompleta també és una manera de parlar de *rellevància causal*, és indicar que no tots aquells aspectes de la realitat són rellevantment causals amb tota la seva plenitud en la seva integració en els processos constructius de l'univers. És necessari, doncs, considerar la *indeterminació* o atzar com una relació fonamental a l'estructura del món. Per això, a la interpretació propensional de la probabilitat, com a interpretació realista, li convé o, més aviat, necessita de l'afirmació d'aquest compromís ontològic que és la seva raó d'ésser, que constitueix allò mateix que afirma la proposta propensional i que la interpretació freqüencial no afirmava, no implicava ni suggeria.

La insistència en la manca de coneixement de les pertorbacions que incidiran sobre el sistema, de manera que no podem especificar-lo màximament (o tesi defensada per Fetzer), com si això impliqués una afirmació sobre la realitat com a estructura irreductiblement determinista (i per tant sobre la teoria probabilista no com a tal teoria sinó com un enginy que assenyalava l'absència de coneixement adequat a la realitat sencera) ens sembla il·legítima perquè l'únic motiu que trobem per a fer aquesta implicació és un ideal massa excessiu sobre el coneixement i *sobre la realitat*. Si la realitat pot establir-se com resultaria d'un coneixement *absolut* com el pretès, llavors es tracta d'una realitat *extrafísica*⁴⁶; no hi ha justificació per a la qualificació d'una teoria probabilista com a descripció deficitària d'una realitat determinista que no sigui la d'una creença en una concepció ideal de la realitat, una concepció que superposa a la realitat un ingredient aliè.

Atlan⁴⁷ declara que no té importància, i és un fals problema o una qüestió teològica, la qüestió de si hi ha un atzar vertader, “absolut”, o si es tracta d'un atzar aparent, pel fet de la nostra ignorància (de les sèries causals). Com també li mereix la mateixa consideració la qüestió de si existeix la genuïna novetat -irreductible al determinisme- o si aquesta qualificació és deguda a la nostra ignorància de la situació o procés determinista. Atlan no deixaria d'indicar-nos la realitat de les possibilitats limitades al nostre coneixement del sistema com a totalitat organitzativa i, per tant, a les mancances del nostre coneixement de la comunicació entre els nivells sistèmics, o el que comunament anomenem qüestions reductives i emergents, el problema del pas, de les relacions internivell. Aquesta relativització del *nostre coneixement* a nosaltres mateixos, els ‘observadors’, a la nostra relativa posició sistèmica-informativa en un tot de nivells informatius, expressada en l'existència de “les possibilitats del nostre coneixement” condueix d'una manera natural a que ‘atzar’ o

'determinat' només siguin paraules que es refereixen a les nostres possibilitats. Aquesta interpretació subjectivista combina prou bé amb l'admissió implícita d'un *coneixement laplacià o diví* com a referent de l'estructura de la realitat que assenyalen en el discurs de Atlan i que ressalta en la noció de 'programa', concepte fortament suggerit des d'una teoria de la informació.

Segons Atlan, no hi ha qüestió de l'atzar, si es tracta d'un atzar vertader o d'un atzar aparent, perquè atzar o determinisme només són en relació al nostre coneixement, això vol dir, es refereixen a les possibilitats (i, per tant, limitacions) del nostre coneixement, diu Atlan. Però, aquesta posició "neutral" resulta falsa, perquè aleshores l'atzar sempre és ignorància. Atlan contesta a "la qüestió sense importància": l'atzar és aparent. Però, i el determinisme?, preguntem. Se sosté sense enunciar-ho que quan tinguéssim una descripció científica que resultés de tipus determinista seria vertadera, o almenys no és aparent. Altra solució que té Atlan és dir que tot el nostre coneixement, tot coneixement assolible, només pot ésser aparent -o, pitjor encara, és fals. Però, com es pot identificar un coneixement aparent, si no és en relació a la idea d'una realitat a la qual correspondria un coneixement ple, complet o vertader? Apareix, llavors, enunciada la idea implícita d'una realitat determinista corresponent a "un coneixement diví *a priori*" que Atlan sentència que ha evitat. Aquest coneixement ple correspon a una realitat determinista perquè l'atzar només correspon a les limitacions del nostre coneixement, és "atzar aparent". El determinisme no pot ésser aparent, perquè si existeix un coneixement aparent és perquè n'existeix, en algun "lloc", d'altre que no ho és, al qual correspon una realitat del tipus que anomenem 'determinista'. L'afirmació que la qüestió de l'atzar (i del determinisme) no té importància és una afirmació sense importància perquè el problema és que la qüestió és inevitable.

Tornem, doncs, a exposar que el discurs de Atlan, fet sota els auspicis i des de les evocacions suggerides en els continguts de la teoria de la informació, no arriba a poder dibuixar-se sense els lligams despresos per una mentalitat determinista sobre la naturalesa del món. Segons això, el seu enfocament de la qüestió esmentada no es trobaria en el fons deslliurat d'una consideració teològica sobre el món. Si la qüestió del determinisme/indeterminisme és teològica, llavors, per teològic, hem d'evitar el suggeriment (determinista) implícit del "programa".

Aquesta idea de 'programa' és recordada per Atlan, encara que principalment al voltant del problema del finalisme i del reduccionisme⁴⁸. Tant des de la biologia com des de la teoria de la informació resulta inevitable un fort suggeriment per a la presència de la idea d'una mena de programa generador. El que Atlan deixa clar és l'exposició de nivells sistèmic-organitzatius de realitat, que són cadascú nivells d'informació o observació. També admet la intervenció en aquests nivells del soroll o atzar. Però, com hem dit, la qüestió del determinisme no queda resolta d'aquesta manera, atès que es pretén haver-la eliminat quan, en veritat, roman la seva presència. Si l'atzar, segons Atlan, només és aparent, *relatiu al nivell d'observació*, una omnipresent mena de "corrent" d'informació travessa tots els nivells de realitat. La "continuïtat" del món seria formulada per alguna cosa així com un "programa

genètic" que desplega aquesta totalitat i conté la raó de la continuïtat entre les seves "emergències" (la qual cosa plantejaria altre assumpte, el de l'associació entre la determinació des del passat i una càrrega finalística, el finalisme). Llavors estaríem davant un programa determinista laplacià o davant (el que podria, potser, venir a ésser una cosa semblant) Déu mateix.

De totes maneres, allò que afirmem, i sembla que amb una total diferència de les conseqüències (de caire determinista) de les afirmacions de Atlan, és que aquesta mena de "programa" no hi és a l'univers físic, aquest univers no és, en si mateix, laplacià, el programa o coneixement laplacià se n'ha de col·locar fora, *el món real ignora el seu programa*, i per això les probabilitats són reals i no obeeixen al coneixement subjectiu de l'observador. És a dir, Atlan parla de vegades de coneixement imperfet o incomplet, però les lleis que enunciés un coneixement perfet no són 'lleis de la natura'. En la nostra opinió, el programa o estructura que romandria en l'interior del món conté allò que intentem presentar contenint relacions d'indeterminació entre nivells, de "oblits" o omissions d'estructuracions precedents, de "trencaments" sobre un *plenum* d'elements estructurants de la realitat; consideri's això un afebliment o un rebuig del concepte de programa.

El probabilisme assumeix la direcció del coneixement vers el futur com a realitat oferint contextos teòrics amb objectius predictius. Però, l'explicació des del temps passat permet presentar tot procés com una realitat determinista, suggerint aquesta imatge absoluta d'un disseny pre-contingut de tots els successos abans del temps, amb la congelació o cancel·lació de la realitat temporal. Aquest suggeriment després d'una consideració determinista dels fenòmens torna a afirmar-se amb la discussió dels fonaments de la M.E., on també apareix la negació del temps com a constituent de l'estructura fonamental de l'univers.

Si el temps no forma part constitutiva de l'estructura del món, sinó que només resulta en una il·lusió en la imatge determinista, llavors aquesta intemporalitat no hauria d'ésser presa com una directriu satisfactòria a la ciència física; si aquesta imatge determinista resulta vàlida d'alguna manera, no és com una imatge del món, aquesta atemporalitat només "existeix" *fora* de l'univers.

La imatge laplaciana es considerà com una expulsió de Déu del coneixement del món. Darrerament s'ha començat a considerar aquesta visió determinista com un residu de la presència dels atributs divins perllongada com a seqüela en la idea científica del món.⁴⁹ Aquest coneixement determinista, la superintel·ligència laplaciana, és una exigència llunyana del coneixement humà perquè és aliena a un coneixement científic de la realitat, només té sentit dins un pensament religiós. Això és el que volem dir quan afirmem que si la intemporalitat és el tret ressaltat d'aquest coneixement determinista, aquesta intemporalitat no forma part de la realitat fonamental del món, sinó que és un atribut extern al món. Ara sembla que l'expulsió de Déu s'ha de fa per la resituació de la imatge determinista del món com, més aviat, aliena a la realitat.

Aquest atribut intemporal (prerrogativa de l'acció d'un ésser intermedi com el dimoni maxwellià) podria ésser considerat com a fonamental del món, però només en el sentit

que aquest fonament no ho és com a ingredient de l'estructura constitutiva 'física' del món, sinó més aviat entraria a ésser considerat com a fonamental en la constitució externa del món. Llavors, es tractaria dels fonaments del món amb els quals la realitat s'origina per acció divina, però només es poden trobar en aquesta seu 'celestial' i no pas en el món (ni tampoc en cap cosa intermèdia de la mena del coneixement transcendentel kantià). D'aquesta manera el futur pot ésser concebut com precontingut a la manera determinista en qualsevol instant anterior de temps, perquè en la ment divina, des de la creació del món, s'establí el desenvolupament i la fi del món, aquesta ment té una visió simultània on desapareix la naturalesa temporal de la realitat. Però aquesta visió no es pot donar dins l'evolució temporal del món. No es pot donar ni en una ment que és part del món, ni a cap lloc o cosa seva. Algú podria contestar que la seva seu és a la totalitat, en el món com a totalitat. Però, aleshores, per a la concepció d'aquesta totalitat es torna a necessitar d'un nivell extern a aquesta totalitat, des d'on contemplar-la, concebre-la, però, des de dins el món, la totalitat no és prevista o precontinguda,⁵⁰ només retroactivament és pot aplicar una mena de coneixement omniscient⁵¹, i això perquè la temporalitat del món no és evitable ni per el món ni per qualssevol dels seus éssers, entitats o coses. Ara podríem caracteritzar aquesta ignorància objectiva fent servir l'exposició que farà Reeves de la definició de Laplace aplicada de manera natural a l'univers com el sistema que no és un subsistema i on els seus estats poden ésser postulats com a igualment probables (XII.1.2.); o també amb una consideració com la que exposarem de Layzer, de l'univers com a sistema físic més inclusiu, el qual no és objecte d'una explicació de les seves condicions inicials per les condicions antecedents d'altre sistema físic superior (XII.2.2.1.).

Com potser alguns dirien, aquest coneixement diví és *a priori*, i dins ell, els factors accidentals, les "influències externes" que incidiran sobre els sistemes, el que tòpicament anomenem *casualitat*, poden confeccionar-se en el disseny d'una cadena causal plena. Mentre que nosaltres, com el món mateix, únicament *a posteriori* coneixem la cristal·lització o realització d'una cadena causal sota el ciment dels lligams estructurals del món.

La nostra acceptació del determinisme no és de la mateixa naturalesa que l'acceptació fetzeriana. Per a nosaltres el determinisme es dóna, i té sentit, en el marc d'un món propensional. Fetzer també admet un món disposicional on caben les disposicions indeterministes com les deterministes, però la seva esmentada tesi, que rebutgem en aquest treball, donaria al compromís fetzerià amb aquell marc una intensitat substancialment diferent al nostre compromís ontològic, i que acaba desnonant la naturalesa pròpia del marc propensional. El seu basament per a la qualificació de les tirades de daus i de la M.E. com a sistemes deterministes és simplement l'afirmació que "l'aparició" de freqüències és deguda a que aquests sistemes no es troben sota RME, tancats, i això correspon a una qüestió exclusivament epistemològica. Si bé nosaltres admetem la validesa d'un seccionament determinista de la realitat, en canvi, no hi ha -ònticament, i no només com una secció epistèmica divorciada dels trets reals- una descripció completa de la realitat, perquè

el món no és corresponsable amb una Intel·ligència de tipus laplacià. El nostre compromís amb un món propensional significa la realitat de l'*obertura* dels sistemes físics, perquè aquest és el significat d'aquell món. Llavors, sembla que Fetzer no assumeix aquest compromís. Fetzer podria afirmar que la seva discutida qualificació de certs sistemes no suposa el rebuig d'un món propensional, però hauria d'argumentar aquesta sortida, i no veiem com podria fer-ho. Encara que no vegem que la següent posició pugui desenvolupar-se sense enfonsar-se, suposem que ni tan sols calgui negar que s'està fent aquell rebuig, i que se sostingui que simplement hi ha disposicions deterministes i indeterministes, però que això no constitueix cap afirmació sobre la condició de món. Una manera d'afirmar aquesta indiferència seria dir que el món és tan determinista com indeterminista (sostingui's sobre les bases que es vulgui aquesta afirmació). Tampoc no es tracta que el nostre compromís èntic consisteixi en un rebuig d'un cert aspecte determinista del món; però encara en el cas que determinisme i indeterminisme estiguessin ènticament en peu d'igualtat, això no donaria suport a l'afirmació fetzeriana sobre els sistemes físics sota consideració en detriment de la nostra proposta, i si continua fent aquella afirmació no pot ésser d'altra manera que sota el supòsit que el determinisme és la condició pròpia última de la realitat i, per tant, rebutjant la caracterització propensional del món, aleshores no és pot fer aquest rebuig sense que perdi tot el seu sentit la perspectiva propensional, senzillament ja no es pot afirmar que hi ha propensions, probabilitats reals. L'enunciat que sí que hi ha sistemes autènticament indeterministes, sota tancament, és un subterfugi que no evita aquell col·lapse. Les probabilitats només tenen realitat si també la té la ignorància, com proposarem en el següent capítol. Ara com ara, no tenim manera d'entendre les probabilitats reals, si no en relació a la negació, neutralització,... d'una estructura determinista -recordem que aquesta també fou la manera d'entendre l'*in*-determinisme de Popper. No hi ha probabilitats reals sense "ignorància" com a condició pròpia del món real, sense *obertura* (que és obertura a la ignorància) del món. I parlar de "ignorància" en el món no suposa el retrocés d'introduir-hi cap tret antropomòrfic. En el pitjor dels casos (o direm avall) també el determinisme pot veure's com el dibuix humà d'un traç antropomorfista sobre la realitat del món.

XI.3.3.- Irrellevància de la situació determinista dinàmica per la seva «aleatorització»

Davant la regularitat estadística presentada al col·lectiu d'elements individuals, hem dit que aquests casos individuals presentaven una situació determinista, però que una manera típica de parlar exposa com a indeterminació del cas individual. Aquesta indeterminació correspondria a una situació ènticament indeterminista, però si qualifiquem la situació individual de realment indeterminista l'esmentada indeterminació del cas individual serà una manera de parlar vàlida només com a qualificació epistèmica. També hem recordat la manera en la qual Laplace proposava que la regularitat ha d'ésser un ressò d'un ordre determinista de fons.

En l'enllaç entre els individus i el col·lectiu d'individus, el determinisme dels individus es desconsiderat, neutralitzat o aleatoritzat: sobre el nivell individual de les trajectòries es descriu un comportament aleatori. Però que pot voler dir 'aleatori'? En la ME, per exemple, una descripció resultant de la 'aleatorietat' és que per a cada valor possible de velocitat (o posició) hi ha una probabilitat atribuïda a cada molècula del conjunt, com per exemple indica el perfil estadístic per al conjunt de molècules de la distribució maxwelliana de velocitats a l'equilibri. En els daus s'atribueix una probabilitat per a cada resultat possible a cada tirada (que suposem que constitueix una trajectòria individual dinàmica determinista). Havíem fet la connexió entre la freqüència (la "probabilitat" dirigida al conjunt) i la propensió (la probabilitat en el cas singular); àdhuc encara que aquest cas singular sigui entès com a determinista, dèiem que aquella probabilitat és real, refereix a una propensió o propietat física atribuïda sobre l'esdeveniment individual. La manera de dir això fou establerta per Popper; exigeix considerar el cas individual pel disseny d'un tipus d'experiment present *en cada cas* individual. Però la nostra solució indica que en aquest tipus d'experiment és "contingut" tant el col·lectiu com l'element individual, el qual es correspon amb la definició típica d'experiment aleatori que exigeix la condició que cada engegada de l'experiment mantingui una "identitat". La qual cosa precisament permet la definició de l'experiment i la independència entre les seves proves, alhora que es pot establir la seva "repetició". Això comporta l'establiment de la relació de pertinença al col·lectiu i la submissió a una llei (estadística). La validesa d'aquesta llei, i.e., dels resultats freqüencials corresponents al tipus experimental, no canvia amb el coneixement de condicions específiques de l'esdeveniment singular. La consideració determinista de la situació individual fa d'aquest col·lectiu una entitat amb sentit només epistèmic, de la freqüència un recompte de fets reals o hipotetitzats, però la probabilitat aplicada al cas individual, aleshores, resulta d'un trasbalsament epistèmic del resultat del recompte estadístic a la situació on es descobreix les condicions de la seva realitat determinista, però no en fa una propietat real d'aquesta situació.

En canvi, per a nosaltres, el tipus d'experiment invoca la situació individual rebutjant allò que més la "identifica": la concreta situació determinista singular que conté tot el conjunt de les seves condicions particulars. Diem que aquest rebuig és objectiu, en el sentit que assenjala una propietat de la realitat, de la interacció real entre els individus i el conjunt en el qual s'integren amb significança física. També dèiem que aquesta consideració del cas individual en quant és membre del conjunt representa la seva subsumpció significativa en el col·lectiu. Aquesta significació de la individualitat, en quant tota la seva peculiaritat identificativa individual és neutralitzada o anul·lada, no constitueix res més que un retorn a la interpretació freqüencial. Totes aquestes consideracions no estaven postulades ni implicades en la interpretació freqüencial, cal l'afegiment "propensional" (l'afirmació que la probabilitat refereix a una situació física) a fi que la interpretació contingui l'afirmació que l'atribució probabilística al cas individual no és ni pot ésser de tipus subjectiu; perquè, en la nostra proposta propensional, la situació pròpia peculiar de l'esdeveniment individual és rebutjada per

definició d'allò que és el tipus d'experiment en aquestes situacions.

Les hipòtesis aleatoritzadores emprades per Boltzmann per a descriure l'evolució del sistema restaven com a estranyes a les lleis de la representació teòrica i a la corresponent estructura constitutiva del sistema. La perspectiva d'una corba de concentració entre estats, associada a un enfocament per conjunts representatius, permet deixar a un costat una al·lusió directa al sistema particular amb les seves hipòtesis aleatoritzadores. Però la fisicitat de tot això quedava ressentida sota els problemes amb els quals s'enfronta una perspectiva freqüencialista, i les hipòtesis probabilistes sobre la col·lecció de sistemes no han desaparegut. En el fons hi ha una justificació dinàmica de les igualtats freqüencials dels resultats *ensemble*, és l'acompliment de la condició d'ergodicitat per part dels sistemes, aquesta és l'assumpció de l'espai de possibilitats sencer, això entra plenament en la problemàtica d'una interpretació filosòfica realista de la probabilitat -a part de les dificultats pròpies, expressades en termes físico-matemàtics, per a la demostració o aplicabilitat de les condicions enunciades en els teoremes ergòdics.

Les condicions d'ergodicitat s'han desenvolupat cap a condicions d'instabilitat. El particular estudi sobre les condicions d'instabilitat, com les dels sistemes mescla, K i Bernoulli, fet per l'escola de Prigogine sembla que suposa un intent de reunir aquest resultats i compondre'ls en un tractament que compendiï la imatge més integradora i interpretativa que ells poden oferir.

Recordem que per a l'escola de Prigogine hi ha un problema de traducció a termes dinàmics de la regularitat que caracteritza el comportament a nivell estadístic. Aquest comportament a nivell estadístic apareix descrit per una distribució de probabilitat, la qual cosa vol dir que la regularitat estadística contrasta amb el comportament aleatori en el nivell individual de les trajectòries. Considerar aquella traducció significa atendre la qüestió que des de les lleis amb simetria temporal de la dinàmica clàssica es pugui observar la ruptura de la simetria temporal en l'evolució del sistema. Diu Prigogine que en aquesta qüestió es troben les arrels del temps a nivell microscòpic, i és una de les seves conviccions que la irreversibilitat macroscòpica és expressió d'un caràcter aleatori (real) del nivell microscòpic. Quan exposàvem els trets generals del tractament que proposava Prigogine de la irreversibilitat parlàvem que aquest autor considera que la instabilitat correspon a la ruptura de la simetria temporal. Prigogine diria que "en el nivell estadístic, la instabilitat pot ésser incorporada en les lleis", però les lleis de la natura ara poden exposar relacions de possibilitat. En la formulació estadística es trenca la simetria respecte al temps, el passat i el futur compleixen papers diferents. Segons Prigogine, la formulació estadística de les lleis de la dinàmica és una generalització de la dinàmica que ve exigida per sistemes com els caòtics i com els no-integrables. La dinàmica formulada en el nivell estadístic no té equivalent en termes de trajectòries, assegura Prigogine, i aquesta ruptura permet establir el vincle entre la irreversibilitat i la dinàmica. Però això significa que els objectes fonamentals de la física deixen d'ésser trajectòries per a ésser probabilitats. Hi ha una informació addicional que es perd en la descripció fonamental de les trajectòries individuals i que,

al contrari, queda incorporada en la distribució de probabilitats, es tracta de la "microestructura complexa de l'espai de fases". La renúncia a seguir el comportament individual de les partícules constitueix una descripció probabilista que és irreductible⁵².

Per a Prigogine la seva formulació no suposa l'ús d'un mètode d'aproximació, el qual rep l'acusació d'ésser un mètode d'ignorància, per consegüent diu que ha mostrat una probabilitat intrínseca i irreductible. (Respecte d'això recorda que en les seves il·lustracions ha pogut evitar de recórrer a una aleatorietat, que sorgida físicament de les interaccions entre un gran nombre de components, resulta immediatament acusada d'ésser, en canvi, el resultat de la nostra incapacitat per controlar, registrar tota aquella informació; altrament ell ha emprat un nombre mínim de variables en els seus models). Però rere la seva inspecció del mètode de l'escola, Batterman manifesta que no està segur ni de poder reafirmar ni de negar aquella declaració de Prigogine.

Per a Batterman, o bé la probabilitat és explicable per l'aplicació d'un mètode aproximatiu de mesura de gra gruixut, que és susceptible de tenir la seva única raó d'ésser en una "ignorància del món macroscòpic", o des de condicions d'instabilitat, més properes a la dinàmica del sistema, o per una combinació d'ambdues coses, o amb una teoria que prova la inexistència de variables ocultes. Ell indica que en les definicions de les condicions d'instabilitat es precisa de la intervenció d'aproximacions de mesura o particions de l'espai fase. I també recorda que en els arguments de Prigogine no hi ha un equivalent a una teoria sobre variables ocultes com en la MQ.

Falta interpretar què hi ha en la «generació dinàmica» de les probabilitats des dels trets d'instabilitat, decidir si s'ha aconseguit una generació dinàmica de les probabilitats i de la irreversibilitat; i sota quina noció entendre aquella generació (reducció, justificació, descripció, explicació,...). Falta precisar què és el que ha fet el procediment matemàtic, per a arribar a advertir en quina situació ha quedat la noció d'estat dinàmic. Després encara s'ha de discutir la relació entre el model o idealització i els sistemes físics reals. Davant la manca d'un consens suficient per a una lectura significativa del tractament matemàtic que ha fet l'escola de Prigogine, sols necessitem considerar els propòsits de l'escola o en el que podria arribar a significar. Per exemple, s'ha emfasitzat que suposa un canvi ontològic radical, ja que nega l'existència de l'exacte estat dinàmic, i s'ha posat en dubte o s'ha negat que ho hagi aconseguit. Per tant, no està clar què és el que s'ha fet i la seva significació per a la probabilitat. Però per a nosaltres aquesta discussió no és l'assumpte més immediat, la qüestió bàsica és si la investigació de l'escola de Prigogine per a donar la representació mecànic-estadística més adequada -com en el cas de qualsevol altra proposta en aquest sentit-, encaixa en el motlle intuïtiu i bàsic produït en la teoria filosòfica propensionista. Es necessita una certa comprensió i claredat d'allò que ha fet Prigogine per a establir si la incorporació que donar l'utilatge matemàtic pot ésser llegida com a acoblada en la perspectiva propensional.

Però en aquell motlle no és urgent «negar» aquell precís microstat, ni dilucidar què és el que cadascú entén per aquella negació, ni decidir què és el que ha d'ésser aquella negació. En el

llenguatge amb el qual Prigogine interpreta els resultats de les seves idealitzacions hi ha un mode “dialèctic” semblant al que es presenta en la exposició propensional. Així, la irreductibilitat probabilista es mostra per la seva generació dinàmica (el que podria semblar indicar un minvament de la càrrega determinista de la presentació dinàmica); també una *equivalència* o conversió entre les evolucions dinàmica i probabilista significa una *no-equivalència* entre la descripció a nivell de trajectòries i la descripció a nivell estadístic. En la teoria propensional, l’atribució realista de probabilitat al cas individual significa la compareixença del cas singular com a membre d’una col·lecció, i.e., descrit en un tipus de preparatiu, això és, com a *no-cas* singular, una homogeneïtzació de les condicions individuals, o ocultes, integrant-les en la descripció del preparatiu; no es pot dir del tot que no existeixin, que no siguin presents en aquella descripció, perquè la seva no-fixació o abstracció és l’assumpció d’una variabilitat que les representa en la descripció del tipus. El tipus experimental descrivia el mode en què el cas singular contribuïa a la producció de les freqüències. És amb aquest enfocament com a recollíem la problemàtica sorgida des de la qüestió de la «ambigüitat» del concepte propensional; si només es tractés d’una simple desconsideració, no matisada, de les variables -que romanen aleshores com a variables ocultes- llavors la probabilitat seria funció solament de la nostra ignorància. Però no es tracta solament de la nostra ignorància, ni aquesta perspectiva subjectivista dóna la comprensió del que succeeix amb interpretació mecànic-estadística dels fenòmens termodinàmics. Diem que en el tipus experimental les condicions inicials exactes són anomenades com a ocultes o desconegudes, per tant, *hi són*, però per a negar-les, per a negar la rellevància de la seva peculiaritat específica per a la descripció de la distribució dels resultats, per això la teoria propensional no se sent alterada quan tot això és criticat com una limitada aproximació macroscòpica, perquè és l’aproximació macroscòpica el que és explicatiu, el que és rellevant per a identificar una ordenació i evolució en la realitat, té caràcter ontològic, correspon a la indicació d’un mecanisme de la realitat, i per això la probabilitat assignada al cas singular correspon a la identificació d’una propietat física.

Capítol Dotzè.- Realitat de la informació

XII.1.- Objectivitat del subjecte

1.Convivència probabilitats subjectives-objectives: coneixement fal·lible en un món indeterminista

La tesi de Porter (com la de Hacking, *The Taming of the Chance*)¹ manté que al segle XIX, quan apareix amb força la presència de mètodes estadístics en àmbits diversos del coneixement humà, s'està constituint un pensament afirmatiu de la realitat de l'indeterminisme, i.e., de la 'contingència' en la natura i de "l'erosió del determinisme". És discutible si (per al pensament d'aquell temps) les estabilitats mostrades per les regularitats estadístiques fossin considerades incompatibles amb una perspectiva determinista del món fins al punt d'inspirar una concepció contrària de tal mena que es rebutgessin les lleis estadístiques com a basades en assumpcions causals i com a reflectores d'una realitat causal; això no sembla ésser el cas de Galton, com reconeix almenys una vegada Porter mateix. El cas és que Porter, en defensa de la seva tesi, aporta testimonis del propi introductor de l'estadística a la física, de Maxwell.²

Per exemple, per una banda la influència del grup de científics catòlics belgues i francesos (Ignace Carbonelle, Joseph Delsaux, Julien Thirion,..) interessats en el moviment brownià. Trobaven en la teoria cinètica una justificació de la incertesa i impredictibilitat que caracteritzaria les lleis científiques. Un d'ells, Joseph Boussinesq assenyalà certs punts de singularitat on les equacions diferencials que organitzen un sistema mecànic haurien de tenir múltiples solucions. Des d'això, Maxwell féu unes reflexions al voltant de (i amb motiu d'explicar) la qüestió de les despeses d'energia. Segons Porter, hauríem de buscar les seves motivacions per a aquest darrer tema en el pes de la seva fe religiosa que el portava a plantejar-se el lliure albir, i des d'on la comprensió del món físic era una aproximació a allò inefable (vegeu també XI.1.). Encara que és discutible que volgués emprar la física per demostrar l'existència de la llibertat humana, pot ésser que no negués la seva rellevància per als propòsits metafísics.

Apareix, doncs, en l'esperit i àdhuc en la lletra de diversos texts de Maxwell que aporta Porter, una mena d'interpretacions físiques de la lliure voluntat que giren al voltant de preocupacions com la qüestió que la llibertat no sigui inconsistent amb les lleis de la natura, que la lliure elecció no violés cap llei de la física, o que la voluntat pogués operar sense cap despesa d'energia. Llavors es té que hi ha lleis de la natura, com les estadístiques, que vénen molt bé a la qüestió de la llibertat

individual: hi ha propietats diferents per a les molècules individuals i per al cos que aquestes constitueixen, les lleis del seu moviment no tenen cap relació determinada amb les regularitats observables de la massa. En resum, res és conegut de les circumstàncies particulars de les molècules individuals, les lleis estadístiques no ens donen informació sobre els individus, només projecten generalitzacions sobre la massa de molècules. Però aquest tall que és una obertura per a una possible entrada a la lliure voluntat és també l'obertura d'un espai d'ignorància; i, de fet, Maxwell, davant la doctrina de la necessitat filosòfica, deixà testimoni de la seva consciència de la incertesa del coneixement estadístic. Pot ésser que un pensament d'aquesta mena estigués en les reflexions de Maxwell encara que complicat per la lliure acció d'una ànima que (relativa paradoxa) és reflex del bufament diví. Almenys sembla ésser a la doctrina de Sir William Hamilton, encara que la influència sobre el seu deixeble minvés quan Maxwell es traslladà d'Edimburg a Cambridge. El pensament d'aquell professor de filosofia, segons Porter, afirmava que l'estudi de la natura podria concloure només en una 'certesa probable', puix que pogués ésser que la presència de Déu a l'univers material no fos subjecte de necessitat.

Exposem aquestes idees de l'entorn de Maxwell per assenyalar que no és el mateix tipus de coneixement fal·lible aquell que és un coneixement fal·lible sobre un fons determinista de l'univers, que aquell que ho és sobre un univers realment indeterminista. (I si l'univers és vertaderament indeterminista, les teories deterministes que tinguem són només aproximatives cap a aquell rerefons). Si l'univers és veritablement incert, llavors podem especular que la ignorància del nostre cervell (el qual, per cert, és part i resultat de l'univers) no seria més que la ignorància pròpia del mateix univers pel que fa a la seva determinació suprema, Déu (esmentem Déu per donar alguna "realitat" a la visió determinista). Aleshores, òbviament, no és necessari trobar en el fons de l'univers un coneixement predictiu i autosatisfactori com aquell que sorgeix des de les equacions diferencials en els sistemes mecànics i que ha donat lloc a una perspectiva determinista del món. En el cas de l'univers determinista, el nostre espai d'ignorància seria manca d'un coneixement cert, atès que aquest és (físicament) possible perquè l'univers determinista subministraria aquest coneixement, però malauradament nosaltres no podríem accedir-hi; d'altra manera no cal parlar d'ignorància, seria una ignorància sense objecte. En el cas determinista, doncs, no parlem de probabilitats objectives sinó de probabilitats subjectives. En el cas indeterminista hi ha probabilitats objectives, però això no ens impedeix que, si hom vol, es pugui parlar d'aquestes probabilitats com a probabilitats subjectives, perquè en un rerefons indeterminista és realitzable parlar d'un coneixement incert que no és aliè a un món (també incert).

No és un objectiu d'aquest treball demostrar que les probabilitats epistèmiques són inadequades per al tipus de sistemes que estudiem, siguin els jocs d'atzar o els sistemes de la M.E. El nostre objectiu és exposar com parlariem de propensions en els sistemes de la M.E. És més, al llarg del treball algú podria trobar llocs que aprofitaria per convèncer-se que és possible fer una interpretació

sota probabilitats epistèmiques. Conceptualment, les probabilitats epistèmiques i les probabilitats físiques són mútuament excloents. Tot i així, en cap moment ens dediquem a mostrar la conveniència de les propensions demostrant la no escaiença de les probabilitats subjectives. Pot ésser que tal demostració mai no pugui establir-se com a definitiva.

La lliure especulació que es fa en aquest apartat és un apart introduït per donar quelcom de sentit metafísic a la nostra posició. Que no és necessari per a afirmar probabilitats físiques primer negar que aquestes puguin ésser caracteritzades com a epistèmiques, perquè pogués no ésser pas eliminable la possibilitat que ambdues interpretacions convisquessin en el món sobre els mateixos aspectes físics. Almenys hi pot haver algun tipus d'especulació que així ens ho permet imaginar: aquella que afirmés que el món és indeterminista, llavors el coneixement sempre presenta un caire d'ignorància. El que passa aleshores es que sobre una especulació determinista del món, el resultat d'aquesta ignorància es un coneixement fals (encara que Schneider vulgui dir que pot anomenar-se 'objectiu'), i, en canvi, des d'aquella consideració indeterminista del món, el resultat de la ignorància és escaient al món, la ignorància no suposa cap buit que no sigui també un buit real físicament en el món. Aquest darrer enfocament és l'especulació metafísica adient a la visió del «joc» d'atzar com a representació d'una "situació física" de la qual es part el propi coneixement, on tant és fer la caracterització de la situació representada pel joc com a física o com a epistèmica, sempre que no es dividís la situació sencera com a trencada en dues parts separades, una física i una altra epistèmica d'altra banda.

2. Incertesa del coneixement i incertesa al món

Des de la filosofia de van Fraassen el propensionalisme no és defensable. L'ús d'enunciats probabilístics en la M.E. indica que es treballa amb una informació incompleta: "podem dir que la mecànica estadística clàssica és només mecànica clàssica, aplicada en condicions d'informació gairebé a prop d'ésser perfectes."³ En efecte, aquest aspecte epistèmic és una part inevitable, sense que resulti definitiva, de la intervenció probabilística:

"Cada doctrina de l'atzar objectiu, sigui propensional o freqüencial, ha d'ésser completada per algun enfocament de la probabilitat como a grau de creença -això és, alguna caracterització que concerneixi a l'ús de les funcions de probabilitat com a mesures de la creença i la ignorància."⁴

Ara bé, tot i així, van Fraassen reconeix que, en general, una funció de probabilitat pot ésser una mesura tant de la ignorància com de quantitats objectives com és el cas de les proporcions en una població, freqüències d'ocurrència, mitjanes, o la proporció del temps d'estada en la M.E., perquè també és innegable que els microstats representen quantitats objectives, que hi ha una informació objectiva que en si mateixa no és ignorància humana. Com diem, van Fraassen no aprova el propensionalisme, però afirma que no és pot negar un doble aspecte subjectiu i objectiu que presenta

la probabilitat en la mecànica estadística. Llavors, alhora que afirma que l'ús de la probabilitat en la M.E. involucra una probabilitat com a grau d'ignorància, també reconeix que hi ha una probabilitat *objectiva*. I convé preguntar-se pel sentit que tindria afirmar una caracterització exclusivament subjectiva, excloent les probabilitats involucrades a la M.E.:

"Si la discussió del científic passa de les energies cinètiques de les molècules individuals a l'energia cinètica mitjana d'un conjunt de molècules, ha començat a estudiar un assumpte que implica una referència essencial a la ignorància? Significa això que l'energia cinètica d'un conjunt de molècules no és un fet tan objectiu del món, com ho és l'energia cinètica de qualsevol molècula individual?"⁵

Aquest autor qüestiona l'essencialitat a la física de la terminologia subjectiva, i apunta que aquella terminologia s'introduí en aquesta ciència pel context històric de la teoria de la probabilitat; això vol dir, afirma, per la seva connexió amb els jocs d'atzar. Naturalment aquesta 'objectivitat' defensada no posseeix la projecció ontològica que té, v.g., una afirmació com la popperiana:

"I, en efecte, és clarament absurd creure que les monedes cauen o les molècules entren en col·lisió de manera aleatòria perquè nosaltres no coneixem les condicions inicials, i que actuarien de mode diferent si algun dimoni ens revelés el seu secret: no és només impossible, és absurd explicar les freqüències estadístiques objectives mitjançant la ignorància subjectiva."⁶

Per la seva banda, van Fraassen no admet que la probabilitat tingui una referència física directa. La seva probabilitat *epistemològica* només es refereix a una relació entre una proposició i una base informativa objectiva. Es tracta només que sil·logismes estadístics i similars inferències relacionen mesures de quantitats objectives (per exemple la proporció de soldats d'infanteria de l'any 1944 vius encara en el 1980) amb els judicis de probabilitat epistemològica (com el corresponent de la probabilitat de Juan -soldat d'infanteria en aquella data- d'ésser encara viu l'any 1980).

Com hem vist quan exposàvem l'argument explicatiu, hi ha identificada una probabilitat epistèmica -aquella que Hempel caracteritzava com a probabilitat lògica o inductiva-, però també n'hi ha una d'objectiva, present en 'els elements de judici', en un enunciat que fa esment de 'proporcions' i que constitueix l'element principal de la nostra base de dades, que podem arribar a expressar mitjançant la hipòtesi probabilista del tipus $Prob(R/P)=r$.

Bas C. van Fraassen assenyalaria que un intent de caracterització mitjançant les propensions no podria evitar aquest contingut de probabilitat epistemològica. En el *capítol* III comentàvem com la mateixa definició propensional contindria una apel·lació a una seqüència virtual de freqüències. Llavors, el que faria una premissa o hipòtesi probabilística és una afirmació sobre la distribució freqüencial en la seqüència virtual, de la qual la seqüència real seria una selecció aleatòria, permetent, d'aquesta manera, que l'observació d'aquesta segona constitueixi la prova de la hipòtesi. Per a la identificació de la seqüència virtual s'hauria de veure que s'esperaria trobar en una mostra aleatòria de n membres, i això comparar-ho amb allò observat en els n resultats reals, fent ús d'alguna prova sobre la procedència de la selecció aleatòria de la seqüència virtual com la taula χ^2). Però, hom diria que encara que aquest ús de mètodes estadístics signifiqui una probabilitat epistèmica, tot això només correspon a l'àmbit de verificació o confirmació de la hipòtesi. Però l'inevitable compromís

amb la realitat fa que van Fraassen faci com una mena d'intent de distanciar una probabilitat epistemològica d'una probabilitat sobre graus de creença personals, però a costa d'entendre subjectivament una probabilitat objectiva.

Un autor com Reeves⁷, que fa una interpretació subjectivitzadora de la probabilitat, pot ésser usat per a il·lustrar com una ignorància expressada pels enunciats equiprobabilitaris podria presentar-se d'una manera que resulta realista (encara que segur no pas en la voluntat de Reeves) quan la realitat a la qual s'aplica, expressada per aquells enunciats, consisteix en l'univers. D'aquesta manera podríem veure com la dualitat del concepte probabilístic (com una mesura del nivell de coneixement o, en canvi, d'una referència directament física, externa al nostre grau d'informació) pot contribuir a l'apropament mutu de la ignorància i de la realitat en una mateixa proposició sobre el món.

Reeves vol explicar la criticada circularitat present en la definició de Laplace de la probabilitat. Aquesta circularitat indicaria un tret de la naturalesa (subjectiva) de la probabilitat. L'anàlisi de Reeves contempla sistemes que inevitablement són subsistemes d'altres sistemes més grans, el que es pot anomenar 'sistema nidificat' dins un sistema més gran, en altre nivell de nidificació. Cada sistema més gran conté un major nombre de casos possibles que conté el subsistema, i cada estat d'un subsistema tindrà un nombre més gran d'estats consistents amb ell en qualsevol altre nivell superior de nidificació o sistema més gran.⁸

Així, es té un sistema n , el qual té disponibles un total de $T(n)$ casos possibles dels quals $F(n)$ són favorables a l'estat o resultat en qüestió. El sistema n és un subsistema del sistema $n+1$. Dins el context del sistema $n+1$ el resultat esmentat és afavorit per $F(n+1)$ casos d'un total de $T(n+1)$ estats possibles de $n+1$. Al seu torn, el sistema $n+1$ pot ésser encara incorporat dins un sistema més gran, $n+2$, i així successivament. Segons això, la probabilitat de cada estat possible d'un sistema serà com el 'pes' o mesura derivada des d'un nivell de nidificació superior. Diu Reeves que la probabilitat d'un resultat en n serà la raó de les sumes, S , de les probabilitats rellevants, SP_f/SP_t , la raó entre la suma de les probabilitats dels estats favorables, P_f , de n i la suma de les probabilitats de tots els estats possibles, P_t , de n , entenent que aquestes probabilitats, P_f i P_t , són les probabilitats respectives calculades en el sistema $n+1$. Aquesta raó definitòria és una generalització de la definició de Laplace, probabilitat d'un resultat en $n = F(n)/T(n)$, que ara resulta un cas especial on se suposa que totes les probabilitats dels estats possibles són iguals, que els estats, dins el context del propi (sub)sistema, són igualment possibles. Quan es pot fer raonablement aquesta suposició? Si la probabilitat dels estats possibles d'un sistema ve donada per les probabilitats rellevants en un nivell superior, quan es pot afirmar -sense tenir en compte el coneixement de la probabilitat atorgada per les raons en el nivell superior- la igualtat de les probabilitats de tots els estats possibles d'un sistema?

Continua Reeves que podem identificar més d'un tipus de circumstància subjectivament relativa -relativa al coneixement de l'observador- que dóna igual probabilitat als estats possibles d'un

subsistema. Aquestes circumstàncies relatives al coneixement de l'observador són les següents.⁹

(a) Que des del punt de vista del coneixement de l'observador l'estat possible de l'univers circumdant sigui irrellevant per a l'estat del subsistema perquè qualsevol estat possible de l'univers és compatible amb qualsevol estat compatible del subsistema.

(b) En lloc que cada estat del subsistema sigui consistent amb tots i cadascun dels estats universals, que (des del punt de vista del coneixement de l'observador) hi ha estats possibles de l'univers que són incompatibles amb alguns dels estats possibles del subsistema, però el nombre d'aquests estats universals és suficientment petit per a poder considerar-lo menyspreable i, en conseqüència, aplicar amb caràcter aproximatiu el que s'ha fet en el tipus de circumstància anterior, i, per tant, considerar tots els estats del subsistema amb igual probabilitat.

(c) Que, des del punt de vista de l'observador, també hi ha estats possibles de l'univers que són incompatibles amb estats possibles del subsistema, i aquesta vegada en nombre suficientment gran per a no ésser menyspreable, però resulta que el nombre d'estats universals que afavoreixen cada estat possible del subsistema és el mateix nombre per a cadascun d'aquests darrers.

Però en primer lloc Reeves havia fet l'exposició que només l'univers u , el sistema que abasta totes les coses, no és un subsistema; llavors els seus estats *poden ésser postulats com a igualment probables*. Aquest sistema universal és l'aplicació natural de la definició de Laplace, no hi ha sistema $u+1$ que doni la probabilitat. L'aplicació de la definició clàssica laplaciana es pot estendre a un sistema considerat no-universal o local segons la relació dels seus estats possibles amb els estats possibles abastats pel sistema universal. Si els estats possibles d'un subsistema estan afavorits per iguals nombres d'estats universals, llavors es donen les circumstàncies sota les quals els estats del subsistema són també igualment probables. (És clar que els estats possibles d'un subsistema tindran igual probabilitat quan estan afavorits per iguals nombres d'estats universals sota la condició que els estats de l'univers no tenen entre ells cap diferència probabilística, que són igualment probables, com acabem de dir).

XII.2.- Realitat de la ignorància

XII.2.1.- La qüestió de la reducció de la termodinàmica sota les probabilitats reals

Per a Sklar la interpretació mecànica de la termodinàmica no es resolc en la necessitat de proposar una ontologia que no estigui considerada a la mecànica, però sí que la termodinàmica "introdueix elements nous en la nostra representació estructural del món."¹⁰ Per a la il·lustració d'aquesta situació considera altres casos diferents, com la relació entre la biologia genètica i la evolucionista, o el de la comprensió físico-química i la psicologia 'popular' ("folk psychological"). La idea general és que no es necessita postular res més a més de les entitats o característiques i

lleis del nivell reductor (el micromecànic en el nostre cas) amb l'objectiu que les nocions del nivell reduït (la termodinàmica) trobin el seu lloc. Encara que això tampoc no justifiqui una esperança *a priori* per a donar una explicació satisfactòria de l'estructura del nivell reduït (o, millor dit, reduïble) en termes del nivell reductor, àdhuc encara que no s'exigeixi una reducció identificatòria entre els tipus d'entitats corresponents a ambdós nivells. Però, tot i així, tampoc no resulta irraonable donar compte de les estructures reduïdes des del nivell reductor, afegeix Sklar.

A diferència d'aquells casos que compara (la relació entre les estructures bioquímiques i l'ontologia evolucionista i entre les estructures neurològiques i la conducta intencional), Sklar assenyala que la connexió entre termodinàmica i mecànica és molt més clara, se sap el que se sobreafegeix a la típica descripció mecànica dels sistemes. Aquests elements addicionals, en combinació amb elements de la representació purament dinàmica¹¹, subministren la inserció en *l'estructura del món* de la representació del fets termodinàmics. Aquesta característica estructural o postulats addicionals necessaris que permeten la inserció termodinàmica *en la pintura general dinàmica* són “els postulats sobre les probabilitats de les microcondicions inicials dels sistemes”¹².

És en aquest sentit que es podrà comprendre una certa *irreductibilitat* de la termodinàmica pel que fa al món de la mecànica, alhora aquesta *autonomia* no suposa una oposició o buit, sinó un mode de connexió entre ambdues que permet l'*emergència* del món termodinàmic. Perquè les nocions intrínseques termodinàmiques (com entropia i equilibri, o també irreversibilitat) presenten un grau d'autonomia respecte a la resta de la teoria física, i això encara que s'intentin establir correspondències purament dinàmiques des del nivell reductor.

Però aquell mode de *connexió* sí que representa un “buit” que constitueix una *obertura* de la mecànica. En aquell buit és per on es col·loquen certs postulats bàsics addicionals de la M.E.; això constitueix que no hi ha res en la teoria física que obstrueixi aquells postulats probabilistes sobre microstats inicials, per això aquella ‘obertura’ per a la possible distribució probabilista de les condicions inicials dels sistemes en el micronivell. Aquesta obertura, que fonamentaria físicament l'emergència, permet, per tant, la necessitat d'aquells postulats alhora que els dona la seva aparença estranya i sense lloc en el cos de la resta de la teoria física, i, també, per aquella mateixa obertura, tampoc no hi ha fonament per a aquells postulats en aquella teoria.

El treball de Sklar és molt més avançat que el que aquí oferim nosaltres. El seu elaborat coneixement de l'extensió de les precisades aportacions en la interpretació mecànic-estadística el dota amb el privilegi d'una comprensió bàsica que el capacita per a oferir un recorregut pels punts crucials d'aquelles aportacions. Pel que fa a la tesi propensionalista de Popper, tema del nostre interès, l'examen crític de Sklar es trobaria abans i després d'ella.

Es troba després de la tesi. Les objeccions que planteja Sklar sobre la infonamentació dels postulats probabilistes concerneixen més aviat a l'atenció dels físics. Correspon al treball dels físics situar els supòsits probabilistes a prop de la resta de la imatge física del món. Sklar mostra els llocs

dels diversos enfocaments que en les seves solucions es desenten de aquella inserció o les raons per les quals no han ofert aquella fonamentació quan semblen suposar que l'han oferta.

Les elaboracions dels físics obliguen a prendre en compte el seu treball en les concepcions filosòfiques rivals per a una teoria de la probabilitat. Quan els enfocaments mecànic-estadístics no fan una opció decididament subjectivista, o quan la teorització sobre la connexió mecànica no comporta una caracterització determinista que inevitablement deixi a les conjetures probabilistes (o a la representació direccional del temps, o a ambdues coses) en una posició falsa, llavors aquell esforç científic pot contemplar-se com a oferint en un tema concret el contingut en el detall d'aquell tema d'allò que es proposa amb una generalitat metafísica en la hipòtesi propensional. Aquells intents d'oferir una raó o d'establir plenament la situació física corresponent a les suposicions probabilistes constitueixen l'àrea pròpiament científica gràcies a la qual la hipòtesi propensionalista pot obtenir més el seu rol de conjectura necessària i apartar la idea que sobre ella gravita de tenir el status solament d'un pegot metafísic inútil. El treball de Sklar es troba "després" de la tesi propensionalista en la mesura que s'ocupa d'enjudiciar aquelles idees científiques que poden servir per a facilitar el trasllat de la imatge de la hipòtesi metafísica als continguts propis del seu rol d'hipòtesi física.

Però també es troba "abans" de la tesi de Popper. Sklar apunta que l'autonomia de la termodinàmica alhora que la seva connexió amb la mecànica constitueix una relació, mecànic-estadística, on la mecànica pròpiament no "redueix", sinó que "s'obre". També afirma que aquest plantejament no necessita de la caracterització de la mecànica com una falsa idealització, com una idealització limitada o equivocada en algun punt (com proclamaria Prigogine, però que també apunta Popper) ni d'una nova ontologia.

Però Popper tampoc no necessitaria negar l'existència d'exactes microstats puntuals físics, almenys aquesta conclusió seria permesa segons es desprèn d'alguns dels seus raonaments. Així, ell no té obligació de dir que sigui físicament impossible la situació que permeti predir (justament abans de quedar la moneda sobre la taula amb una de les seves cares a la vista) quina de les dues cares serà aquella cara (si en principi des del seu llançament poguéssim seguir puntualment la seva trajectòria en les seves condicions rellevants). Els aspectes ontològics que Popper té èmfasi d'afirmar és que tot allò presenta un aspecte cognitiu innecessari per als propòsits físicament rellevants: explicar la producció de freqüències característiques i la seva estabilitat. Les condicions inicials, el seu coneixement exacte, queden "neutralitzades", "cancel·lades"; aquesta "imprecisió" o indeterminisme és el que diem que suposa una situació física oberta als resultats totals o regularitats observades.

Les línies generals amb les quals Sklar proposa decidir sobre el tema de la reducció de la termodinàmica no incompatibilitzen aparentment amb el tractament popperià de la probabilitat. No sabem si per a Sklar la innecessitat d'una nova ontologia comporta també el rebuig de la 'propensió'. Però la propensió tampoc no suposa canviar d'ontologia, sí, potser, una addició, en quant invalida l'estructura tradicional com a completa. Si els resultats de la caracterització que fa Sklar de la relació

entre món termodinàmic i món mecànic l'han conduït a proposar una correspondència objectiva per a les assumpcions probabilistes, encara que sigui infundada en la mecànica, encara que això no exigeixi un canvi ontològic, llavors això equereix inevitablement, si no ho suposa directament, una lectura ontològica, i això és, per a nosaltres, l'enfocament propensional, el qual permet considerar una teoria probabilista, que es tracta d'una consideració realista, d'una conjectura sobre l'estructura de relacions al món, i que és afirmació sobre una estructuració no-determinista en la realitat. Altrament, el dibuix de Sklar encara pot estar subjecte a una apreciació subjectivista de la intervenció probabilista, encara que ell ha criticat diversos aspectes d'aquella específica interpretació en diversos llocs del seu treball. Aquest compromís ontològic, com venim dient, és una conclusió que ve exigida en el context filosòfic de la probabilitat, si és que no es tracta només de recordar (encara que el recordatori de Sklar sigui molt escaient en la intenció de col·locar les assumpcions probabilistes en peu d'igualtat amb altres usos en la ciència física) que "hi ha una pressuposició metodològica general en la majoria de les aplicacions de la resta de la teoria -la pressuposició que les condicions inicials per a un sistema poden ésser «lliurement triades»"¹³. Es precisa d'aquella lectura ontològica en paritat amb l'ontologia atorgada a les entitats i estructures relacionades de la resta de la teoria física. Perquè el substrat ontològic per a la distribució de probabilitats sobre les condicions inicials es trobaria, sembla ésser, en la 'preparació' del sistema. La "obertura" de la mecànica vers la probabilitat és l'absència de constricció mecànica per a preparar el sistema, per a triar les seves condicions inicials. És suficient aquest referent per a explicar la naturalesa de la intervenció probabilista? L'examen de Sklar apunta que s'haurà de renunciar a fonamentar la intervenció probabilista en la mecànica (tant en les seves lleis fonamentals com en les interaccions moleculars); tampoc no cal una revisió ontològica d'aquella mecànica, i tampoc no resulta satisfactori un informe subjectivista.

Sklar¹⁴ es feu ressò, en la interpretació de la irreversibilitat, de l'opinió manifestada per Einstein en el seu debat amb Ritz sobre la radiació. L'absència de convergència simètrica de la radiació seria com els moviments antitermodinàmics de les molècules dins el recipient que conté el gas; és a dir, la conducta de la radiació tancada en un recipient (com també la corresponent a la interacció dels camps amb les partícules carregades considerades com a puntuals) seria paral·lela a la descripció d'un gas dins el contenidor. Així, en ambdues descripcions s'assumiria una constricció sobre les condicions inicials, no en la naturalesa de les lleis fonamentals, les lleis permetrien una situació (la radiació simètrica convergent, la conducta reversible antitermodinàmica) però la distribució real de les condicions inicials exclouria aquella situació. I la teoria estadística prediria, aleshores, la gran estranyesa que tindria l'observació de les fluctuacions antitermodinàmiques de les molècules dins el recipient, encara que les lleis mecàniques de la interacció molecular permetin aquelles desviacions.

La 'preparació' del sistema queda com a últim terme físic a on referir aquella distribució probabilista. Sklar recorda que tal preparació constitueix una pressuposició metodològica que també es

dóna en altres parts de la física; aquesta paritat de la teoria probabilista amb altres usos en altres parts de la ciència física, via la seva reducció a l'elecció de les condicions inicials, sembla afavorir-ne una visió accentuadament objectiva.

Però una major consideració de l'enfocament de Sklar ens conduirà a dimensionar la seva divergència amb la proposta propensional. Sklar no aprova un informe subjectivista del creixement entròpic, però manifesta la seva inclinació per certes característiques interpretatives de l'informe mecànic-estadístic. Així, ell sent atracció per un informe entròpic de la asimetria temporal. Però això vol dir que la asimetria temporal ha d'ésser entesa des de la dinàmica subjacent, ja que és en aquest àmbit on s'explica aquell creixement entròpic, encara que sigui per la via de l'absència de fonamentació legal dinàmica i només com a elecció de la naturalesa de les condicions inicials en la preparació del sistema.

A més amés, aquella dinàmica subjacent és determinista. Llavors, els postulats probabilistes, com la realeatorització, no són legítims, són un informe deficient, una idealització no genuïnament explicativa i que per si mateixa demanda explicació, perquè l'explicació es troba en aquell rerefons de l'estructura dinàmica determinista, això invalida aquells postulats com el caos molecular. Però Sklar no sembla poder evitar la necessitat d'aquelles hipòtesis probabilistes com l'essencial distribució de probabilitats sobre les condicions inicials, però, essent l'estructura fonamental determinista, aquell postulat correspon a conjunts estadístics, no als sistemes individuals, deterministes.

No veiem en tot això substancial diferència amb el plantejament de Fetzer en la seva afirmació que, quan els sistemes són deterministes, les hipòtesis probabilistes només poden ésser enunciat sobre freqüències en conjunts (reals o virtuals) d'aquells sistemes que, per consegüent, remetent a la nostra ignorància sobre l'estat suficientment detallat del sistema individual. Així, Sklar, per a allò que considera una proposta propensionalista entendrà l'atribució d'una propensió a l'estat del sistema individual, i.e., un sistema indeterminista amb el seu estat titxista. No hi ha, aleshores, com en Fetzer, propensions, probabilitats com a designadores de propietats reals, si no depenen de la situació donada en un sistema individual l'estat del qual no pot qualificar-se com a element d'una seqüència d'estats o evolució de tipus determinista. No hi ha disposicions indeterministes en els sistemes deterministes, ja que en no haver-hi una propietat indeterminista en el sistema, per trobar-se determinat en el seu procés d'estats, com es pot atribuir, en el sentit realista, ontològic, una probabilitat a aquell sistema?

En canvi, el punt de vista de Popper, segons ho interpretem, és que una propensió s'atribueix al sistema individual, encara que un coneixement d'aquest sistema (generalment en el seu seguiment *a posteriori*) pugui reconstruir una explicació de tipus determinista -però això és una idealització que no sempre funcionarà- i que aquella atribució es fa en referència a l'existència d'una propietat física present en la situació rellevant del sistema individual, també en quant és membre d'una col·lecció real o virtual de sistemes semblants sobre els quals s'enuncia una proposició amb caràcter legal que

aleshores resultarà estadística.

No essent la propensió, l'estat típic individual, la raó que justifiqui la distribució de probabilitats sobre les condicions inicials (llavors del col·lectiu) Sklar intentarà atenuar la sensació de subjectivisme, per no dir la implicació de autèntic subjectivisme, que comporta aquell rebuig, amb la seva insistència en la recerca de la raó física per a aquella distribució de probabilitat. Enjudicia críticament els pretesos intents per a aquella justificació oferts pels diversos enfocaments. La seva conclusió és inclinar-se per un dels candidats que poden intervenir com a components de l'estructura explicativa que ha de donar compte d'alguns dels objectius demandats com a qüestions pendents d'explicació: serà la *preparació* del sistema, com hem dit, el lloc físic que doni compte de la distribució de probabilitats.

És d'aquesta manera com es consuma la inclinació de Sklar a donar un informe físic de la asimetria temporal basat només en la nostra elecció de les condicions inicials del sistema. Popper havia rebutjat una interpretació subjectivista de la fletxa del temps, d'aquest tarannà havia entès la reducció de la direccionalitat del temps al creixement entròpic, aquest informe físic restava fonamentalment a aquella fletxa, ja que aquell creixement (i les probabilitats involucrades en la seva descripció) era relatiu al nostre coneixement segons una consideració mecànica definitiva sobre el món. Aquest subjectivisme es consumava, aleshores, amb la conversió d'aquella fletxa en una il·lusió o una mera definició. Però aquell rebuig de Popper ens eximeix d'haver d'oferir una justificació dinàmica d'aquella direccionalitat temporal, ja que, essent la dinàmica cega a aquella fletxa, en contenir essencialment en les seves lleis d'evolució la vàlida de la invariant simetria temporal, una justificació d'aquell tipus condueix a una interpretació subjectiva d'aquella fletxa.

Sklar, en canvi, exigirà una explicació *física* de les característiques termodinàmiques interpretades mecànic-estadísticament, i això exigeix alguna manera de consistència amb la *teoria física*, és a dir, amb la mecànica. En el seu examen prova la dificultat per a fundar la probabilitat en aquell rerefons dinàmic. Llavors, d'aquesta manera entesa l'exigència d'explicació física, com hem dit, conduirà a la no legitimació de les suposicions probabilistes com la reateorització i a la remissió de les suposicions probabilistes sobre (la distribució de) les condicions inicials del sistema a uns enunciats estadístics sobre conjunts de sistemes, cadascun d'ells amb una evolució legalment determinista. Sklar no es decideix a considerar aquella naturalesa estadística com l'artefacte resultant de la nostra ignorància de l'exacte estat no indeterminista del sistema. Però s'ha d'advertir que no sembla reconèixer caràcter legal als enunciats estadístics. En primer lloc s'ha de dir que Sklar, seguint arguments de Krylov, critica la proposta -que atribueix entre altres a Reichenbach i Grünbaum- de considerar la asimetria temporal en les condicions inicials com un tret que no és ulteriorment explicable perquè la distribució de les condicions inicials no és quelcom subjecte a restriccions legals, sinó una mera qüestió de fet, l'accident còsmic resultat de la combinació de sistemes individuals en la contingència de les seves innombrables condicions inicials.¹⁵ Sklar es fa càrrec que aquest determinat

enfocament del tractament de les condicions inicials com a suport de la asimetria temporal té el problema que renuncia a que la postulada asimetria temporal tingui un status legal que pugui fonamentar-se perquè considera la distinció radical entre lleis i condicions inicials en la base conceptual associada amb la dinàmica subjacent. Però alhora que considera una deficiència aquesta admissió d'il·legalitat de les condicions inicials des d'on s'han d'entendre les evolucions asimètriques, i encara que reconeix la importància de la 2^a llei termodinàmica, també assegura¹⁶ que aquest enunciat no té naturalesa legal, ja que, per la seva versió mecànic-estadística -tot i reconeixent la seva universalitat i inviolabilitat- es mostra l'existència de fluctuacions, i. e., d'excepcions a la llei. Sklar sembla identificar legalitat amb universalitat en el sentit de no excepcionalitat, que no dóna lloc a enunciats estadístics, i per tant amb legalitat de tipus determinista. Segons els seus comentaris, no sembla que reconegui que rere l'enunciat estadístic hi hagi una hipòtesi probabilista amb caràcter legal. Segons interpretem la posició de Sklar, o no serien vàlides les relacions causals probabilistes, o, si ho són, no constitueixen, no obstant això, relacions legals. Aleshores resulta coherent amb aquella posició que només resultin legítims, a tot estirar, els enunciats probabilistes en quant enunciats estadístics sobre condicions inicials. Aquests enunciats no poden fundar-se en la legalitat dinàmica determinista, però sí pot remetre's el seu lloc o raó física a la 'preparació' del sistema, on l'àmbit de les condicions està naturalment delimitat del de les lleis.

A més a més, Sklar rebutja una direccionalitat intrínseca en el temps mateix com a solució natural per a l'explicació d'aquella fletxa. Exigeix la seva explicació física, i això, un altre cop, és un enteniment des de la dinàmica. Però l'exigència de consistència amb la dinàmica suposa afrontar el tret simètric temporal de les evolucions segons la legalitat dinàmica, això l'obliga a considerar molt seriosament l'ergodisme (cosa que Popper rebutjava de ple) dins el qual s'ha d'encaixar el 'ensemblisme' o les evolucions per col·leccions de sistemes deterministes sobre les quals es fan enunciats estadístics. Com el caràcter de l'evolució (estadística) dels sistemes s'entén físicament des de la preparació estadística d'aquells sistemes en les seves condicions inicials, el lloc físic des del qual entendre l'origen de la asimetria temporal del procés es troba en aquella específica preparació dels estats inicials.

Ara bé, arribats a aquest punt, a partir d'aquí, encara hi escaurà fer alguna interpretació de tipus subjectivista? Aquella "lliure elecció" de la preparació de l'*ensemble* inicial o distribució de probabilitats és permesa per la mecànica, que significa així, per aquest llaç de tolerància, una 'obertura' de la situació física o certa "irreductibilitat" de la probabilitat, però en el rerefons mecànic no es pot fonamentar aquella distribució triada en la preparació. Després d'haver arribat a la conclusió que és aquella preparació dels sistemes la raó física de l'evolució estadística dels sistemes vers l'equilibri en una direcció del temps (i no en l'altra), Sklar, en la seva insistència interrogativa, encara preguntarà per la raó de l'adequació d'aquella preparació dels sistemes, quina és l'explicació física que aquella preparació sigui la legítima, en el sentit de la corresponent als sistemes en el món?

Una resposta no subjectivista exigeix un enfocament propensional. Però algú, el mateix Sklar, podria preguntar una qüestió típica, on es troba, en primer terme, la propensió? Això correspondria establir-ho en les descobertes de la reflexió física. Però si encara es vol remetre la probabilitat a la 'preparació' del sistema -i si s'admet que encara resulta inevitable plantejar quina és la raó per la qual aquella preparació és l'adequada-, el següent pas de la resposta propensional seria fer una indicació com la que feta pàgines damunt (VIII.1.2.) quan intentàvem dur una certa netedat al concepte propensional contestant a crítiques alternatives: l'extracció de l'urna és la causa-esdeveniment de la bola que surt d'un color determinat, però és una propietat disposicional la raó o causa que l'extracció sigui la causa esdevenimental (o instrumental) de, i és la propensió (que en primer lloc s'ha de remetre a la proporció de boles de colors dins l'urna) la causa que una sèrie suficientment llarga d'extraccions ofereixi uns resultats estadístics on aquesta enunciació estadística adquireix, ara, caràcter legal. Segons la perspectiva propensional, la demandada comprensió física de la preparació de les condicions exigeix com a principi que aquesta característica de les condicions no sigui fonamentalment distingida de la naturalesa de les lleis, sinó que, a l'inrevés, adquireix legalitat. Això és, la preparació dels sistemes en una distribució donada de condicions inicials troba la seva naturalesa legal en la 'propensió', és a dir, en la causa o raó per la qual aquelles condicions comparteixen unes evolucions estadístiques característiques. Llavors, en primer lloc, aquella remissió de la probabilitat a les condicions en què es prepara inicialment el sistema no suposa una distinció amb la legalitat com sembla pretendre Sklar, on aquella legalitat queda circumscrita a aquella corresponent a les evolucions descrites sota una dinàmica determinista. La situació sencera que estableix aquella 'propensió' ha de visionar-se físicament en la reflexió cosmològica, aquest és el lloc on la asimetria temporal trobarà la seva comprensió física com a tret fonamental de l'estructura del món. Sens dubte que la cosmologia és un lloc de reflexió massa obert, on les mateixes dades al costat de les quals poden exercitar-se les reconstruccions teòriques es troben elles mateixes radicalment sotmeses a especulacions como no passa potser tan palesament en altres àrees de la ciència física. Per tant no podem ampliar la nostra defensa en la investigació del detall d'aquelles diverses especulacions amb l'objectiu d'una recerca que arribi a assenyalar com es pot situar en el context cosmològic la asimetria temporal en rivalitat amb altres alternatives diferents. En tot cas seria encara una discussió massa oberta. De qualsevol manera, i encara que no pugui acomplir-se amb satisfacció la demanda que representa Sklar de trobar una raó física o un lloc teòric per al temps, i, per tant, d'una justificació de la distribució de probabilitats que condueix a la conducta asimètrica, tampoc no és impossible trobar representacions cosmològicament adients per a la realitat temporal:

"Si tinc raó d'afirmar la asimetria entre el passat i el futur -el tancament del passat i l'obertura de l'avenir-, llavors aquesta asimetria ha de poder representar-se en l'estructura de la teoria física.

Aquesta exigència és perfectament satisfeta per la teoria especial de la relativitat de Einstein."¹⁷

Però, en relació al tema de la nostra discussió central, en qualsevol cas, ara estem lluny de l'afirmació subjectivista de Fetzer per als jocs d'atzar i per a la mecànica estadística,

plantejada com a no problemàtica i definitiva, com si pogués ésser establerta només com per una bàsica qüestió de definició, sense previs i ulteriors exàmens que omplin i decideixin el seu contingut.

1. Criteri de compatibilitat lògica interteòrica

Sklar sembla plantejar el tipus de qüestions que Hempel¹⁸ anomena "preguntes que demanen raons o preguntes epistèmiques", que demanen raons per a creure que p -on el lloc de p és ocupat per una oració empírica que detalla els fets a explicar-, per a la creença en la seva veritat, per a donar raons en sosteniment de l'enunciat-explanandum, mentre que en una *explicació* es "pressuposa que l'enunciat-explanandum és vertader", i es busca per què es dóna el cas que p . Encara que, com diu Hempel, sempre hi ha una resposta potencial al *perquè* epistèmic des de la resposta adequada al *perquè* demanat per l'explicació.

També afirmava Hempel que no hi ha una inequivocitat de criteris formulables per a prendre una decisió "sobre si una explicació ha de considerar-se com a nomològico-deductiva o estadística formulada el·lípticament, com una explicació parcial, com un esbós d'explicació o, potser, de cap d'aquestes maneres"¹⁹. Sí que s'han de captar els supòsits bàsics no formulats i comprensibles contextualment, com veure la *intenció* de l'explicació. Només és una qüestió d'*interpretació judiciosa*. Tampoc no és un assumpte decidible només analíticament l'opinió "sobre quines lleis són vàlides a la natura i quins fenòmens poden ésser explicats"²⁰; el basament d'això es troba en allò que ens ofereix la *investigació empírica*. Ara bé, al fil d'aquests comentaris de Hempel sobre la qüestió de la discriminació en certs casos del tipus d'explicació segons els seus models, la situació és decebedora pel que fa als nostres problemes valoratius sobre la fixació de la qualitat de l'explicació mecànic-estadística. Perquè nosaltres hem vist que aquells criteris científics -la investigació empírica que segons el bon criteri de Hempel ens ha de permetre decidir sobre els contextes explicatius i la validesa de les lleis involucrades- no han estat suficients per a la decisió sobre l'acceptabilitat de les explicacions desenvolupades en la M.E., fins al punt que, sobre qüestions de fonaments, encara es discuteix la interpretació estadística de la segona llei, qüestionant, en conseqüència, la seva validesa com a llei fonamental.

Sklar ens havia assabentat que a altres llocs de la ciència física també es triava la característica condició inicial. Ell demandava que això en el cas de la teoria probabilista a la M.E. encara necessita certa justificació, perquè encara no s'ha establert que aquella elecció correspongui a la realitat dels sistemes al món. Hauríem de veure si Sklar consideraria que aquella demanda s'hauria de mantenir, amb el mateix èmfasi i la mateixa consideració de la seva envergadura, per a aquells altres llocs on també s'ha fet ús el procediment similar. Potser, amb voluntat, exigències d'aquella mena es podrien estendre, *mutatis mutandis*, a totes les àrees de la ciència física i a la física sencera com un tot qüestionat. Per forçar la raonabilitat que la demanda -potser discriminatòria- de Sklar té a la M.E. com a teoria probabilista, sospitem que en aquesta àrea la demanda adquireix una diferenciada

insistència especial i particular. Hi hauria una poderosa raó per a un cert èmfasi discriminatori: l'existència d'una inconsistència d'allò que s'enuncia a la comprensió mecànico-estadística de la naturalesa dels fenòmens termodinàmics amb la capacitat de les lleis fonamentals dinàmiques per a la reversió dels processos. Però és que a més a més gravita la visió determinista de l'evolució real del sistema per microstats exactament especificats. El pes d'aquesta visió, considerada com a representació legal del procés real, més aquella associada discordança, fa palesa la separació de les probabilitats del status corresponent a les estructures legals del món (i fins i tot obliga a una cosmologia amb una situació coherent amb l'ergodisme, amb una fonamental invariància simètrica del temps sota reversió, és a dir a la visió subjectiva de la fletxa del temps -rebutjada pel realisme popperia).

Però convé afegir algun comentari sobre la naturalesa de les exigències explicatives que fa Sklar, també amb la intenció de veure d'una altra manera com des d'aquestes demandes no pot oferir-se caràcter legal i teòric a les probabilitats. Com hem dit, Sklar demana informes *físics* de la conducta irreversible dels fenòmens termodinàmics, i en associació amb això també de la distribució de probabilitat sobre les condicions inicials que intervenen en aquella conducta (distribució que es considera com l'origen més localitzat que tenim d'aquella asimetria temporal). També, hem indicat que es considera fonamental que aquella explicació *física* ha de reflectir una certa coherència o encaix amb els trets d'una situació dinàmica subjacent i la seva estructuració legal.

Però podria ocórrer que aquesta demanda no correspongués a una realitat. Postular una teoria probabilista és, en efecte, negar aquella correspondència amb les conseqüències de la teoria determinista subjacent. Resulta difícil de comprendre quina és la manera en la qual les demandes de les quals Sklar es fa ressò no comparteixen (es poden separar de) la creença que les probabilitats són insuficients per a donar compte de la realitat "sencera". Aquesta realitat, es declara, és l'assumida subjacent dinàmica determinista, que suposa l'assumpció d'una interpretació subjectivista de les probabilitats. Nosaltres també hem assumit aquesta estructuració determinista, allò que hi afegim és que en certes composicions amb elements de determinades realitats no es produeix una operació d'arrossegament de totes les estructuracions, de tota la informació estructural que contenen, és a dir, de tots els aspectes, entitats, relacions presents,... Això constituiria una saviesa "idiota", inútil, cega a les reestructuracions dels lligams en els esdeveniments. En una teoria realista de la probabilitat es considera que, sobre un relatiu basament determinista, la probabilitat assenyala una realitat, la irrellevància d'aquelles estructuracions deterministes en un cert nivell d'integració o de realitat. I això és una conjectura.

Una conjectura que s'acobla a uns fenòmens dels quals podem tenir unes certes evidències, com la direcció temporal o la conducta d'un gas tancat en un extrem del contenidor que és alliberat d'aquesta lligadura. Quines raons realistes es poden presentar per al rebuig d'aquesta conjectura? Sklar planteja una demanda raonable: l'establiment d'allò que considerem una estructura explicativa on

intervenien la constitució microdinàmica i les seves lleis exigeix que aquests elements intervinguin de ple dret. Aquesta intervenció és una demanda de compatibilitat lògica a la M.E. (que explica la termodinàmica des de la mecànica) amb la mecànica. En últim terme les probabilitats no seran autònomes, han d'ésser produïdes per alguna mena de combinació d'aquells ingredients. Això es pot acceptar, però la demanda va més a fons, significa donar compte i harmonitzar la asimetria temporal entròpica amb la reversió temporal simètrica; han de tenir consistència les probabilitats amb el determinisme. Això significa que les probabilitats poden ésser acceptades però no com a tret teòric, perquè tenen un problema d'inserció amb la teoria establerta. D'aquesta manera és difícil veure com tot això no desembocarà en una contemplació de les probabilitats com a visió deficitària de la realitat (la direcció temporal ja ha quedat establerta d'aquesta manera), i, per tant, com una teoria subjectiva. Encara que això darrer no s'exposi a l'examen de Sklar, la negació de la probabilitat com a realitat amb un rol estructurant queda apuntat en l'exigència, perquè, en la nostra opinió, serà inevitable que les probabilitats sempre estiguin sota una exigència de justificació (des de la perspectiva determinista) que mai no s'assolirà per raó d'una exigència de caràcter teòric: perquè corresponen a una composició rellevant de la realitat, i no a un mer substitutiu parcial d'una rellevància determinista. Però, sota els comentaris de Hempel, es pot examinar si la unificant exigència de compatibilitat teòrica és tan inevitable i raonable com sembla des del seu prestigi.

Relacions de dependència o determinació entre certes magnituds (com la dependència de la pressió d'un gas de la seva temperatura i del seu volum expressada en la llei de Boyle) impliquen que la vinculació entre aquelles característiques s'exerceix en virtut d'alguna llei empírica general.²¹ Això condueix a la distinció de diversos *nivells d'explicació*, i.e., que un mateix fenomen pot explicar-se "per un conjunt de diferents graus de generalització."²² L'exemple paradigmàtic d'inclusions de lleis és, com exposa Hempel, el fenomen del canvi posicional d'un planeta des de les lleis de Kepler, des de la de la gravetat i des de la teoria general de la relativitat, però també el fenomen de la dilatació dels gasos amb l'augment de la temperatura i la pressió constant des de la llei dels gasos, la qual és explicada per la teoria cinètica de la calor. Al costat del seu estudi del tema de l'emergència, Hempel dóna molta importància a l'explicació dels fenòmens en funció de teories microestructurals. Aquesta *jerarquia explicativa* mitjançant principis amb diferent globalitat s'insereix en el cor de la concepció hempeliana de l'explicació on el concepte clau és el d'abastament de les lleis, el de subsumció d'un fet particular o d'una uniformitat sota una llei o principi més general. La plena consideració de la subsumció explicativa arribaria a la construcció d'una xarxa deductiva composta per lleis que d'aquesta manera podria arribar a assolir connexions interteòriques. L'establiment de relacions de subsumció sembla que pot servir per a l'explicació de la validesa d'una llei:

"el mètode de l'explicació nomològico-deductiva [...] pot servir per a l'explicació del fet que una certa llei sigui vàlida demostrant que és subsumible de la mateixa manera [*que ho és un fet particular, vol dir Hempel*] sota lleis o principis teòrics més globals."²³

No sabem si aquesta apreciació que fa Hempel significa que un dels criteris decisius per a la validesa d'una llei és la seva subsumció deductiva sota lleis més generals o profundes, generalment en el camí corresponent a àmbits avançats vers la microestructura, fins a assolir relacions interteòriques *reductives*. Llavors això podria provocar el pensament que una subsumció inductiva o merament estadística atorgaria validesa a la llei subsumida sota el supòsit d'una subsumció deductiva de fet subjacent. Com que aquesta concepció general havia estat sotmesa a crítiques, Hempel tingué cura d'advertir que quan ha proposat la seva noció d'explicació no defensa (mitjançant la subsumció entre lleis o generalitzacions empíriques en una jerarquia explicativa connectada lògicament que, a més, tindria l'horitzó de reduir microestructuralment les propietats emergents) la subjecció de l'acceptabilitat de les teories a la consistència interna amb teories prèvies acceptades que conformen un paradigma establert:

"En realitat, el model *D-N* d'explicació només concerneix a la relació entre l'explanans i l'explanandum i no implica en absolut res sobre la compatibilitat dels diferents principis explicatius que podrien acceptar-se successivament en un camp determinat de les ciències empíriques. En particular, no implica que una nova teoria explicativa només pugui acceptar-se amb la condició que sigui lògicament compatible amb les acceptades abans."²⁴

XII.2.2.-Impossibilitat de la Intel·ligència Laplaciana del món

1.Indistingibilitat lleis/condicions en els postulats sobre l'Univers

La realitat de la ignorància significa que és falsa la imatge laplaciana d'una intel·ligència omniscient, que l'univers no duu inscrit la seva evolució posterior. La visió determinista és la que ha vingut *suggestida* fins ara per la ciència o al costat d'ella, la imatge laplaciana del món: la impredictibilitat només té el seu origen en insuficiències exclusivament atribuïbles al nostre coneixement. Però el món, en si mateix -com a objecte sencer del seu coneixement complet- és totalment impredictible.

Però un territori prou especulatiu de la ciència com és la cosmologia pot ésser usat, com fa Layzer, per a la il·lustració d'una idea del món que no sigui la laplaciana-determinista del món. Així, segons la seva visió, en el cas de l'Univers, aquell coneixement complet laplacian és en principi impossible, com sigui que aleshores es tracta de la definició d'un sistema únic on les condicions inicials són la primera baula d'una cadena causal d'una manera que no poden ésser deduïdes des de condicions inicials anteriors:

"Les condicions inicials que defineixen l'Univers no són menys úniques que les lleis. Així, una de les distincions clau entre lleis i condicions inicials -la unicitat de les lleis davant la multiplicitat de les condicions inicials- deixa de funcionar en el nivell cosmològic de descripció."²⁵

El seu contingut informatiu mai no serà explicat: "De fet, només una fracció insignificant podrà ésser coneguda alguna vegada."²⁶ El tret regular que emana d'un conjunt de condicions inicials pot explicar-

se per la remissió a altre conjunt de condicions antecedents, ja que ambdós conjunts de condicions es troben vinculats per processos físics que transmeten la regularitat. Però el sistema físic més inclusiu que coneixem és l'Univers, després no hi ha res des d'on deduir les condicions inicials; podríem dir que és l'únic sistema no nidificat, que no té cap altre sistema $n+1$ per damunt. En veritat, aquestes condicions "extraordinàries" són més lleis que condicions auxiliars: "El postulat d'uniformitat còsmica no és com altres condicions inicials."²⁷ Per tant, la contingència i l'especificitat d'aquestes darreres es transmuta, en el cas de les condicions inicials cosmològiques, en els trets atribuïts ordinàriament a les lleis: la potència determinativa dels aspectes universals i necessaris dels fenòmens. Resulta, doncs, que es dilueix la distinció entre els dos constituents que componien l'explanans d'una explicació. Aquesta espècie de fusió, que fa que quedin difuses les línies que separen els components de l'esquema hempel·lià d'explicació, impossibilita, per tant, el model mateix que estava, en la seva versió més nomològico-deductiva, ben representat per la metàfora laplaciana de la Intel·ligència omnipresent, la qual, armada de les lleis i amb un coneixement detallat de les condicions inicials rellevants, determinaria els estats futurs de la situació en procés.

Les idees exposades per Layzer es recolzen en últim terme en especulacions de postulats sobre les condicions inicials, la uniformitat i la isotropia de l'univers, en afirmacions especulatives com la infinitud de l'univers; i encara que raonades científicament, fent ús d'evidències i dels continguts explicatius de teories físiques, no veuríem com distingir d'una manera resolutive una decisió enfront d'altres especulacions rivals. Enfront d'això, Layzer raona que no existeix altra situació possible, no hi ha escapatòria científica al fet que les nostres afirmacions sobre l'Univers hagin de contenir postulats d'un mode irremeiable: "El coneixement científic sobre l'Univers no podrà ésser res més que una minúscula illa en un vast mar d'invencible ignorància."²⁸

Como veïem en II.2. una explicació científica requereix de lleis més un conjunt auxiliar de condicions inicials com a components del seu explanans, des d'això es deduirà un fenomen resultant. Recorda Layzer que d'una manera convencional s'entén que la temporalitat de les condicions inicials constitueix més aviat l'aleatorietat present en el fenomen, mentre que el component regular és recollit per la llei. Els processos que enllacen les condicions inicials als seus efectes es troben determinats per les lleis físiques bàsiques una vegada aquelles condicions es troben especificades. En la pràctica o context de descobriment, el coneixement per separat de condicions i processos és un coneixement interdependent que necessita mútuament d'ambdós. L'especificació de les condicions és, tanmateix, necessària per a establir la determinació legislativa del procés. Al llarg d'aquesta exposició, Layzer va fent ús de l'exemple de la teoria de la formació estel·lar. Així, les condicions sota les quals les estrelles es formen estan enllaçades als seus efectes -com el perfil estadístic de les masses estel·lars inicials- mitjançant processos determinats per lleis físiques bàsiques. El tret aleatori consisteix que aquesta teoria sobre el mode de formació dels estels no proporciona una raó per a assignar una determinada massa inicial a una estrella particular qualsevol, no obstant això prediu aquella distribució freqüencial

de las masses estel·lars inicials que ens diu quina quantitat d'estels tenen la seva massa inicial en un interval específic de valors. Però, per a fer aquesta predicció es necessita informació sobre les condicions rellevants sota les quals els estels es formen; per tant, també en les condicions hi ha un component regular que permet establir aquell resultat estadístic, component que no pot deduir-se exclusivament des de les lleis, recorda Layzer.

2. Irreductibilitat de l'atzar: el Principi Cosmològic Fort i l'ordre al món

Una hipòtesi simplificadora per a la restricció constructiva de models cosmològics ha estat un postulat d'uniformitat còsmica de Hubble i Einstein, o Principi Cosmològic, el qual afirma l'equivalència direccional o isotropia, no hi ha una direcció preferida per a la contracció o dilatació espacial, i la homogeneïtat espacial de la repartició de la matèria-energia; per tant, "en qualsevol instant, les propietats mitjanes de l'Univers astronòmic són les mateixes a totes les parts de l'espai, i són les mateixes a totes les direccions de qualsevol punt donat." Sota aquest postulat, que té la confirmació de l'uniforme mar de fotons de la radiació còsmica de cos negre, el 'Principi Cosmològic Fort', *PCF*, és postulat per Layzer com l'afirmació explícita que "cap propietat estadística de l'Univers escull una posició o una direcció preferent."²⁹ Hi ha, doncs, una "equivalència de totes les posicions en l'espai i de totes les direccions en cada punt de l'espai."³⁰ Per consegüent, el postulat sosté, diu Layzer, que, de cap manera, una descripció completa³¹ de l'estat inicial conté cap informació que defineixi direccions preferides en algun punt de l'espai ni posicions preferents.³² Això, segons Layzer, s'oposa a un atzar que fos resultat de la nostra ignorància, un atzar on s'assumeix que hi ha una quantitat d'informació rellevant que resulta desconeguda per a nosaltres i que seria continguda per una descripció completa de l'estat inicial. Encara més, en virtut de la seva postulació d'una simetria fonamental a l'Univers, el *PCF* té como a principal implicació allò que Layzer anomena '*la indeterminació cosmològica*', que pot quedar expressada en l'afirmació que "una descripció completa de l'Univers conté només informació estadística"³³ i la seva complementària: "la informació no-estadística sobre l'estat de l'Univers com una totalitat és objectivament inexistent."³⁴ Si les "propietats mitjanes són les mateixes en cada punt de l'espai"³⁵ (i si a més l'univers és infinit,...), només una informació *estadística* pot oferir una descripció *completa* de l'Univers real.

Per tant Layzer defensa una aleatorietat irreductible o objectiva, com també l'objectivitat de la conducta irreversible. Almenys hi ha dues classes d'indeterminació al món. La quàntica³⁶, MQ, que es pot il·lustrar amb l'atzar que figura en una descripció de la desintegració radioactiva. També la cosmològica; segons Layzer aquesta indeterminació consisteix en "l'atzar que figura en una descripció estadística completa de l'Univers", i ambdues estan relacionades. Aquest lligam, en principi, pot semblar gairebé obvi, ja que si es considera un atzar objectiu per a la mecànica quàntica, llavors l'atzar irreductible a l'univers "pot existir només en un univers les lleis més fonamentals del qual són quàntiques més que clàssiques."³⁷ Per tant, afirma l'autor, hi ha una sola classe d'atzar. El

suport a la creença d'una ciència física objectiva -com també sostenia Einstein-, d'una ciència que dóna compte de l'existència -independent de l'observació humana- d'una realitat física, va consegüentment unit al rebuig de les interpretacions de la MQ tipus Heisenberg o similars, on la Física "crea" la realitat en ¡la seva interacció! amb els aparells de mesurament dels observadors humans. (D'acord amb aquest rebuig del "irrealisme", quedaria, en tot cas, subjacent com a vàlida la creença que la nostra ment -com a part o estadi de la realitat- pot interpretar amb certa fidelitat la realitat). Però -a diferència de Einstein-, Layzer afirma l'existència objectiva de l'atzar. Davant aquesta aleatorietat com a propietat objectiva de l'Univers, que no sorgeix com una conseqüència de la ignorància humana, no hi ha un Dimoni laplacià. Una Intel·ligència d'aquest tipus no pot existir enfront d'un atzar irreductible que no pot ésser comprès com el resultat de la nostra escassa capacitat d'emmagatzematge i processament d'informació. Layzer sosté dues raons per a aquesta declaració: a) perquè hi ha massa poca informació en el món, i b) perquè el futur no és enterament predecible.

Això és, la Intel·ligència de Laplace i Einstein no pot existir perquè hi ha un atzar que és conseqüència "d'una simetria fonamental a l'univers, l'equivalència de totes les posicions en l'espai i de totes les direccions en cada punt de l'espai."³⁸ Recordem que, como hem dit en tractar de la inevitabilitat de suposar postulats, en el cas de l'Univers, condicions inicials i lleis es desfiguren com a idiosincràtiques i dissolen l'esquema hempel·lià d'explicació, model que concretava particularment una base de l'omnipresència de la Intel·ligència laplaciana: la seva constitució legislativa sobre els estats dels sistemes mitjançant el coneixement de les dades mecàniques rellevants. També, quan exposem la caracterització que Layzer fa d'una 'descripció completa' hem d'esmentar la irrellevància de la informació microscòpica detallada, això per si mateix impugna el coneixement laplacià del món mitjançant l'especificació precisa de totes i cadascuna de les seves partícules. El vast coneixement de la Intel·ligència de Laplace, amb la seva saviesa de les posicions i velocitats de totes les partícules, "és complet en si mateix, no deixa cap lloc per a la informació sobre els estels, les galàxies, plantes, els animals o els estats de la ment", "és desproveït d'ordre macroscòpic."³⁹

Per la complicació que generen les idees sobre l'ordre i les seves nocions físiques, sobretot la directament associada a la ME, convé fer un cert parèntesi però el més proper possible al propòsit d'aquest apartat. Així, una manera de donar compte físicament d'aquell ordre macroscòpic en l'evolució de l'univers és la tesi de Schrödinger quan afrontà els dos fets antagònics, el camí inexorable vers el desordre en qualsevol sistema aïllat, segons la segona llei termodinàmica, i una evolució al cosmos en direcció a l'evolució neguentròpica oposada a l'anterior evolució. Ell fa resoldre aquesta contradicció restringint aquesta evolució neguentròpica als sistemes que intercanvien energia amb el seu entorn:

"Tot procés, succés o esdeveniment -com hom vulgui anomenar-ho-, en una paraula, tot el que passa a la Natura, significa un augment de l'entropia d'aquella part del món on ocorre. Per tant, un organisme viu incrementarà contínuament la seva entropia o, com també pot dir-se, produeix entropia positiva -i per això tendeix a aproximar-se al perillós estat d'entropia màxima que

és la mort-. Només pot mantenir-se lluny d'ella, és a dir, viu, extraient contínuament entropia negativa del seu medi ambient, això és una cosa molt positiva, com de seguida veurem. Un organisme s'alimenta d'entropia negativa. O, expressant-ho menys paradoxalment, el punt essencial del metabolisme és el punt on l'organisme aconseguix alliberar-se a si mateix de tota l'entropia que no pot deixar de produir mentre estigui viu."⁴⁰

Mitjançant la continuada ingestió d'entropia negativa o absorció d'ordre del seu entorn, l'organisme retarda la seva caiguda en l'equilibri termodinàmic o mort. El tret característic de la vida de l'organisme és l'evitació de la ràpida caiguda dins l'estat inert de l'equilibri, mantenint-se, mitjançant aquell dispositiu, estacionari en un suficient nivell alt d'ordre. Popper, al contrari, rebutja que la característica d'un termòstat constitueixi la característica de la vida:

"la seva afirmació que la vida, per dir-ho així, extrau neguentropia de l'entorn és, segons la meua opinió, notablement acrítica. Ja que no diu a cap lloc que això no només val per a la vida, sinó també per a qualsevol estufa o motor de gasolina. Atès que també un motor treu gasolina del seu entorn, això és entropia negativa."⁴¹

Quan Popper recordava l'argument que l'evolució de la vida està connectada amb processos termodinàmics, amb processos de disminució de la temperatura més aviat que el contrari, això és d'increment d'ordre i amb disminució entròpica, ell objectava aquesta 'ingestió de neguentropia': un exemple de preservació de la vida com la incubació d'ous d'ocells mostra que en aquell període d'increment d'organització s'està donant més aviat el subministrament d'entropia que de neguentropia. A més a més, si bé en un organisme agonitzant de calor o de febre el que augmenta és l'entropia, també la disminució d'entropia es pot trobar no associada amb el manteniment de la vida, com és el cas, en canvi, d'un organisme que mor per congelació. Això contradiu la necessitat d'ingestió de neguentropia per part de l'organisme; davant la disminució entròpica per a donar compte de la vida, l'augment d'entropia es pot vincular no només a la mort, sinó també a la vida, i, també, la disminució entròpica és troba associada amb la mort.⁴²

Les màquines⁴³ no poden servir de model per a una comprensió de la naturalesa de la vida; però això no és el punt de la qüestió. Perquè quan Popper en aquesta conversació amb Kreuzer recorda el recorregut paral·lel entre l'augment entròpic, com a procés físic, i l'evolució de la vida, descrita per la teoria darwiniana, com a dos processos donats amb una direcció temporal i es fa càrrec que l'evolució biològica constitueix increment d'entropia negativa, entén aleshores que es presenta "un problema completament realista en un temps real"⁴⁴; és a dir, hi afegiríem, això no és el problema d'un subjecte desdoblant del món i en el seu propi deliri, almenys no en un deliri que no constitueixi el propi món.

"... hi ha un món real, un problema realista del temps, un problema realista del desenvolupament i un problema realista de l'augment d'entropia. Que tots aquests problemes són problemes en veritat reals i no meres al·lucinacions en el nostre esperit."⁴⁵

Però el que ens interessa en un enteniment de la vida des de consideracions termodinàmiques com el de Schrödinger és que s'insereix en l'argument més general que el decreixement

entròpic en un sistema obert no es troba en conflicte amb la segona llei termodinàmica, de l'increment entròpic, perquè la consideració de l'intercanvi energètic complet mostraria que l'entropia augmenta en el sistema sencer.

Popper⁴⁶ distingeix l'afirmació atribuïda a la seva tesi, que decreix "l'entropia total de l'univers en expansió, amb conservació d'energia, a causa del refredament causat per l'expansió" de la seva pròpia tesi, la seva conjectura que cada regió productora d'entropia és oberta vers alguna gran (potser infinita) acumulació d'energia com a explicació del fet que "en quasi-tots els sistemes suficientment grans (això és, regions espacials) coneguts per nosaltres, la producció d'entropia sembla ésser igualada, o fins i tot excedida, per la pèrdua d'entropia a través de la radiació de calor". Perquè, explica Popper, són bàsics per a la seva tesi els "arguments que mostren que sempre hi ha un flux d'energia en la forma de radiació, i també de la matèria, si assumim un Univers en expansió des d'un "volum geomètric ben definit" que sigui suficientment gran."⁴⁷

Un univers pres com espai *en expansió* no constitueix un sistema aïllat ordinari, on la suma d'aleatorietat i ordre és una quantitat fixa, de manera que hi ha una inevitable tendència al creixement de l'aleatorietat i un decreixement d'ordre, d'acord amb la segona llei. En l'expansió de l'espai, aquella suma és una quantitat que tendeix a incrementar amb el temps; d'aquesta manera, entre la màxima aleatorietat possible del medi còsmic i la seva aleatorietat actualitzada hi ha una diferència o buit que representa una forma d'ordre, diu Layzer.⁴⁸

La interpretació propensional participa d'una aproximació a l'atzar; intenta ésser un enteniment d'aquell concepte. Llavors, en tots els casos del nostre interès, l'aleatorietat es considera que no és un producte de la nostra imaginació o informació, sinó que té alguna mena de lloc a la realitat. Però, d'una banda, segons la interpretació que, tenint en compte la microestructura, es fa de la macroscòpica segona llei termodinàmica, els successos més *probables* són els més *aleatoris*, que són els més *desordenats*. D'altra banda hem invocat la probabilitat, la mancança d'informació completa determinista microestructural, com una aleatorització real que opera en els processos de la natura, com un mecanisme o *modus operandi* de la relació del micronivell amb els macroordenaments. I veiem en aquest apartat que també es tracta de no fer incompatible la presència a l'univers sencer d'un cert creixement entròpic amb la tendència universal a la construcció d'estructures ordenades, allunyades de l'aleatorietat com a desordre a on condueix aquell creixement. Ara veurem altra manera de conjugar aleatorietat amb ordre o creació seguint la reflexió estètica que fa Rudolf Arnheim⁴⁹. El seu treball constitueix també un intent de vincular les tendències creatives de l'Univers amb la seva tendència física entròpica o segona llei, la qual és destructiva. (El propòsit d'aquest intent de Arnheim és entendre la creació artística humana des de nocions no separades de les que poden aplicar-se a la comprensió de la natura).

Arnheim fa un repàs per una sèrie de nocions tractades per certs autors (com Herbert Spencer, Karl Ernst von Baer, Grant Allen, Gustav Theodor Fechner, S. Freud, Walter B.

Cannon); conceptes que s'entrecreuen fins la conclusió proposada per Arnheim. Així, és el cas de la heterogeneïtat contraposada a la dissolució destructiva, pas de l'indefinit a allò definit, els processos de creixent individualitat. De l'art com a font de gratificació, l'economia psicofísica com un mitjà de reduir la tensió, l'aspecte energètic del principi d'entropia. Els canvis i les diferenciacions alhora que un transcurs de disminució progressiva de la variabilitat fins l'estabilitat. El principi de plaer vers la quietud, vers l'estat inorgànic original, com una tendència de mort. El principi físic d'acció mínima i l'economia psíquica com a economia de mitjans. També, l'homeòstasi com a mitjà de conservar la vida en l'evolució biològica, en lloc d'impuls vers la dissolució mortal.

D'antuvi, hi ha una paradoxa en quant des d'un punt de vista estètic l'equilibri, la homogeneïtat i la simetria són equivalents d'ordre, al contrari del punt de vista físic, on les característiques de l'equilibri corresponen a la qualificació de desordre, que resulta del creixement entròpic. En efecte, sota una teoria de l'art, ordre i equilibri no són termes que pertanyin a camps antònims. Una distribució homogènia a l'*atzar* és un estat d'*ordre*, recorda Arnheim, encara que un grau d'ordre baix, un cas límit. L'equilibri és allò oposat al desordre; origina la quietud, consisteix d'una compensació entre forces, representa l'estructura més simple, constitueix ordre en quant representa la configuració més simple possible. Aquesta tendència a la simplicitat estructural, com a ordre, es manifesta en el nostre ordre perceptual i en la nostra comprensió, on és la manifestació conscient d'un fenomen fisiològic. L'ordre és una característica de la ment humana, i del funcionament d'una estructura, però també de la supervivència i de l'evolució biològica, com també és un fenomen físic universal. En un camp físic hi ha una reordenació de les forces antagoniques que el constitueixen cap a un bloqueig mutu que acaba en un estat d'equilibri, que resulta en una forma ordenada. Es tracta d'una harmoniosa tendència a l'ordre en tota la natura, tant de les tendències orgàniques com de les inorgàniques.

Ara bé, en primer lloc, per a l'assumpció de l'ordre des de l'estètica, i encara en certa compenetració amb la noció física, s'ha de fer una certa diferenciació de l'ordre de l'equilibri, a diferència de l'equivalència indiscriminada que s'havia fet al començament i que conduïa a una contradicció amb el punt de vista físic. Per tant, encara que tots els estats d'ordre arriben a la quietud ("cosa que significa que la distribució de forces i les formes resultants són les més simples i la més adequada concreció de l'estructura del sistema."⁵⁰) el criteri de l'equilibri no permet descriure tots els estats ordenats. Arnheim, seguint W. B. Cannon, recorda el caràcter incomplet d'una concepció d'ordre basada només en l'equilibri: també s'han de tenir en compte *els objectius*⁵¹.

A més de matisar una certa diferència entre ordre i ordenació⁵², en tercer lloc, i a diferència del punt de vista de la física, i altre cop apropant la noció d'equilibri a la d'ordre, s'ha d'inserir la tendència entròpica també en el procés creador. Això es fa traient fonamentalitat a l'entropia. S'ha de dir que si tinguéssim en compte la relació entre la *forma* i la *funció*, la distribució de les cartes obtingudes per la seva barreja (el moviment a l'atzar de les partícules) constitueix, encara que un baix

nivell d'ordre, un ordre. Arnheim es fa càrrec de dues tendències còsmiques: vers el desordre (principi d'entropia) i vers l'ordre geomètric (en els cristalls, les molècules, els organismes, etc.). L'entropia només és un patró de mesura, ni una força, ni permet la descripció d'un procés de la natura: l'univers en general no opera per mescla. Ara bé, encara que el procés entròpic no és pròpiament la manifestació d'una legítima força còsmica, l'entropia resulta de dues espècies fonamentalment diferents de processos, diu Arnheim. Un és el *principi de reducció de la tensió* (o disminució de l'energia potencial) mitjançant la simplificació. Per tant, l'increment entròpic obeeix a dos tipus d'efectes molt diferents, explica Arnheim, i ambdós duen a la reducció de la tensió: "la tendència a la simplicitat, que promou l'ordenació i la disminució del nivell d'ordre" i "la destrucció desordenada"⁵³. Però només mitjançant aquell principi còsmic de reducció de la tensió, el qual promou la "regularitat", quedaria incompleta la descripció de l'ordre. Es tracta només d'un aspecte de l'ordre. Es requereix una tendència contrària a aquells dos fenòmens. La tendència *anabòlica* correspon al principi còsmic de creació de formes, explica l'estructura d'àtoms i molècules, es tracta del poder d'unir i d'alliberar. Aquesta tendència constitueix el *tema estructural*. Aquest tema és explicat per Arnheim com l'ordre resultant, el joc antagònic de forces sobre el qual "actua la tendència equilibradora que condueix a l'ordenament més simple del tema"⁵⁴ sota les constriccions donades; el tema estructural crea una forma ordenada mitjançant la interacció amb la tendència a la reducció de la tensió. Així doncs, la tensió és introduïda i mantinguda per l'establiment anabòlic d'un tema estructural. El tema ofereix el missatge⁵⁵: "... el tema estructural de l'obra, l'esquelet, que tanca la clau del seu significat bàsic"⁵⁶. D'aquesta manera, assenyala Arnheim, el principi d'entropia té un aspecte d'ordre còsmic, a través de la reducció de la tensió, "no dissipant o degradant l'energia, sinó organitzant-la d'acord amb una estructura més simple i més equilibrada que pot assolir un sistema"⁵⁷, d'això que no pugui ésser adequadament descrit només com a destrucció catabòlica, com a tendència vers el desordre mecànic. Però, sens dubte, sense el contrapès del tema estructural (que és un factor de *complexitat*, directament creatiu) la tendència a la simplicitat per la plaent reducció de la tensió només condueix a una estructura mínima en un nivell d'ordre baix, i en el cas extrem a la buidesa de la homogeneïtat, o bé, l'esgotament (la corrosió, la fricció, la mera incapacitat) condueix a la desintegració estructural.

XII.2.3.- Descripció completa versus descripció microscòpica

1. Informació i probabilitat significativa com a propietats físiques

La totalitat considerada per Layzer (del tipus exigít per Atlan (vid. *Apèndix 4*) per a la teoria de la informació) té com a condició la seva ceguesa pel que fa a la significativitat dels membres individuals per a, en aquest tipus de connexió internivell, produir estructures en un altre nivell, que podem qualificar de creació d'ordre o nous ordres. En aquesta mena de consideració l'atzar es presenta com a objectiu i independent de l'observador, precisament aquí atzar vol dir

assignificativitat de la individualitat de cadascun dels membres; i.e., desconsideració o irrellevància de la seva peculiaritat, la qual se suposa representada en la màxima especificació de la seva descripció, l'informe de totes les seves propietats que fan del cas individual una situació determinista en la seva condició individual.

L'oblit de la informació proveïda per la situació determinista podria ésser entès com una abstracció o idealització, el que diem és que és rellevant, que obeeix a una situació real, que la manera que tenim de teoritzar-la dins el nostre context tradicional de discussió és mitjançant un traç propensional. Aquesta abstracció de la situació individual (determinista i se suposa, segons alguns, que hauria d'ésser com a tal situació especificada màximament també determinadora i reductora de la situació en el macronivell) és rellevant com ha estat rellevant en certes situacions físiques l'abstracció de les perturbacions que efectuen les idealitzacions deterministes (vegeu XI.2.1.).⁵⁸

Quan es fa una afirmació que sembla una hipòtesi sobre una descripció de l'univers, com quan Layzer diu que 'només informació estadística és present en una descripció completa de l'Univers', s'està afirmant una hipòtesi sobre l'univers mateix. No ens hem de deixar dur, adverteix Layzer, per les connotacions subjectives que 'informació' té com a descripció d'un estat del nostre coneixement sobre algun objecte exterior, ni pel seu similar ús per a qualificar la conseqüència cognitiva d'una descripció teòrica. En aquest aclariment que fa Layzer s'exposa l'exigència que el seu punt de vista ens reclama per al tractament de paraules com 'informació' o 'probabilitat' en els contextos de teories físiques com la que ens ocupa (la M.E.c.). El que Layzer afirma d'informació és que és quelcom tan objectiu com quantitats com 'massa' i 'energia'. Totes elles són conceptes que han d'ésser vists com a pertanyents a un mateix nivell: 'informació' no és una paraula d'ús exclusivament metateòric enfront de termes amb referència física com massa i energia, ja que 'informació' es diferencia d'aquestes dues darreres "per ésser una propietat de l'Univers com un tot sencer més aviat que dels sistemes individuals."⁵⁹ Els termes 'probabilitat' o 'estadística' sovint apareixen vinculats al de 'informació'; doncs bé, Layzer exposa que tot això que diu de la informació val per a la 'probabilitat'. Si la massa és una de les propietats d'un sistema particular donat, una mesura de probabilitat sobre un succés és una propietat d'un infinit col·lectiu d'esdeveniments on el succés pot realitzar-se. (Perquè els esdeveniments són inherentment indistingibles -en virtut del *PCF*- les seves propietats també ho són, d'algun mode implícit, del col·lectiu infinit sencer, si més no una propietat comuna a tots ells en la seva condició de membres del col·lectiu en qüestió).

Sembla que parlar d'un conjunt d'objectes o successos hauria de marcar una important diferència en la naturalesa de les seves propietats en resguard a la naturalesa de les propietats dels sistemes individuals. Però no ha d'haver-hi una raó clara per a tal sospita i molt menys quan es tracta amb un sistema de molts objectes, com l'Univers, o quan les propietats adscrites a un sistema particular poden prendre la seva justificació, o almenys la seva postulació, d'afirmacions sobre el conjunt sencer de sistemes que compondrien l'univers. El que ens demana Layzer, quan afirma que

informació i probabilitat siguin vistes com a propietats físiques del món dels objectes d'igual mode que massa o energia, és que fem un esforç similar al que fem sense adonar-nos-en quan amb la major naturalitat pensem un àtom com un objecte, encara que sigui un tipus d'objecte molt minúscul del qual en grans quantitats es componen tots els nostres objectes quotidians. Per a la probabilitat, en canvi, tendim a pensar-ne en un tipus d'instrumental matemàtic sobre les nostres afirmacions referides a objectes; però la mateixa idea d'artefacte s'hauria de tenir sobre l'àtom una vegada la moderna ciència física ha desenvolupat aquesta construcció conceptual fins a esmicolar-la en una visió a penes comparable amb aquella noció "naïve" que tot i així encara posem automàticament en ús quan escoltem la paraula. Layzer ens recorda com la ciència usa i desenvolupa construccions teòriques com el 'àtom', i sosté la mateixa consideració per a la 'probabilitat'; només que aquelles elaboracions teòriques, insisteix, són termes per a coses que "realment existeixen", els "àtoms" existeixen, fins i tot encara que la seva concepció ingènua, la imatge orbital, ha estat abandonada fa temps, no era una al·lucinació ni exclusivament un enginy inventat per la nostra ignorància, sinó que referia una realitat, i la probabilitat també existeix en aquest sentit.

2. Objectivitat de l'in-determinisme al món

En III.1. indicàvem que les freqüències constituïen en la teoria propensional l'aspecte contrastable per a l'existència de propensions. També hem insistit que per a Popper les freqüències són l'efecte d'alguna cosa objectiva, física, donada en cada preparatiu experimental; això es reflecteix, v.g., en el fet que diferents preparatius experimentals donaran lloc a diferents freqüències estabilitzadores. En canvi, per a Fetzer, aquelles freqüències correspondran a probabilitats subjectives, i ja hem advertit (V.2.-I.) que, d'acord amb la seva pròpia concepció, això vol dir que aquestes freqüències no són vinculades a cap enunciat legal. També per a Schneider (VI.4. i VIII.1.) les freqüències són exclusivament un producte del nostre processament de dades limitat per la variabilitat paramètrica en la situació realment determinista. Altrament, Popper adverteix (VII.1.) que l'explicació dels resultats estadístics no pot proporcionar-se en la seva atribució a les condicions particulars en el nostre procediment de processar informació, perquè les freqüències són reals, són la conclusió observable (de les característiques que defineixen el dispositiu experimental sense cap intermediació subjectiva que desvirtuï l'objectivitat d'aquesta definició, la seva adequació a la situació físicament real); això exigeix una teoria objectiva. Schneider havia aprofitat el recurs de Popper a les freqüències estabilitzadores per accentuar que les propensions necessiten d'aquestes freqüències i, per consegüent, inquirir per a què volem les propensions, siguin en qualitat de concepte metafísic o com una nova entitat física. Però, la necessitat de convocar una teoria indeterminista, no tant com a exponent d'una insuficiència epistèmica general de les condicions deterministes, sinó més aviat com a solució -no aliena al context científic- a la insuficiència a la qual havia dut Popper a l'explicació determinista (en VII.1.), permetia a aquest autor l'ús de la noció de propensió com a suggeriment per a la

interpretació física de la teoria probabilista.

Però encara Schneider oferia arguments que buidaven de contingut explicatiu les propensions. Com hem vist, donava aquest contingut a diferents condicions experimentals per a explicar diferents seqüències freqüencials, a les condicions variables per a la diversitat de resultats (VI.3.-2.) i a les condicions invariables per a la producció de les freqüències relatives. També, a més a més, afegeix que si les propensions ocupen un lloc per ésser l'entitat física que podia donar raó de les freqüències observables, cal minvar el status fàctic d'aquestes darreres per mostrar que si hi ha quelcom que només les propensions poden explicar, aquest quelcom no és res físic. El desenvolupament d'aquesta afirmació és la demostració d'una altra afirmació de Schneider que acabem de fer esment: les freqüències són resultat del nostre processament de dades. Això s'explica no només indicant que emergeixen d'una situació que no és sencera -hi tenim condicions incontrolades-, sinó mostrant les dificultats intrínseques de les freqüències que ja vam assenyalar al llarg del capítol II i que assenyalarien la seva veritable naturalesa, dificultats que les neguen caràcter empíric i les redueixen a procediments introduïts pel caire insuficient que el nostre coneixement té de la situació. Assenyalava el problema de la convergència, el fet que seqüències finites, àdhuc llargues, no mostrin freqüències relatives estables, per advertir que les seqüències amb freqüències relatives amb convergència aparent no són conseqüència de cap llei d'atzar de la natura, sinó el resultat de la pre-selecció de seqüències que fa l'investigador per tal d'obtenir aquella convergència. Posat que la propensió, un concepte metafísic, expliqués les freqüències, no estaria donant raó de fets empírics abastables per lleis de la natura. Aquell problema s'entén com una conseqüència del fet que a la llarga seqüència d'identiques proves no és possible mantenir la constància dels paràmetres controlats -perquè amb l'ús es modifiquen, sigui el desgast del dau, l'estat de la màquina,...-, i llavors la convergència es tractaria d'un instrument idealitzador més de la realitat. Encara, tot i així, es té que aquesta idealització de la realitat es tractada per fer joc amb assignacions probabilístiques; és a dir, es formula precisament d'un manera que condueix a proposar mesures de probabilitat per a la seva descripció -obrint pas a una interpretació propensional d'aquesta probabilitat, que rep, d'aquesta manera, la crítica de Schneider.

En general es diu que unes condicions determinen un resultat, i en el cas probabilístic la forma equivalent seria dir que les condicions probabilitzen uns resultats possibles, però llavors dir, com ho fa la perspectiva propensional, que la probabilitat (en el sentit de propensió) és una propietat o depèn de les condicions, sembla una manera prou insatisfactòria de dir alguna cosa (vid. VIII.2.1.). Però el cert és que no s'ha trobat altra manera millor d'expressió. En efecte, una conjectura probabilista atribueix *probabilitat* a un *succés* singular que pot ocórrer o no ocórrer sota un conjunt de *circumstàncies* a les quals s'atribueix, corresponentment, la *propensió*.⁶⁰ D'aquesta manera, la probabilitat d'un resultat individual és el nombre que representa la força disposicional del conjunt de condicions per a la producció possible d'aquell resultat. A través de la noció propensional, "les

probabilitats són propietats disposicionals d'aquelles condicions; és a dir propensions"⁶¹. Si "les freqüències canvien quan canvien les propensions",⁶² també sembla que simplement es podria dir que al cap i a la fi les freqüències canvien quan canvien les condicions (de les quals depenen (o són propietat) les propensions, com demanàven les crítiques) i, per tant, evitar el pas de les misterioses 'propensions'. Però si no s'introdueixen les propensions, no es poden explicar les freqüències. Aquesta és la raó que la mera apel·lació a les condicions no sigui suficient, perquè això és apel·lar merament a una situació determinista que no és rellevant i no és explicativa. La remissió a les condicions, sense passar-les per la propensió generada per elles, això és, la remissió a la situació determinista no és explicativa (capítols VII, VIII i XI). És per tot això que la propensions no són un 'pegot metafísic estèril' i que les probabilitats no són subjectives.

Sens dubte, reconeix Popper, l'obtenció de nova, de més quantitat d'informació, "*pot* canviar les probabilitats"⁶³, però "un coneixement addicional no interfereix amb la probabilitat o propensió que caracteritza el preparatiu experimental."⁶⁴ Però no sols *pot* canviar les probabilitats, segur que les canvia si seguim la descripció determinista, fins a arribar a probabilitats trivials 1 o 0 . Però aquest coneixement no és *necessari* per a establir les proporcions freqüencials. Tampoc no és *suficient* si seguim l'argument central de Popper (VII.1.), perquè l'especificació de la condició suficient (determinista) en cada *prova*, és a dir, la remissió última als paràmetres desconeguts o condicions variables, per a ésser connectades amb funció explicativa amb les proporcions de resultats del conjunt de proves, necessita d'una hipòtesi estadística sobre el conjunt de condicions ocultes. Hipòtesi que en últim terme ha de remetre's a una coincidència miraculosa entre el col·lectiu estadístic de condicions inicials i el col·lectiu estadístic de resultats finals.

La perspectiva determinista pot estar d'acord amb la propensional que diferents preparatius experimentals -basats en paràmetres coneguts o controlats- produiran diferents resultats, individuals i de conjunt. Però dient que els paràmetres que varien al llarg de la seqüència d'una prova a l'altra -és a dir, les condicions ocultes- són els responsables per a la diversitat de resultats, és a dir per als resultats individuals, i que els que romanen els mateixos a cada prova són els responsables per a la propensió o tendència a produir freqüències relatives i la seva estabilitat, Schneider pretenia evitar que l'explicació determinista arribés a necessitar la invocació final d'una distribució estadística de les condicions inicials i l'explicació de la connexió determinista d'aquesta distribució amb la distribució estadística de resultats. Però les condicions inicials desconegudes no són només responsables dels resultats a cada cas singular, també han d'ésser-ho de les freqüències, perquè aquestes són proporcions o agrupacions de resultats individuals, mentre que els paràmetres coneguts que conformen el tipus experimental inclouen com a *inespecificades* aquelles condicions variables, perquè quan el preparatiu experimental especifica 'llançament d'una moneda' com a condició coneguda alhora especifica que (no només) desconexim (sinó que també no necessitem conèixer) les condicions precises de cada tirada particular. I sota la rellevància física d'aquest tipus de preparatiu una propensió o força disposicional

es troba representada a cada cas "individual" connectat amb els resultats freqüencials d'un conjunt de casos individuals. I la connexió no és epistèmica (no pot ésser exclusivament una representació del grau de desconeixement) perquè, repetim, un afegiment de coneixement no canvia les freqüències ni les probabilitats assignades al succés singular. Tampoc no són les freqüències les que expliquen les propensions, perquè hi ha propensió encara que no s'hagin produït les freqüències, és a dir, encara que no s'hagi repetit mai l'experiment, n'hi ha perquè el tipus estableix les condicions (que generaran unes propensions o unes altres). Les freqüències no poden explicar les propensions, com pretenia Schneider, perquè les freqüències no expliquen les condicions (i les seves forces generades per a un conjunt de resultats) que venen representades per la propensió o probabilitat.

En II.1.1. havíem dit que el problema d'identificar la probabilitat amb el límit de la freqüència relativa al llarg termini consistia que aquesta afirmació només és una hipòtesi, perquè és una hipòtesi l'existència del límit. Identificar la probabilitat amb el límit hipotetitzat és, per consegüent, no establir cap correspondència de la probabilitat amb el món real, perquè al món no hi existeix el cas ideal d'un nombre infinit de proves. Però aquest cas ideal es fa real si s'afirma que el món és infinit. Aquesta afirmació sobre el món és un postulat físic -a més l'infinit no és "observable"- que pot contemplar-se en la seva rendibilitat i coherència dins els enunciats acceptats i en discussió mútua a la ciència; si algú volgués afirmar que és una hipòtesi que, com també el mateix principi cosmològic fort, són deguts a la nostra ignorància, llavors gairebé ens trobaríem davant una afirmació que fa una qualificació que s'estén sobre el desenvolupament científic sencer. Nosaltres no volem afirmar que el coneixement sigui ignorant o fal·lible, això tant se val, sinó que el propi Univers és "ignorant".

La perspectiva propensional recerca la profunditat de l'associació entre freqüències i probabilitats. Les probabilitats necessiten mantenir-se (i per tant es requereix d'una teoria probabilista) perquè es refereixen al succés individual -atès que una teoria freqüencial no en pot donar compte, mentre que les freqüències només fan esment del col·lectiu, de la repetició de successos individuals. Allò que fa l'enfocament propensional és sobreposar-se a aquella perspectiva determinista superposant una major dimensió a l'assumpte, on es considera una situació de fet, òntica (i de cap manera epistèmica o no només epistèmica). Aquella associació (entre probabilitats i freqüències) remet a la vinculació entre succés individual i succés col·lectiu o massa (on aquest succés individual és "*repetit*" en certes condicions rellevants). Aquesta vinculació té caràcter de relació física abstracta, i el nostre coneixement ha de posar-la al descobert. El cosmos és succés massa, una individualitat que és repetició, aglomeració, associació,... de successos individuals. La interpretació propensional fa una afirmació indeterminista sobre la totalitat del cosmos, l'evolució del cosmos no pot deixar d'ésser caracteritzada amb l'esment de trets probabilistes. Això vol dir que no existeix una Intel·ligència Laplaciana, que el cosmos no pot ésser vist com a contenint a la manera determinista inscrits els seus estats futurs.

"La concepció contrària -la de Laplace- duu a la predestinació. Duu a la percepció que fa milers de milions d'anys les partícules elementals del 'Món 1' contenen la poesia de Homer, la filosofia de Plató i les simfonies de Beethoven de la mateixa manera que una llavor conté una planta; que la història és predestinada i, amb ella, tots els actes de la creativitat humana."⁶⁵

Com hem dit, la imatge laplaciana intentà expulsar la hipòtesi divina de l'explicació del món, però el preu d'això ha estat la seva reinserció total, difusa i no identificable (XI.3.2.). Ara bé: "Prenem l'indeterminisme com un fet cosmològic que no tractem d'explicar", diu Popper⁶⁶.

En la versió subjectivista de les explicacions estadístiques, les descripcions estadístiques signifiquen descripcions incompletes *sobre l'esdeveniment individual*, per tal com sorgien de mitjanes estadístiques sobre els valors dels paràmetres comuns d'una col·lecció d'esdeveniments del tipus considerat, donada la nostra impossibilitat de precisar tots els paràmetres involucrats, el microstat per a cada succés individual. Si, al contrari, una descripció completa només pot ésser una descripció estadística perquè, com diu Layzer, "el fragment més petit de l'Univers que podem descriure significativament és un col·lectiu"⁶⁷, llavors una descripció d'aquest tipus desconsiderarà la noció de succés individual: "els sistemes individuals no figuren en una descripció completa de la realitat física."⁶⁸ Que els detalls *singulars* del succés individual siguin irrellevants per a la descripció completa estadística d'un Univers infinit que satisfà el *PCF* vol dir que es prescindeix del coneixement precís del microstat individual: "una descripció completa de l'Univers manca d'una vasta quantitat d'informació microscòpica."⁶⁹ Per a algú que es malfici que una descripció estadística sobre una col·lecció fos realment completa, encara seria inexpugnable el fet que l'intent de la preterició del coneixement del microstat individual no aconsegueix evitar que aquest microstat resulti realment incognoscible; exigiria, per tant, una exposició de per què una descripció completa no pot ésser suplerta per informació microscòpica detallada.⁷⁰

Normalment s'esmenta als *diferents* microstats de cada esdeveniment-propietat resultant com la circumstància que impossibilita conèixer *el* microstat de cada membre individual del col·lectiu. D'aquesta manera, en una sèrie de tirades d'una moneda, per a les tirades que han resultat 'cara' hi haurà una multitud de microstats diferents que poden proporcionar aquell resultat determinat. Però, el *PCF* faria que, per a la descripció de la tirada de la moneda -pres com una il·lustració substitutiva del procés còsmic- amb resultat 'cara', siguin irrellevants les diferències individuals per a la descripció del succés tipus. El col·lectiu és l'entitat real bàsica de l'Univers físic. Una descripció completa de la realitat física es refereix només a col·lectius i no pas a sistemes individuals. Podem assimilar això servint-nos de les característiques mateixes de l'esquema hempelià de l'explicació, on una llei permetia deduir la realització d'un fenomen -i aleshores explicar-lo-, la seva incrustació en una descripció la dota de potència explicativa. Però encara que a la descripció d'un succés individual poguéssim especificar la seva exacta condició microscòpica rellevant per a la producció d'un resultat determinat, i àdhuc aplicar-li les lleis mecàniques, com en el cas de la tirada de la moneda per a poder

així seguir la trajectòria dinàmica del llançament coneixent en tot instant l'estat fins la realització efectiva del resultat sortir 'cara', encara, llavors, tindríem que les lleis així aplicades a la descripció de l'esdeveniment individual no li proporcionarien *potència explicativa*, perquè les lleis dinàmiques en aquest context descriptiu no abasten, no subsumeixen el tipus de fenomen 'tirada de monedes', en el qual l'interessant semblen ésser lleis que recullin les regularitats estadístiques que cancel·len les diferències individuals. Si la 'tirada de monedes' com a joc, abstracció que pot representar els intents cognoscitius, explicatius de contextes físics diferents, encara es pot presentar a dubte (per ésser el jòquer il·lustratiu del mateix aparell matemàtic de la probabilitat, cosa que sembla que el connota d'una asèpsia susceptible de qualsevol interpretació de la probabilitat), els recels haurien de desaparèixer quan la teoria concerneix els fenòmens col·lectius del tot universal. Aquelles lleis dinàmiques que explicaven el resultat del succés individual no oferien, no obstant això, una descripció completa del fenomen, que és una col·lecció (encara que sigui virtual) d'aquells successos individuals alhora sostrets de la seva individualitat, perquè no subsumeixen importants resultats del conjunt, i el conjunt és allò que és efectiu cosmològicament. I no abastaven legalment el conjunt perquè tenen a veure amb els seus aspectes microscòpics variants, però les propietats microscòpiques són irrellevants en aquests casos: una descripció completa de l'Univers manca d'una extensa quantitat d'informació microscòpica, com hem deixat indicat. També, quantitats d'informació microscòpica podrien ésser no informatives, o desinformatives, per a donar compte de fenòmens emergents o creació de noves estructures que abasten grans quantitats de microsuccesos, com hem proposat en tractar dels temes reductius (i també en XI.3.2.).

“Suposem que el món és *parcial* però no completament determinat. És a dir, suposem que els esdeveniments se succeeixen els uns als altres segons lleis físiques, però que hi ha de vegades una certa *folgança* en la seva connexió, que s'emplena amb seqüències impredecibles i potser probabilistes similars a les que coneixem per la ruleta, els daus, per tirar monedes a cara o creu, o per la mecànica quàntica.”⁷¹

En els termes de Layzer la mesura de probabilitat sobre un esdeveniment sembla no poder ésser aplicable a aquest esdeveniment individual d'una manera realista, i adquireix un caire freqüencial, perquè resulta caracteritzada com una propietat del col·lectiu infinit d'esdeveniments on aquell esdeveniment pot produir-se. Tanmateix, el succés individual es troba vinculat al col·lectiu (del qual és propietat aquella mesura) precisament mitjançant aquesta mesura, en virtut d'una indiferenciació o cancel·lació, neutralització, de la seva individualitat. Si aquesta indiferenciació és legítima (i per a Layzer és un postulat sobre la naturalesa de les condicions de l'univers) llavors la mesura de probabilitat és assignable legítimament sobre l'esdeveniment individual entès d'aquesta manera. Això refereix a la relació física entre l'esdeveniment i el col·lectiu del qual és membre, relació representada en la descripció del *chance set-up* o tipus experimental. En les paraules de Layzer, significa, com hem dit, que pel Principi Cosmològic Fort, que obliga a admetre una inherent indistinció entre els esdeveniments individuals, les propietats dels esdeveniments són implícitament

proprietats del col·lectiu infinit sencer.

Si l'entropia no és fonamental, i l'entropia és una mesura de l'ordre calculant la probabilitat, què és la probabilitat? En Arnheim, precisament per no ésser fonamental, l'entropia es remeteix a les seves arrels en l'estructura fonamental, a allò que Arnheim anomena ‘principis còsmics’ (vegeu XII.2.2.-2). Amb aquests principis el procés còsmic també està present (com a tendència a la destrucció) en els processos conservatius i creatius, evolutius. Per tant, la probabilitat que en la teoria de l'entropia va de la mà d'aquesta entropia també ha de tenir naturalesa objectiva.

Arnheim recorda la descripció física de l'entropia, on es troba associada amb el desordre. Segons aquest autor la raó d'aquesta vinculació és que en la teoria entròpica s'ometen els “conjunts d'elements individuals”, els microstats o ‘complexions’ de situacions globals. La física de l'entropia va de l'estat inicial a l'estat final d'un procés sense tenir en compte el mecanisme del procés, els successos dinàmics entre aquells estats extrems, el caràcter de les diverses espècies moleculars implicades. Des del principi d'entropia no es descriu l'estructura (atòmica):

“La seva unicitat estructural, ordre o desordre, no compta per a res, ni pot mesurar-se la seva entropia. El que importa és la totalitat d'aquelles innumerables complexions que se sumen per a construir un macrostat global.”⁷²

L'entropia és una mesura quantitativa del grau de desordre d'un sistema, mesura la destrucció de la forma, la dissolució de contextos funcionals o l'abolició de la posició significativa. Aquesta caracterització físico-entròpica es troba íntimament vinculada a la teoria probabilista, perquè el principi d'entropia defineix ‘ordre’ com a ordenament improbable d'elements, anomena desordre a la dissolució de tal ordenament improbable. I aquesta descripció física, comenta Arnheim, es fa amb independència del grau de bellesa estructural de la macroforma d'aquell ordenament. La noció de probabilitat es troba d'aquesta manera associada amb la de desordre, i la base de l'aplicació de la teoria probabilista és l'afirmació d'una *independència* entre els microconstituents:

“quan els físics usen el terme desordre en aquest sentit només volen significar que «els elements individuals amb els quals opera l'enfocament estadístic es comporten de forma completament independent els uns dels altres»”⁷³

Per tant, segons aquests comentaris de Arnheim és la incapacitat de l'enfocament probabilístico-entròpic per a donar compte de les característiques microestructurals allò que fa que aquest enfocament atribueixi una qualificació de desordre a l'equilibri. En realitat, aquell enfocament és un intermedi o pont entre la micro i la macroestructura. A aquesta darrera correspondria l'enfocament pròpiament termodinàmic, el qual sí que és veritable i completament cec a la microestructura; malgrat això, malgrat aquesta cegesa, aquest darrer punt de vista termodinàmic, macroscòpic, havia estat qualificat per Arnheim en termes de proveïdor de macroordre.

D'altra banda, no obstant allò, Arnheim reconeix que l'estat aleatori que acompanya l'increment entròpic constitueix una mena d'ordre. El moviment a l'atzar de les partícules és un tipus

d'ordre, de baix nivell d'ordre; aquest estat no significa estructura zero, sinó, més aviat, una cas límit d'estructura. I, com abans, la raó que es passi per alt l'ordenació inherent a la homogeneïtat d'una *distribució aleatòria* és perquè la *probabilitat estadística* del principi d'entropia no és més descriptiva d'una estructura. Però, sobretot, i això és el que ens interessa, aquell autor també reconeix el que nosaltres considerem com a irrellevància de la microestructura. Reconeix en l'enfocament termodinàmic una “ruptura amb el secular procediment de descriure una totalitat establint les relacions entre les seves parts més petites.”⁷⁴ Recorda el que nosaltres anomenem la posició subjectivista-determinista, quan els microsuccesos “eludeixen l'observació precisa”:

“Per a tothom dedicat a l'estudi de macrostructures ordenades, com les que exhibeixen les obres d'art, és interessant observar amb quanta ansietat i quantes excuses s'ha presentat a l'esperit occidental el descobriment que no és possible establir la causalitat per als elements més petits de la matèria. Es té la impressió que només es recorre als estats macroscòpics o molars com un mitjà d'eludir aquella calamitat i com un mal menor. En correspondència amb això, se suggereix que la regularitat macroscòpica només existeix perquè els microstats desordenats donen com a mitjana quelcom raonable.”⁷⁵

Afirma llavors que *lleis* macroscòpiques (com la de la tendència a l'equilibri) controlen o determinen els microstats, que en els elements aïllats constituents no reconeixem l'ordre contemplat en els macrostats. Aquesta és la raó que els microstats ofereixin mitjanes comprensibles. L'omissió dels microsuccesos s'ha de vincular amb la tesi que l'observació dels elements *no ofereix cap comprensió* de “la naturalesa i el funcionament de les totalitats”⁷⁶ quan la microestructura “pot tenir només una relació indirecta o menyspreable amb el caràcter dels corresponents successos globals.”⁷⁷ Un altre cop (com en els cometaris de Layzer sobre la Intel·ligència Laplaciana del món, o de Popper sobre la irrellevància del coneixement o teoria determinista sobre les freqüències i la seva estabilitat) la microestructura no ens dóna ordre, macroordre. Això dóna caràcter objectiu a la ceguesa, a la ommissió, des del tractament estadístic, d'aquella “observació precisa” o coneixement determinista. És a dir, que es necessita una teoria probabilista que justifiqui el tractament estadístic. És en aquest sentit d'emergència o no-reducció, ja comentat, i que corresponen a nocions per a descriure modes d'entendre la relació del tot amb les seves parts amb alguna funció (també, en termes de Arnheim, *missatge, objectius o tema estructural* de la “obra”); el teleologisme que pateix la interpretació propensional) que la probabilitat és real, que remet a l'estructura del món. I és en aquesta aproximació (propensional) a l'atzar que aquest atzar no posseeix les connotacions tradicionals d'una casualitat o un esdevenir completament cec, tampoc no és un resultat del nostre aparell perceptual, cognitiu, *sui generis*, separat de la naturalesa del món; com tampoc el determinisme, en relació al qual es caracteritza aquest indeterminisme ontològic, és únicament una conseqüència de la tendència a certes menes d'ordre per part de les nostres categories perceptives.

Per tant, com en Layzer, on una estructural indistinció entre els esdeveniments individuals implica que les propietats dels esdeveniments són implícitament propietats del conjunt d'esdeveniments individuals, també seguint les idees de Arnheim, com estem veient, es pot narrar que

l'estat d'independència total entre els elements significa la seva indistingibilitat, la qual cosa vol dir que tenen la mateixa funció en la totalitat, una igual posició: "tots els elements realitzen la mateixa tasca i, per consegüent són indistingibles"; això permet la inserció legal del cas singular en la seva repetibilitat en un col·lectiu virtual.

3. La dimensió epistemològica de l'indeterminisme ontològic

Hem recordat la crítica que recull Schneider (VI.4., VIII.1.) que adverteix que les freqüències no corresponen a fets empírics abastables per lleis (indeterministes) de la natura perquè hi pot haver àdhuc llargues seqüències finites que presenten divergència, i per tant les freqüències corresponen a una deliberada discriminació de seqüències amb estables freqüències relatives vers la convergència aparent, elecció prèvia que resulta del procediment operat per la manipulació d'un coneixement insuficient. Però la problemàtica a la qual assenyalen aquestes objeccions no justifica l'afirmació que la teoria probabilista té com a referència la nostra carència de coneixement (particular davant un ideal determinista de coneixement). En tot cas, apunta al problema de la cognoscibilitat del món (VIII.2.2., XI.3.1.) i la provisionalitat de totes les nostres teories. L'ús de teories probabilistes manifestaria més directament el problema que afectaria el nostre coneixement en general. Però les teories probabilistes fan també una cosa més, perquè si la provisionalitat i la incertesa és la nostra situació cognoscitiva, llavors també mostren l'evidència d'una realitat atzarosa, indeterminista, en la conducta del món. Aquesta conclusió (l'abastament ontològic d'un assumpte en primera exposició epistemològica (VII.2.)) és inevitable, perquè amb quin dret discriminariem aleshores entre teories deterministes i probabilistes entenent que l'objectivitat de les primeres respon a un sistema real del món però no les segones? No és suficient l'evidència que tenim d'haver produït teories deterministes i el suggeriment que això comporta d'identificar coneixement de la realitat amb coneixement determinista de la realitat i la realitat amb realitat determinista, ni, per tant, la forta herència de la càrrega cultural que té la imatge determinista, una imatge, al cap i a la fi, aconseguida efectivament mitjançant abstraccions de condicions pertorbadores sobre els sistemes, d'acotacions d'àmbits de realitat, de trossos i parts d'ella.

Aquella crítica sobre la problemàtica freqüencial podem entendre-la contestada en una primera resposta parcial i inicial per Popper (VII.3.) temps abans, quan proposava una regla metodològica per a l'ús dels enunciats probabilístics com a enunciats falsables, i.e., per a un ús científic, no metafísic, de les teories que inclouen la probabilitat. L'aplicació de la regla estableix una línia, entre els segments atípics o desviacions i els segments raonablement representatius o bones mostres, per la qual es prohibeix que els primers siguin previsibles en ocurrencies sistemàtiques en la forma d'esdeveniments reproduïbles. L'anàlisi de si la contestació donada per Popper és vàlida o no ho és potser arribaria a enjudiciar i comprometre el fonament de totes les regularitats a la natura, incloses les no-probabilistes. Segons Popper, en aquest punt es perd qualsevol

idiosincràsia pròpia dels enunciats probabilitaris per a igualar-los en la mateixa problemàtica de qualsevol altre enunciat legal.

“En analitzar més a prop aquest suggeriment hem vist que no és precís traçar tan arbitràriament com podria semblar en un principi la línia de separació entre allò permès i allò prohibit; i, en particular, que no cal traçar-la “amb tolerància”, ja que es pot estructurar la regla de manera que aquella línia quedi determinada per la precisió assolible per les nostres mesures, *el mateix que passa en el cas d’altres lleis.*”⁷⁸

L’afirmació subjectivista, és a dir, la implícita afirmació que el món no pot ésser indeterminista, no es troba justificada per exemple per l’advertiment que poden existir efectives llargues seqüències finites que poden ésser seqüències patològiques. Com diem, només es pot concloure la provisionalitat general del nostre coneixement, però no pas el rebuig d’una realitat probabilista per (la via de la nostra ignorància de) una realitat determinista la creença en la qual roman inobjectable. Aquella conclusió és insostenible perquè, com indicava la crítica de Popper, el camí d’aquell rebuig té conseqüències absurdes; no només suposa una renúncia al nostre coneixement de la realitat, també la negació de la realitat en afirmar-la com una il·lusió, la qual cosa no té cap sentit. Potser tingui sentit sota una terminologia religiosa, però això és fora d’un coneixement comunicatiu; en qualsevol cas, la via determinista ens acabaria conduint a aquella sortida idealista que termina amb tota noció d’objectivitat.

Einstein formulà la dependència de la matèria i l’energia. La seva teoria de la relativitat general, a més, exposa la dependència del ritme del temps de la curvatura de l’espai; aquesta curvatura prové de les actuacions locals de la presència de la matèria-energia. Llevat que hi hagi matèria sense detectar, els resultats observacionals sobre la quantitat de matèria permeten uns càlculs sobre la densitat de matèria-energia que presenten un univers amb un espai de curvatura negativa i volum infinit. Com hem vist, Layzer concep un univers infinit en expansió, i en el seu llibre exposa els arguments astrofísics a favor d’aquesta concepció. Però els postulats intervenen en la construcció dels models cosmològics sobre la base de les equacions einsteinianes. Així, malgrat que l’univers observable indica la no-homogeneïtat i irregularitat d’una matèria aglomerada en grans eixams galàctics entre grans buits, es postula una homogeneïtat de la matèria en l’espai còsmic, una homogeneïtat en la repartició espacial de la matèria-energia. Aquesta homogeneïtat del cosmos s’associa amb una equivalència de posicions o punts de manera que no hi ha cap posició preferent per a la dilatació (o per a la contracció) de l’univers. També, se suposa que l’univers adopta la forma més simple, o s’accepta que entre les masses de l’univers o galàxies l’única interacció que actua és la gravitatòria. Ara bé, no es tracta només que la cosmologia actual podria veure’s sotmesa a canvis, com evidencia el desenvolupament científic, és que fins i tot amb les teories més fermes, pel que fa a l’origen i constitució última de l’univers, podríem trobar-nos condemnats per la nostra ubicació local a un coneixement parcial o necessàriament limitat⁷⁹. Això ho hem de tenir en compte, perquè si, com fa Layzer, secundem una afirmació d’indeterminació en el món mitjançant un

postulat cosmològic, com és el cas del *PCF*, que pot ésser només un trobament provocat per una mancança radical de coneixement, llavors aquell compromís òntic amb l'indeterminisme pot veure's contradit en una arrel subjectivista inevitable. Però si el nostre coneixement és necessàriament restringit, de manera que el *PCF* i la seva implicació d'indeterminació cosmològica obeeix a la nostra ignorància, no obstant això, aquesta ignorància afecta el coneixement científic sencer, teories deterministes incloses. Per això, potser, que la conclusió pel que fa a qualsevol afirmació tant sobre l'indeterminisme com sobre el determinisme del món seria que aquesta mena d'afirmacions són innecessàries o metafísicament estèrils. Però s'ha arribat a una afirmació ontològica com aquella de la indeterminació cosmològica conseqüent amb el *PCF*, necessitada per una interpretació propensional, perquè el problema és que hi ha el rerefons d'un esquema determinista operatiu explícit o implícit tant a la ciència com a la filosofia de la ciència, que es fan asseveracions d'ignorància del subjecte per a les teories probabilistes i no per a les deterministes, i que això ha comportat, en la recerca d'una coherència fonamental, l'elaboració d'una hipòtesi cosmològica com la de Boltzmann on el nostre món és una desviació d'un genuí món real com a enunciació més global de l'assertió que la segona llei de la termodinàmica enuncia un fenomen aparent.

Encara que per a Popper l'enunciat de la segona llei no tingui significació còsmica, sí que caldria dir que és un enunciat de forma "universal", encara que estadístic. O sigui, hi ha condicions estructurals en el nostre univers que fan que els sistemes sota consideració *en les condicions d'aïllats* tinguin el comportament estadístic descrit per la segona llei, això hauria d'ésser d'aquesta manera si hi ha una propensió, com assegura Popper (X.4.). Ara bé, amb propostes com la d'universos de temps simètric (X.1.1) es poden concebre aquests tipus d'interpretacions, tan antagòniques a la idea popperiana de la concepció del món que hem d'acceptar perquè el nostre coneixement pugui apropar-se a la seva realitat. En el plantejament propensional de Popper, la hipòtesi probabilista conjecturada dona compte d'una "freqüència estadística *potencial o virtual* conjecturada" que al seu torn és la mesura d'aquella propietat propensional conjecturada en la hipòtesi. Però nosaltres només observem freqüències finites reals, i podríem estar observant una seqüència efectiva que en fos una desviació. Mai no podem tenir una confirmació de la nostra conjectura probabilista, perquè el mateix probabilisme accepta aquesta possibilitat que es doni (ara, en la freqüència realment observada, o en el futur, i fins i tot amb un canvi de propensions) un segment desviat, que es produeixin successos possibles altament improbables; i, en la seva cloenda ontològica, que les propensions canviïn en un món canviant de propensions al canvi. I això també per a totes les nostres teories, perquè no podem tenir seguretat que les nostres lleis universals siguin vàlides en el futur, que no siguin contradites o, si més no, sense validesa universal, en abastaments més amplis d'observació en el temps o en l'espai.

Però per això mateix es deu refutar les nostres teories amb una 'falsació pràctica', si s'adopta, amb certs criteris metodològics, l'exclusió de les improbabilitats extremes de certs esdeveniments perquè no arriben a constituir efectes físics reproduïbles ni previsibles (IV.3., VII.3.,

X.2.-3 i 4). No es pot fer altra cosa que admetre la nostra incertesa o inseguretat dins els joc de daus d'un món estructuralment canviant sota propensions, canvis de propensions i propensions al canvi. El que no podem fer, afirma Popper (X.2.3.), és admetre una sortida subjectivista-determinista, com la “solució” representada per Boltzmann (X.2.1.), on, en efecte, la necessitat de compatibilitzar la invariància temporal de la dinàmica -encaixada amb una imatge com la omnisciència determinista del dimoni maxwellià- permet, per no dir que conclou, que allò que observem no és la realitat sinó una desviació seva. L'explicació d'un fet reproducible, com l'evolució d'un gas aïllat, no pot conduir per l'alta probabilitat d'aquest fet a la conclusió d'estendre cosmològicament aquesta evolució majoritàriament probable en aquell tipus de sistema per la via de l'exclusió ‘del nostre món’ -el lloc on existeixen efectes reproduïbles que poden ésser explicats- del “món” en la autèntica seva condició real, de la qual ‘el nostre món’ constitueix una desviació summament improbable (X.2.-2). L'admissió del temps i d'evolucions propensionals en aquest temps és una solució molt menys estrafolària per a la filosofia popperiana. La conducta *asimètrica temporalment* d'un gas aïllat associada a la caracterització de l'estat inicial del sistema amb una *propensió* vers els estats aleatoritzats és una representació força compatible amb un fet cosmològic “que no tractem d'explicar” com és l'indeterminisme, la denominació per a la visió d'un món que opera amb propensions, és a dir un món que amb la seva obertura al futur té el temps com el tret “substancial”.

“Hi ha problemes cosmològics que es troben estretament relacionats amb la idea d'un món indeterminista. Aquesta idea implica, per exemple, la distinció entre un *passat tancat* i un *futur obert* i amb ella una direcció objectiva del temps (...) Perquè la nostra teoria és més que aquelles equacions: consisteix de les equacions més la seva interpretació en termes de propensions, i aquella interpretació és asimètrica respecte al temps. La idea de propensió distingeix entre les possibilitats no realitzades del futur i les realitzacions presents i passades.”⁸⁰

Per últim, encara que Popper reaccionà contra el reduccionisme, voldríem intentar evitar sobre aquest assumpte ambigüitats en les quals es pot caure amb facilitat tant quan es rebutgen com quan es defensen posicions reduccionistes. Hem parlat d'atzar objectiu, d'indeterminisme ontològic, d'enfocament propensional, d'aleatorització, en termes de rellevància causal com de la ignorància, l'abstracció dels detalls que duen a cada resultat específic (XI.2.2.), de la irrellevància de la informació microscòpica detallada, impugnació del coneixement laplacià del món mitjançant l'especificació precisa de totes i cadascuna de les seves partícules (XII.2.2.2.), de la cancel·lació de les diferències individuals per les regularitats estadístiques i alhora indistingibilitat de les propietats individuals i de propietats del col·lectiu sencer, d'informació microscòpica desinformativa, desproveïda d'ordre macroscòpic; en fi, de ruptura de la descripció d'un totalitat mitjançant les relacions entre les seves parts més petites, dels sistemes individuals que no figuren en una descripció completa de la realitat física (XII.2.3.2.), també hem dit que la composició de noves realitats no es produeix arrossegant en la seva estructuració un integració detallada de tots els aspectes dels components de realitat que hi intervenen, que el món no incorpora, ignora, el seu programa (XI.3.2.); que l'omissió de la concreta situació determinista singular és una propietat de la realitat, de la interacció real entre els

individus i el conjunt en el qual s'integren (XI.3.3.). Hem intentat comprendre la concepció propensional com la manera de donar compte de l'emergència.

Dawkins⁸¹ enjudicià certa moda majoritària d'aversió al reduccionisme. Adverteix que una mena de caricatura del reduccionisme és una posició rebutjable per tothom però que en realitat, segons Dawkins, és un reduccionisme que ningú no ha defensat. Distingeix aleshores entre aquest reduccionista imaginari i el que anomena 'reduccionisme jeràrquic': el funcionament de les coses complexes, a qualsevol nivell jeràrquic de l'organització, no s'explica de mode satisfactori directament des dels components últims, atès que “ha de fer-se en termes d'un petit nombre manegívol d'interaccions.” Així, des de les “interaccions entre els seus components, considerats com a esglaons successius d'un ordre jeràrquic”, però es tracta dels “components situats un nivell per sota de la jerarquia”, descendim “un o dos esglaons des del nostre nivell inicial, però no més”:

“el reduccionista jeràrquic creu que els carburadors poden explicar-se en termes d'unitats més petites (..), que, al seu torn, s'expliquen en termes de les unitats més petites (..), que s'expliquen, finalment, en termes de les partícules fonamentals.”

“si em pregunten com funciona un motor de cotxe la gent pensaria que soc certament sofisticat si contestés en termes de les lleis de Newton o de les lleis termodinàmiques, i completament obscurantista si contestés en termes de partícules elementals (...) Però resulta molt més útil fer-ho en termes d'interaccions entre pistons, cilindres i bugies.”

No es tracta simplement dels nivells que una explicació adequada connecti. Encara que certament unes explicacions són més adequades que altres. Certs nivells connectats mostren una rellevància causal que no es presenta en les connexions amb nivells més llunyans. Però dir només això no és el que preteníem quan per exemple criticaven un 'ideal unificador'. Ni tan sols necessitem rebutjar una versió més forta que la del reduccionisme jeràrquic. Perquè tot està connectat. Tots els nivells de realitat formen una continuïtat i un procés, a més a més de les influències recíproques que s'hi puguin donar. Potser un estat molecular, un procés químic, es correspongui amb un determinat estat mental que produeix una distorsió de la percepció de la realitat, i encara que no proporcioni una explicació d'aquest estat mental com la que es pugui proporcionar des d'altre nivell menys últim, això no obstant, pot ésser de gran utilitat el coneixement del que està succeint en aquells nivells més baixos; per exemple, pot permetre l'ús de substàncies o altres mitjans que n'alleugen els símptomes, o que disminueixin temporal o parcialment les conseqüències d'aquell estat d'alteració.

El que rebutgem és el reduccionisme com a braç metodològic d'una imatge determinista del món, en quant proporciona la concepció sobre la realitat com si el que ocorre en nivells integradors (superiors, posteriors,...) estigués precontingut en els nivells inferiors (elementals, últims, més primaris en la història de l'univers,...). Això no vol dir, per exemple, que neguem que la vida o la intel·ligència hagin sorgit de la matèria, que afirmem que el món biològic no procedeix del món físic. Però, per a nosaltres, hi estava com a disposició, com a possibilitat. La imatge indeterminista no apunta a una visió del món com la d'un rellotger cec, sinó a separar el rellotger -sobrenatural- d'un rellotger que (“aquell rellotger no construï com”) no és una obra

realitzada i acabada, sinó només propensions a realitzar... altres propensions,... Fins ara concloem que aquesta és la imatge més adequada a aquella que el desenvolupament científic ens ha acabat per transmetre del món.

Resum i conclusió a la tercera part

Encara que una concepció determinista de la causalitat es fa propietària exclusiva de les relacions causals, la noció d'indeterminisme no es troba separada d'aquelles relacions de dependència i d'una certa idea d'ordre. El *problema fonamental de l'atzar*, que les probabilitats serveixen per a la predicció de l'establiment de regularitats en el gran conjunt no ha de considerar-se com a mer reflex d'una causalitat determinista a la qual no s'accedeix del tot (XI.1). Encara que la construcció fetzeriana a les propensions de cas singular no és exactament una concepció determinista de la causació, perquè proposa propensions indeterministes responsables causalment dels resultats, en canvi, la seva exigència de tancament del sistema, com a mode de rebuig de la versió propensional de llarg termini, representa una exigència que nega causalitat a aquella versió per a contextos deterministes; però la causalitat entesa d'aquesta manera es troba sota una percepció determinista de la realitat completa cuirassada contra la crítica en la seva exigència de justificació a la probabilitat afirmada sobre el cas singular en el preparatiu experimental, on s'indica les interferències sense especificar-les.

Però malgrat l'existència de teories (que fan prediccions) deterministes, en què es justifica en veritat el determinisme ontològic? Per a abordar la manca de base, de justificació, primer advertim els fets d'un tracte asimètric entre determinisme i indeterminisme, tracte discriminatori per a aquest darrer. Així, estem observant en la tesi que discutim que quan des d'una teoria indeterminista es fa una selecció de condicions fent-hi abstracció d'altres es ressalta que el sistema no es troba màximament especificat, que s'ometen sense justificació trets deterministes de la realitat i, com a conseqüència, s'invoca una ignorància operativa que no es reconeix en la idealització determinista. Ara bé, quan l'explicació en aquella concepció determinista està construïda fent un tancament del sistema sota abstracció de les perturbacions o influències (que queden com a) externes, Hempel reconeix que no té justificació empírica aquesta restricció o exclusió de les interferències en el tancament del sistema (XI.2.1., XI.2.2., XI.3.1.).

Tot i aquell reconeixement de Hempel, ell mateix comet un tracte discriminatori que es pot revelar en els seus comentaris sobre *el problema de la tesi de la identitat estructural* entre explicació i predicció (XI.3.1.). Sota la seva tesi de la identitat estructural de l'explicació i la predicció, Hempel afrontà un aspecte clàssic sobre l'explicació científica, com entendre la combinació explicativa i predictiva d'una explicació sota algun criteri sobre el que es considera una «explicació adequada». Llavors considera el problema de les prediccions que no són explicacions i de les explicacions que no constitueixen prediccions. Observem la diferència que sorgeix entre Popper i Hempel quan col·loquem els comentaris crítics del primer sobre l'explicació determinista dels fenòmens probabilistes (VII.1.) a

prop dels comentaris del segon al voltant de l'esmentada identitat estructural.

L'enfocament de Popper adverteix d'una teoria *determinista* que *prediu* el resultat del cas singular però que *no explica* legalment els resultats freqüencials en el conjunt de casos singulars com una qüestió de rellevància causal que suposa un plantejament ònticament no-determinista. Per a Popper la teoria *probabilista explica* (les regularitats estadístiques) encara que *no prediu* determinísticament el resultat individual.

Per a Hempel els casos de *predicció que no constitueixen una explicació* no són il·legals, que la constitució d'una explicació *adequada* (però sense suficiència per a l'*acceptabilitat*) sense condició nomològica no és perquè no hi hagi una llei, aquestes prediccions sense invocació de lleis només poden constituir raonaments inductius, els raonaments en qüestió *són de naturalesa probabilística*. També, per a Hempel només cal considerar raonaments *explicatius que no són prediccions* (i que semblen constituir el coneixement *a posteriori* d'una explicació autoevident) en el sentit d'una dificultat pràctica, no nomològica; és a dir, una dificultat de tipus pràctic per a l'establiment de la predicció, però *no perquè hi hagi aval ontològic per a una legalitat probabilista*.

Llavors tenim que, en ambdós casos, Hempel admet entendre que la relació entre el factor causal i el succés explanandum no és universal, que no tots els casos on es presenta el succés ha estat present el factor causal, que es tracta d'una generalització subjecta a excepcions. Això vol dir per a Hempel que no pot donar una explicació *D-N*, i que, per tant, no constitueix una llei; però que si es pogués establir l'explicació *D-N*, això mostraria la llei (determinista) que hi és present. La seva conclusió sobre els raonaments probabilístics és una clara indecisió sobre un compromís ontològic. En aquesta indecisió opera un prejudici determinista subjacent.

Per a nosaltres tot això mostra que la coherència última del plantejament determinista només es troba en una visió més del món, potser no la més escaient, o insuficient, per a l'enteniment del curs legal de les seves operacions. La irreductibilitat determinista, agombolada en una exigència de màxima especificació o coneixement exhaustiu, només pot basar-se en últim terme en un ideal massa excessiu *sobre la realitat* (XI.3.2.). L'examen d'un exemple a primera vista recalitrant per a la nostra interpretació propensional (precisament el d'una imaginada disposició probabilista genuïna) mostra que, tot i obeint la producció del resultat a la presència d'una disposició d'aquell tipus, encara una explicació determinista podria tancar la situació (*a posteriori*), però això revela el basament ideològic, la seva visió idealitzada del món on l'afirmació ontològica determinista pren les seves arrels. Les crítiques havien mostrat les dificultats per a assumir el cas singular (determinista) d'una manera propensional, però, encara en els casos en què es poden presentar aquestes dificultats de forma palesa, el que en efecte es contraposa a la interpretació propensional és el designi diví d'una situació completament determinada amb resultats 1 o 0.

L'examen d'aquell exemple també mostra que és crucial establir les condicions de la situació rellevant corresponent al *moment* on té sentit fer l'adequada assignació realista de probabilitats. Perquè

pot conduir a mostrar la dificultat de la comprensió física de la propensió, que es traduiria en la dificultat de discriminar les freqüències que corresponen a generalitzacions accidentals. Tot i així, aquest exemple també mostra com es pot evidenciar la distància mantinguda entre la interpretació propensional i la freqüencial, tot i la dificultat per a fonamentar realísticament una assignació probabilista cas singular. La interpretació propensional encara es distingeix de la interpretació freqüencial en la identificació dels factors causals, en la seva explicitació de la discriminació de les freqüències que corresponen a generalitzacions accidentals. Aquesta característica inscrita en la pròpia naturalesa de la proposta propensional no és present en la interpretació freqüencial, la qual no sols es troba indefensa davant el subjectivisme, sinó que la seva suspensió ontològica no pot ésser fonament per a una prohibició per a l'exigència realista de trobar causes. (XI.2.2.)

La possibilitat (o el fet) de la *divergència* mostra que les freqüències no corresponen a fets empírics abastats per una legalitat indeterminista de la natura, sinó que corresponen a una operació del nostre processament de dades on es discriminen les seqüències amb estables freqüències relatives convergents (VI.4.). D'aquesta manera, conclou Schneider, són les misterioses propensions les que necessiten de les freqüències, i les propensions no tenen cap contingut explicatiu; en tot cas només expliquen la producció de freqüències, que no és en realitat res més que una preselecció de seqüències (i podríem confirmar la idealització d'aquesta convergència en el fet que a la natura no esdevindrà el manteniment de paràmetres constants al llarg del temps) (XII.2.3.2.).

Es tracta de la qüestió exposada en diverses ocasions en la primera part (probabilitat zero alhora que possibilitat (IV.1.1., III.4.)), i conseqüents problemes de la selecció de la seqüència comptable (II.3.), de la falsabilitat dels enunciats probabilístics (VII.3.), a més del problema radical per a una interpretació física torna a ésser recordada i considerada sota la mateixa resposta que abans (VIII.2.2., III.2.1.). És a dir, es tracta d'un problema de fonamentació com el tradicional de la *justificació de la inducció* que abasta a tot el nostre coneixement. S'adverteix que amb una teoria probabilista el problema d'inseguretat del coneixement, d'incertesa, de provisionalitat de les nostres lleis i teories (també de les deterministes) es fa més palès en les teories probabilistes, afecta els mateixos enunciats, es fa més directe, immediat, que amb els enunciats universals sota visió determinista. (XI.3.1.) La nostra resposta és que el *problema de la convergència* no justifica restringir l'assumpte a un *buit epistèmic*, a una identificable mancança concreta del nostre coneixement. S'ha d'assolir la dimensió completa: el tema de la *cognoscibilitat del món*, la provisionalitat de *totes* (repetim: incloses les que impliquen determinisme ontològic) les nostres teories (XII.2.3.3.).

Quan tractava el tema de la 'incognoscibilitat del món', Popper es fa càrrec de la idea que un perfeccionament progressiu de les nostres observacions donaria un coneixement cada cop més complet. Ell rebutja la il·limitació que conté aquesta idea; i sobre la naturalesa d'aquesta limitació aventura que *falta investigar la naturalesa dels enunciats probabilístics* per a tenir-ne una comprensió

(XI.3.1.). Al cap dels anys, la seva investigació el fa proposar una interpretació propensional. Això significa que la limitació del perfeccionament de les nostres observacions té un substrat ontològic, que llegim com a indeterminisme.

A més a més, podem transformar aquella qüestió radical de la naturalesa de la teoria probabilista i que incomoda una aplicació realista de la teoria en un problema més per al determinisme ontològic. Si s'ha de considerar un problema que una hipòtesi probabilista doni probabilitat zero a successos possibles, que poden realitzar-se (i que de fet després, suposem, es realitzen, i que esdevenen crucials; suposem que aquest és el cas de l'aparició de la vida), aquest problema encara ha de resultar en una dificultat més greu per a la tesi determinista d'un perfeccionament observacional complet que afirma que rere de la teoria probabilista oferiria informació completa de la situació sencera. Si una hipòtesi probabilista només significa una manca de coneixement exhaustiu determinista, un coneixement de condicions necessàries, però insuficients, com explica aquell determinisme ontològic que aquest coneixement parcial, només de condicions necessàries, encara doni una possibilitat zero? Si una informació parcial aventura una possibilitat molt petita per a un resultat, llavors una informació completa encara ha d'incrementar aquella 'petitesa', més aviat que augmentar-la a 1. Però el fenomen, hem dit, tot i així s'actualitza. La comprensió d'això no és un minvament per al realisme de les probabilitats, al contrari, necessita d'un món propensional, de propensió al canvi, on les propensions canvien; però el determinisme ontològic no n'és la comprensió.

Sklar (XII.2.1.) afronta el tema de l'explicació de les estructures reduïdes des del nivell reductor, encara que no representi una *reducció* identificatòria ni satisfactòria, però no per això irraonable. Considera que la característica addicional a la dinàmica són els postulats probabilístics sobre les microcondicions inicials dels sistemes. Si bé no hi ha una fonamentació d'aquells postulats des de la teoria física dinàmica, tampoc no n'hi ha una obstrucció. Tampoc els postulats probabilistes signifiquen una revisió o innovació ontològica respecte la dinàmica, ni la seva caracterització com a idealització falsa o limitada. Aquest tipus de connexió entre nivells permetria una certa irreductibilitat, autonomia, per a la termodinàmica, una obertura de la mecànica vers aquells fenòmens. La dinàmica no prohibeix la asimetria termodinàmica, però Sklar és partidari d'una reducció de la asimetria temporal a la dinàmica mitjançant la comprensió dinàmica del creixement entròpic. Llavors Sklar troba la raó física de la distribució de probabilitat sobre microstats inicials en la preparació del sistema (permesa per la mecànica en la seva obertura) en les seves condicions inicials, això permetria la consistència amb la teoria física mecànica de l'evolució dels sistemes vers l'equilibri en una direcció del temps. Encara això no dóna legalitat als enunciats probabilistes. Encara romandria l'adequació d'aquella preparació dels sistemes, i.e., la raó física que aquella preparació sigui la legítima en el sentit de la corresponent als sistemes al món, en no tenir la hipòtesi probabilista status teòric. Perquè la legalitat es circumscriu a la corresponent a les evolucions sota una dinàmica determinista, i no hi ha un

estat titxista individual al qual nosaltres poguéssim associar una propensió. Sklar exigeix a la teoria mecànico-estadística una demostració que la conducta dels sistemes observats al món no pugui no correspondre amb la conducta postulada alhora que una consistència teòrica (amb la teoria dinàmica), cosa que deu implicar l'afirmació que aquest autor fa respecte a que la intervenció probabilística no ha de significar la invocació d'una nova ontologia.

Però des d'una visió determinista com la de la dinàmica, pot ésser impossible aconseguir una compatibilitat amb enunciats probabilistes que sobrevisquin en la seva condició, serà contradictori que aquests puguin correspondre a l'estructura legal del món, que no en siguin res més que una visió deficitària. Però el mateix Hempel tingué cura d'advertir que per a l'acceptació d'una teoria no és necessari el seu encaix lògicament compatible amb teories precedents, tot i que aquesta conclusió es despendria d'un mode natural de les nocions clau de la seva pròpia comprensió de les explicacions i de les lleis (XII.2.1.1). Si també, com diu Hempel, no és possible la formulació de criteris analítics decisius sobre quina mena d'explicació tenim, sinó que només en podem assolir una interpretació judiciosa; i si, a més a més, com també afirma Hempel, és la investigació empírica la que ens ofereix la fixació de la qualitat d'una explicació, llavors no tenim establerta una canònica que enjudiciï les reclamacions de Sklar. En primer lloc, la investigació empírica mateixa (tot i els èxits de la M.E. i de la termodinàmica) és el que es troba en discussió; després la demanda de Sklar sembla tenir a veure amb diverses coses, acceptació, adequació, fonamentació, veritat de la teoria mecànico-estadística. La resposta de Sklar era que la mecànica *permet* els postulats probabilistes de la M.E. Aquesta *obertura* d'un món mecànic està d'acord amb les nostres representacions, però no hi està d'acord la conclusió que en podem extraure, que només la mecànica marca la possibilitat teòrica; és a dir, estableix la possibilitat física dels sistemes sota la hipòtesi probabilista, però que aquesta, per tant, no té caràcter legal, només es refereix a les condicions en les quals 'preparem' el sistema, com diu Sklar. Això limita (estructuralment) la profunditat ontològica d'aquella *obertura*.

Aquestes darreres consideracions de la perspectiva de Sklar (coincident en el fons amb la de Fetzer) es distingeixen clarament de la proposta propensional, la qual permet una ontologia disposicional on la propensió atribuïda al *set-up* constitueix una legalitat probabilista que consisteix precisament en treure rellevància física a les condicions inicials, la màxima especificació de les quals estableix l'evolució determinista. En Popper la propensió és atribuïble al sistema individual, en el sentit que és un tipus de propietat física corresponent a la situació rellevant del sistema individual, també en quant alhora és membre d'una col·lecció real o virtual de sistemes semblants sobre els quals s'enuncia una proposició amb caràcter legal que aleshores resultarà estadística.

Si d'alguna manera arrelem les probabilitats físiques en una mena de condicions universals originals, el que podem haver fet és donar a certes peculiars condicions aleatòries el status, juntament amb les pròpies lleis deterministes (o per sobre d'elles X.2.3, 4), d'estipuladores del conjunt de mons

possibles, del conjunt de condicions físicament possibles en què pot esdevenir la història efectiva del món. Això és el que comporta les declaracions de Layzer, en establir amb caràcter legal les probabilitats físiques, quan afirma que una indeterminació cosmològica (XII.2.2.2.) es troba basada en les condicions inicials de l'univers, si aquestes condicions, per no tenir condicions antecedents, exerceixen sobre el món indistingides de les lleis, essent pròpiament transportadores de regularitat habitualment atribuïda a les relacions entre condicions expressades en lleis (XII.2.2.1.).

Aquella indeterminació o aleatorietat objectiva és expressada en postulats cosmològics que donen a una noció com ‘informació’ un sentit més proper a la física que les seves connotacions subjectivistes habituals, i aquestes declaracions poden il·lustrar una “ignorància” objectiva (fins a on sigui lícit emprar aquest llenguatge). Podem contemplar la il·lustració d'aquesta ignorància assentada en el mateix món -el sistema més inclusiu de tots, i per consegüent un sistema on es difumina la frontera conceptual entre probabilitats físiques i epistèmiques- fent servir, precisament, una comprensió subjectivista feta per Reeves de la clàssica definició laplaciana de probabilitat per a la justificació sobre consideracions objectives (com quan es tracta d'enunciats sobre un sistema universal no-local que no té cap altre nivell de realitat per damunt seu) d'un criteri d'indiferència que assigni equiprobabilitats (XII.1.2.). Perquè, mentre que en un món determinista un coneixement probabilístic és un coneixement incomplet, en un món incert el coneixement és naturalment fal·libre (XII.1.1., també III.2.1.), o, com diu Layzer, la descripció completa només pot ésser una descripció estadística. La ignorància del coneixement, aleshores, no és simplement una ignorància del coneixement sobre el món, sinó una ignorància del món mateix.

Així doncs, segons aquella proposta de Layzer, en el nivell cosmològic deixa de funcionar la distinció entre els dos components de l'esquema hempelià d'explicació, les lleis i la *contingència* de les condicions inicials. Esquema que en la seva versió més nomològico-deductiva representava prou bé la metàfora laplaciana de la Intel·ligència omnipresent. Les condicions inicials de l'univers -com a sistema més inclusiu- són “extra ordinàries”, tenen la potència determinativa dels aspectes universals i necessaris dels fenòmens. Si s'accepten postulats sobre les condicions inicials com la uniformitat i la isotropia de l'univers, Layzer conclou que cap propietat estadística de l'univers escull una posició o una direcció preferent. Podria operar també com una mena de criteri d'indiferència aquesta postulació d'una simetria fonamental a l'univers, o equivalència de totes les posicions en l'espai i de totes les direccions en cada punt de l'espai. Això, segons Layzer, justificaria una *indeterminació cosmològica*, perquè aleshores de cap manera una descripció completa de l'estat inicial conté cap informació que defineixi direccions preferides en algun punt de l'espai ni posicions preferents: no hi ha un atzar degut a la nostra ignorància, en el sentit que no hi ha una quantitat d'informació rellevant desconeguda per a nosaltres i que seria continguda per una descripció completa de l'estat inicial. És falsa la imatge laplaciana d'un coneixement complet del món, continua Layzer, perquè una descripció completa de l'univers conté només informació estadística, i la informació no-estadística sobre l'estat de l'Univers

com una totalitat és objectivament inexistent. La total rellevància de la informació microscòpica detallada que suposa la Intel·ligència laplaciana és desproveïda d'*ordre macroscòpic* (XII. 2.2.2).

Havíem avançat en la noció d'*ordre* que acompanya a la noció d'indeterminisme (associació ja proposada per Popper) i que es diferencia clarament de la concepció laplaciana de l'atzar, i no segueix la tradició de la visió tòpica de la contraposició de l'indeterminisme del succés individual i de la llibertat individual enfront la regularitat estadística reflex d'ordre o d'ordre determinista. (XI.1.). El realisme de la probabilitat postula la irrellevància causal de la informació microscòpica detallada, que traduït a les paraules de Layzer afirma que la Intel·ligència Laplaciana es troba desproveïda d'ordre macroscòpic, per tant la probabilitat -allò a que apunta el concepte probabilístic- es troba associada amb l'ordre al món. Però caldria alguna resolució de la contradicció dels dos fets antagònics de l'increment de desordre en els sistemes aïllats -segons lectura microstructural probabilista de la macrollei termodinàmica- amb la creació d'estructures ordenades i evolució a l'univers, juntament amb les complexitats originades en la confluència de les nocions de probabilitat, aleatorietat, desordre, determinisme i ordre: els successos més probables són els més aleatoris, que són els més desordenats (que és desenvolupament sencer d'aquella lectura mecànic-estadística) d'una banda, i, de l'altra banda, la concepció que defensem de la probabilitat com a indicadora del fet que una absència d'informació completa determinista microstructural és la seva aleatorització com a relació que dona compte de la connexió des del micronivell vers els macroordenaments al món.

La relació d'un enunciat general sobre l'increment entròpic -quan la noció d'entropia es troba associada amb la de desordre- amb l'existència d'ordre s'ha explicat dient que dins un creixement entròpic general a l'univers total, els sistemes locals intercanvien energia amb els seus entorns o ingestió d'entropia negativa (el conegut plantejament de Schrödinger). O bé, com manifesta Layzer: l'univers sempre manté un lloc per a l'ordre per no poder assolir efectivament la seva màxima aleatorietat possible en tractar-se d'un sistema en expansió que no és un sistema aïllat ordinari. També Popper (que rebutja la descripció de Schrödinger) proposa raons de la constitució de l'Univers que explicarien que les produccions d'entropia no en sobrepassin les pèrdues. Un altre camí d'incorporar l'increment entròpic com a desordre és del tipus com l'exposat per R. Arnhem. Hi ha dues tendències còsmiques. Una vers l'ordre geomètric i una altra que és el principi d'entropia. Aquesta tendència vers el desordre no és una legítima força còsmica. Resulta de dues espècies de successos fonamentalment diferents, la interacció dels quals crea formes ordenades. D'una banda, el principi de reducció de la tensió, una tendència a la simplicitat, destrucció desordenada, que promou la regularitat. Després, la tendència anabòlica o principi còsmic de creació de formes, manté la tensió, però sobretot constitueix el missatge, el tema estructural (aquí sorgiria de nou el segell finalístic que havíem comentat en l'enteniment de la conjectura propensionalista). Una resposta com la de Arnhem té l'interès d'advertir diferents maneres de pensar l'ordre, perquè des d'un punt de vista estètic resulta que també hi ha ordre

-encara que consistirà d'un baix grau d'ordre- l'equilibri, la homogeneïtat -atribuïda a l'acció de l'atzar- i simetria (estètica) assolits pel desordre del creixement entròpic. (XII.2.2.2.)

Si tractem amb una teoria realista de la probabilitat és obligat fer aquests esments, que es poden fer descripcions objectivistes (no importa la discussió de la seva veritat o certitud) de la vinculació de la intervenció probabilista amb la noció d'ordre, una associació que pot induir a vies d'interpretació subjectivista. Així, en la teoria de la informació, tant la probabilitat I , certesa absoluta, com la total incertitud, són enteses com pèrdua d'informació, no s'afegeix res al significat. En la física, hi ha un aspecte més aviat subjectiu de la probabilitat des de la idea que la certesa (probabilitat 1) correspondria a coneixement de la realitat d'ordre determinista individual, microinformació plena, màxima informació; però també un sentit més objectiu, on la major probabilitat correspon a l'estat més entròpic, l'equilibri. Llavors es produeix un barrejament entre els dos aspectes, perquè aquest estat més probable, entròpic, aleatori, correspon a la menor quantitat de notícies microscòpiques (Apèndix 4.-3.-). D'altra banda, en la narració de la caracterització propensional del món, Popper recórrer a les preferències i a les tendències al millorament, com Prigogine i Stengers escriuen que la pura probabilitat no dóna compte del sentit portat pels successos com a constituents d'una història (IV.4). Una proposta com la de Arnheim també necessita de l'element clau de l'estructura temàtica o missatge. Per la nostra part, hem considerat que la intervenció probabilística mostra un aspecte de la realitat reflectit en les nostres teories, l'aleatorietat, la neutralització física o irrellevància causal de la realitat que donaria una informació plena determinista.

Una opinió com la manifestada per Layzer, que afirma que els *successos individuals* no figuren en una descripció *completa* de la realitat física, la qual només pot constituir descripció estadística, no ha de llegir-se amb el tarannà subjectivista que la descripció estadística es tracta d'una descripció *incompleta* del succés individual: la mesura de probabilitat sobre aquell succés no li pot ésser aplicada d'una manera realista. L'argument central de Popper contra el determinisme en sistemes com els qualificats de 'ònticament deterministes i epistèmicament indeterministes' era que la concepció determinista sobre el cas singular predeu el resultat determinat de la prova individual però no explica la regularitat estadística i la seva estabilitat; encara que aquesta explicació proporcionada per la teoria probabilista no proporciona una predicció (determinista) del resultat específic en cada prova (VII.1.). Les lleis deterministes que explicaven el resultat del succés individual no proporcionen potència explicativa, perquè no oferien una descripció completa del fenomen: no recollien les regularitats estadístiques que cancel·len les diferències individuals. Segons això, el succés individual es troba vinculat al col·lectiu (on es produeix la mesura freqüencial) precisament mitjançant la mesura probabilista (en realitat, la força causal propensional), i aquesta mena de *vinculació* es pot qualificar com una indiferenciació o cancel·lació, *neutralització* de la seva individualitat. Si aquesta indiferenciació és legítima (és un fet observacional, o correspon a una llei, a un mode d'estructuració),

llavors la mesura probabilista és assignable legalment sobre l'esdeveniment individual entès d'aquesta manera, i podem dir amb Layzer que amb aquesta intrínseca indistinció les propietats dels esdeveniments individuals són implícitament propietats del col·lectiu infinit sencer. És legítima si per exemple, d'una manera propera a la proposada per Layzer, es basa en un postulat sobre la naturalesa de les condicions primordials a l'univers, encara que pot ésser no sigui l'únic tipus de preservar legitimitat, i tampoc no cal decidir-nos sobre això, només esmentar que es possible fer-ho. També havíem trobat la manera d'expressar aquesta posició en la desinformació o irrellevància que quantitats d'informació microscòpica suposaven per a donar compte de fenòmens emergents o creació de noves estructures que abasten grans quantitats de microsuccessos, com hem proposat en tractar de la temàtica reductiva. (XII.2.3.)

L'omissió de tots els aspectes (determinadors) del cas singular, l'obertura del sistema, és legítima sota un atzar objectiu, o aleatorització de les situacions deterministes com un aspecte estructural rellevant de la realitat sobre el qual recolza l'ús de les teories probabilistes. Comprometre's amb un món propensional significa la realitat de l'obertura dels sistemes físics, perquè aquest és el significat d'aquell món. La proposta de Fetzer no assumeix aquell compromís ontològic. Aquella ommissió de tots els aspectes del cas singular és la trama estructural de la rellevància física entre els microesdeveniments i la seva conjuminació que resulta en la renúncia a un *ideal unificador* (XI.3.2.) del coneixement (com també es desprèn de les descripcions en XII.2.1. i XII.2.3.), si més no, com sembla que s'ha entès aquesta unificació fins ara. Relacions d'indeterminació entre nivells vol dir ignorància entre nivells de la realitat, encara la seva continuïtat, és a dir, la realitat opera amb informació causalment rellevant. Encara que pugui tenir cert sentit un tot unificat o *programa* original, el món real, on s'estableixen lleis de la natura, ignora el seu programa. El determinisme d'aquell programa refereix a un coneixement que no correspon a l'estructura del món, Déu mateix, la trama del món com una via predestinada en la seva totalitat. (XI.3.2.). S'ha de considerar una tendència estructural del cosmos, l'ordenament i creació sense intervenció de *tota* la 'informació' microestructural (XII.2.2.2, XII.2.3.4.). En qualsevol cas, l'intent de Fetzer de netejar el concepte propensional de metafísica popperiana és certament innecessari si resulta que no hi ha en últim terme arguments contra les "metafísiques propensions" que no siguin al seu torn metafísics. De vegades es presumeix explícitament d'eludir el tema del determinisme/indeterminisme com un problema fals, però no es pot evitar que hi hagi una posició presa -determinista en el cas d'aquella presumpció feta per Atlan (XI.3.2.).

El problema de l'ambigüïtat de l'exposició propensional popperiana (III.2.3, VIII.1.3.) representava assumir que hi ha una situació determinista cas singular amb condicions inicials que no tenen rellevància en el llarg termini. Això no procura la comprensió física de la probabilitat atribuïda al cas individual. Però la inevitable assumpció d'aquella ambigüïtat en el concepte propensional pot explicar-se no sols com han pretès els crítics per una inevitable inintel·ligibilitat de la propensió, que

així seria un concepte invàlid o no adequat, sinó que la defensa propensional també pot recórrer a la pròpia intel·ligibilitat del cas individual associat a la visió determinista (tema tractat en VIII.2.1.). La defensa popperiana de l'atribució d'una probabilitat al cas singular significa que la noció de cas plenament singular és intel·ligible. És a dir -desenvolupant l'argument central de Popper (VII.1.)- la connexió causal mitjançant lleis sobre fets rellevants no es podria fer sobre la unicitat, perquè la repetició és de fets amb aquelles «mateixes característiques», però no de casos individuals (XI.2.2.). Aquesta és també una altra manera d'expressar l'esmentada afirmació en la visió de Layzer sobre els supòsits cosmològics, que una indistinció essencial entre els esdeveniments comporta que les seves propietats siguin també propietats del col·lectiu infinit d'esdeveniments on pot realitzar-se el succés sobre el qual s'aplica una mesura de probabilitat. Informació i probabilitat són, per tant, paraules que tenen un sentit objectiu, que fan referència a propietats físiques (XII.2.3.1.).

Diem que la precisa informació microscòpica és desinformativa, no té potència explicativa o abastament legal, o, com diu Layzer, que una descripció completa no inclou el succés individual. La legitimitat de l'assignació probabilista sobre l'esdeveniment individual pot comprendre's com que hi ha algun principi que enuncia una intrínseca indistinció entre els esdeveniments que autoritza afirmar una identificació entre les propietats dels esdeveniments i les propietats del col·lectiu sencer. Però aquesta connexió no pot entendre's com l'expressió que el sistema singular és de fet realment incognoscible. Atès que el contingut d'una relació física "abstracta" entre el succés individual i el succés massa és una exigència derivada de l'acompliment de la condició que les freqüències *no* expliquen les propensions, com es pot mostrar en contra del propòsit de Schneider (XII.2.3.2).

L'extensió ontològica no és metafísicament estèril un cop afirmada la incognoscibilitat general del coneixement. Aquesta acusació no serà lícita mentre en aquella provisionalitat radical del coneixement les teories deterministes ocupin implícitament un lloc privilegiat no raonat que, en canvi, quan és sotmés a l'anàlisi crítica, condueix a aquella extensió, a una ubicació de la dimensió ontològica de l'indeterminisme (XII.2.3.3).

Mentre que Boltzmann afirmà que està clar que el coneixement probabilista proporcionat pels mètodes de la teoria cinètica no pot substituir el coneixement de cada molècula, Popper, en canvi, en la defensa de la seva interpretació propensional, critica l'intent d'explicació determinista i afirma que el coneixement de cada cas individual és irrellevant i per tant substituïble per una teoria probabilista (en virtut de la qual, per cert, s'assignarà una propensió a aquell cas singular com a sistema obert no màximament especificat en el sentit de Fetzer). La hipòtesi del caos molecular presentada per Boltzmann seria per a Popper un supòsit probabilista sobre la realitat, s'hauria d'interpretar propensionalment, refereix a probabilitats com a propietats reals. Popper no acceptà els procediments que duïen a la conclusió del temps com una ficció o irrealitat. És a dir, ni la versió explicativa estadística boltzmanniana de la irreversibilitat, de la segona llei (que descriu la conducta

termodinàmica, de creixement entròpic, d'un sistema aïllat), ni altres hipòtesis de la naturalesa de la cosmològica de Boltzmann, com a conseqüències dels fets teòrics mecànics de la reversibilitat, de la recurrència (o de l'ergodisme).

Amb el seu rebuig, Popper no sols afirma allò que explícitament digué, que la teoria mecànica pot ésser rebutjable, que no és vertadera la seva visió del món si té aquelles conseqüències, sinó que també deixa assenyalada la seva posició enfront del problema de la teoria probabilista, això és, l'afirmació "quasi-tota seqüència-món ..." ha d'interpretar-se propensionalment, en el sentit de donar mesura 0 als successos possibles amb probabilitat prou baixa però no-zero (en general, que el concepte físic de probabilitat no és el concepte matemàtic). Aquest pas ja no és només sota els auspicis d'una 'regla metodològica' que segueix l'ús *pràctic* dels físics, com també defensava Boltzmann, sinó que s'hauria de fonamentar -si Popper és conseqüent amb el seu accent propensional- en un compromís ontològic. Però aquest abastament ontològic (mitigat en la seva convicció cada vegada que Popper prefereix utilitzar la paraula, menys rotunda i compromesa, de 'objectiu') de la seva tesi realista enfrontaria la tesi popperiana amb l'esmentat problema realista de la teoria de la probabilitat (problema del qual intentava fugir Fetzer amb les seves propensions cas singular per a sistemes màximament especificats): fets importants, quan no crucials -per no dir precisament els esdeveniments "creatus", productors de noves estructures, i per tant l'evolució mateixa de l'univers- poden haver tingut anteriorment a la seva efectiva realització esdevenimental la naturalesa de successos possibles amb una probabilitat molt baixa encara que no-zero. Per consegüent, aquella atribució propensional de mesura zero sembla, en primer lloc, contrariar allò essencial de la visió d'un món propensional on el futur roman obert a la possibilitat i on allò possible, com a possibilitat amb pes, forma part de la descripció d'allò real, i on no sols és real allò realitzat o "cristal·litzat".

Es pot sospitar, per exemple, que en un gran conjunt de combinacions possibles, només unes amb probabilitat molt baixa són les productores d'innovacions evolutives, de veritables construccions, per això que quan possibilitats d'aquella mena arriben a donar-se, s'engega inevitablement la producció de processos estructurants que originen situacions amb nous camps de propensions. Així es podria imaginar que la construcció de l'univers es podria conduir a cop de l'aparició de conjuminacions amb caràcter improbable. Tot això té la sospita raonable que la tesi última del propensionalisme (d'un 'atzar' objectiu) pot entendre's com que entre totes les alternatives possibles es troben amagades les que són impreses amb un segell finalístic; que les possibilitats es troben sota un pla, argument o tema de construcció, cosa que allunya la idea d'atzar de la mera casualitat i l'aproxima a la de programa, projecte o disseny, i el seu reflex determinista en el món (XII.2.3.2).

En el nostre tema la propensió ha de representar alguna realitat física que potser correspongui a l'origen on s'implanten les arrels del temps i que tindria a veure amb les condicions còsmiques. Només d'aquesta manera podem albirar la raó última que hi hauria en la defensa de Popper de la realitat de la direcció del temps (caracteritzada com una ficció en la panoràmica de la mecànica

probabilista) d'una banda, i d'una visió realista de la probabilitat de l'altra; quan totes dues s'han d'associar sense incompatibilitat (X.2.). En la M.E. es resolvia que ni la mecànica ni les probabilitats tenen una direcció preferida per al temps. Sota una concepció realista del temps les probabilitats es donen en el curs de la direcció temporal universal; fins i tot la possibilitat que hi pugui haver fluctuacions no implica una reversió de l'estat del sistema amb significació sobre la fletxa del temps, les fluctuacions que, com a llei estadística, pot tenir la segona llei també se sotmeten a la direcció futura del temps. La segona llei no té abastament còsmic en el sentit de Popper perquè es tracta d'una llei estadística, el tindria minvat en el sentit de Layzer perquè encara que operaria en el tot universal mai no s'assoliria l'aleatorietat màxima; o sigui en el sentit (per inspiració en Arnheim) que la tendència entròpica no és fonamental, sinó que és una manifestació d'altra tendència més bàsica i que no és exclusiva sinó complementada, es troba en conjuminació amb una altra tendència, i precisament per a colaborar en el procés constructiu de la trama temàtica del món (XII.2.2.2). Tot i així, el procés expressat per la llei té unes arrels reals, però no dissolc el temps, sinó que el temps és més essencial que la llei i el lloc on la llei pren validesa. El temps pertanyeria, en el punt de vista popperià, a les arrels originàries de les condicions còsmiques que estableixen les possibilitats del món.

L'apel·lació a les condicions cosmològiques no hauria d'entendre's com la intrusió d'una constricció de l'àmbit de les lleis a una il·legítima especificitat. Tampoc la intel·ligibilitat metafísica d'una visió científica del món ha de quedar del tot arruïnada perquè ha d'acollir en el seu si una teoria on la naturalesa o les conseqüències de l'estructura de les lleis bàsiques del paradigma de la ciència quedin limitades per la imposició d'unes condicions que contrarien la seva amplitud. Com hem dit, les condicions còsmiques tenen el caràcter de lleis i incideixen sobre l'àmbit de possibilitat de les lleis típiques distingides com a condicions.

En resum dels últims cinc paràgrafs, encara que una tesi subjectivista com la de Fetzer no abasta l'àmbit d'examen que li correspon perquè la seva enunciació sigui completa, és convenient per al nostre rebuig d'aquella tesi tornar a insistir en l'actualització de la coherència de les posicions interconnectades que Popper sí que pren -al contrari de Fetzer- sobre la probabilitat, la interpretació mecànic-probabilista de la segona llei, i la fletxa temporal, davant la sospita que pugui semblar que hi ha el risc que una esletxa subjectivista tindria encara el camí obert entre aquelles posicions.

Així, Popper havia rebutjat una interpretació mecànic-estadística que condueixi a una interpretació subjectivista de la fletxa del temps, com és el cas de la reducció de la direccionalitat del temps al creixement entròpic, i sembla llavors que aquest rebuig popperià ens eximeix de donar una justificació dinàmica d'aquella direccionalitat temporal: el temps més fonamental que el component dinàmic de l'estructura del món. Però, també afirmava (en X.4.) que la segona llei termodinàmica és una llei estadística que no té significació còsmica, perquè encara que l'entropia augmenta en un sistema aïllat sota les parets del contenidor, l'univers, en canvi, no es troba sota aquella condició, o

com diu Layzer: una forma d'ordre queda constituïda per la diferència entre l'aleatorietat actualitzada i la màxima aleatorietat possible en un univers que no és un sistema aïllat ordinari, sinó un espai en expansió; o, també, la tendència destructiva entròpica pot integrar-se com a component del procés creatiu (Arnheim) (XII.2.2.2.). D'altra banda, el temps no es troba subjecte a fluctuacions estadístiques i sí que té significació còsmica.

Per tant podria semblar que Popper coincideix en gran mesura amb Sklar i amb el subjectivisme en la no legalitat de l'increment entròpic i en la seva explicació física en l'elecció de la preparació del sistema. Però hi ha una diferència de bon començament. L'esment de Popper a les constriccions del sistema no es refereixen principalment a la distribució de probabilitats sobre les condicions inicials, sinó al caràcter aïllat del sistema enfront de la diferent condició suposada per a l'univers. Al contrari que Sklar, per a Popper -encara que tregui caràcter còsmic i universal a la llei de l'increment entròpic- la hipòtesi probabilista sobre les condicions inicials té caràcter teòric, legal (X.4.). Per a Sklar una hipòtesi com la del caos molecular només procedeix d'una elecció (també sense justificar o problemàtica) de condicions que provoca la asimetria de la direcció entròpica. Però Sklar accentua que encara que això és permès per la dinàmica, en canvi un rerefons simètric, en consistència amb la dinàmica, fonamenta aquella elecció i ofereix la visió de diferents fluctuacions o mons d'on resultaria l'arbitrarietat de la direccionalitat temporal (XII.2.1.). Malgrat la caracterització probabilista que té aquesta visió, aquesta "consistència" de les probabilitats amb la dinàmica no és la visió popperiana de les probabilitats reals. Quan Popper nega que l'univers sencer vagi cap a un estat d'equilibri, aquesta enunciació la fa sense recórrer a afirmar la simetria essencial a la dinàmica com a realitat fonamental, ben al contrari, ho nega. (Mentre que en Sklar aquella fonamentalitat dinàmica justificaria una validesa de l'evolució antitermodinàmica que, sense ulteriors matisacions, comporta una visió subjectivitzadora de la probabilitat). La visió realista de la probabilitat de Popper no comporta que la possibilitat de fluctuacions estadístiques comportin mons simètrics o amb diferents direccions entròpiques que anul·larien l'objectivitat de la fletxa del temps (X.2.3 i 4). Una teoria realista-probabilista significa, per a Popper, que hi ha justificació (probabilista) per a fer assignacions de mesura 0 als estats patològics. (Tot i que la perspectiva popperiana ha de suportar la tensió crucial de la convivència entre aquesta darrera afirmació, que és una prolongació ontològica de la feta mitjançant la regla metodològica exposada en *La lògica freqüencialista* (VII.3.), amb l'afirmació que la noció propensional, amb els canvis de propensions, de propensions al canvi, i de nous camps de propensions, permet l'explicació d'esdeveniments amb anterior probabilitat 0, com podria ésser el cas de l'origen de la vida dins l'univers (final de XI.3.1, X.2.)). L'assignativitat còsmica de la segona llei termodinàmica no significa que sigui objecte d'una perspectiva subjectivista sobre la seva interpretació mecànic-estadística, sinó que la validesa d'aquella llei encara es troba inserida en el rerefons de l'estructura de condicions cosmològiques més fonamentals (XII.2.3.3).

Apèndixs

Apèndix 1.

Menció de la teoria dels universals de David Malet Armstrong exposada en 'Universals and Scientific Realism'¹

El món consta de particulars que tenen propietats (universals monàdics o d'un particular²) i relacions (universals monàdics i poliàdics); universals que, al seu torn, tenen certes propietats i relacions (que constitueixen les *lleis de la natura*). Només són els particulars els que poden actuar i sobre els que es pot actuar, i això en virtut de la seva *naturalesa*: de les seves *propietats*, relacionals i no-relacionals.

A diferència, per exemple, d'un realisme transcendent o *a priori*, D. Malet Armstrong (D.M.A.) entén aquesta existència d'universals objectius (de la identitat de naturalesa) en dependència dels particulars. El realisme recull que el pensament discursiu sigui possible en distingir la identitat de cosa, de propietat o espècie.

"El problema dels universals és el problema de com particulars numèricament diferents poden, nogensmenys, ésser idèntics en naturalesa, ésser tots del mateix 'tipus'." (p.75)

Proposa una teoria dels universals basada en la ciència natural: la filosofia no aconsegueix un paper *important* en la recerca dels universals que hi ha al món. Un realisme *científic* (no transcendent o platònic ni *a priori*) que defensa que hi ha universals objectius que són identificables *a posteriori* (inevitablement el raonament d'aquesta afirmació és, potser relativament, *a priori*, com correspon a un raonament filosòfic) i, per tant, oposat a la tesi del *nominalisme*, que afirma que no només són particulars els objectes o coses que tenen propietats i relacions, sinó també aquestes darreres (*particularisme*); és a dir, només hi ha particulars, així, les relacions dels particulars de primer ordre o ordinaris són particulars de primer ordre. Com a molt, el nominalisme (de *predicats*) localitza els universals en les paraules o en les ments (de *conceptes*) -dues solucions *subjectivistes*. I un nominalisme de *classes* de particulars (on 'la classe de les coses *ics*' s'ha de prendre en la seva *extensió*) no pot evitar les propietats, perquè la classe ha de tenir la seva propietat, i aquesta propietat no és la de qualsevol dels seus membres). A més, la classe no determina la naturalesa dels seus membres, sinó que la naturalesa dels seus membres determina la classe a la qual pertanyen. Ni tampoc li sembla seriós l'antiempirisme metafísic apriorista del desconcert ontològic, resultant de la proliferació extraordinària d'entitats, recollit pel compromís ontològic adoptat per la resolució nominalista quan advoca *classes singulars* per al problema d'un únic objecte que tingui omnitemporalment una determinada propietat.

Universals i particulars són mútuament irreductibles, són aspectes inseparables de tota existència; els particulars, les coses, no són un "manoll d'universals (de propietats)". Tot i així, tampoc no hi existeix un aïllament recíproc; encara que la seva "relació" D.M.A. no la qualifica de relació pròpiament, sinó, més aviat, d'una unió (i fa servir l'exemple del tipus d'unió en un particular entre la 'figura' i la 'dimensió'). (Aquesta tesi li proporciona els principis d'instanciació i el de rebuig dels particulars nus).

Rebutja també la manera *lingüística* de presentar l'argument sobre els universals: un terme general pot aplicar-se a molts particulars diferents però que tenen la mateixa naturalesa; identitat aspectual que fa que aquesta multiplicitat de particulars formi un mateix tipus. S'ha d'eliminar considerar aquest assumpte com un tema sobre paraules generals on s'arriba als universals des del significat i amb un criteri semàntic per a la identitat de predicats, perquè aquest tractament, o contacte íntim amb la teoria del significat, "obscura el fet que el mateix terme pot aplicar-se per virtut de diferents naturaleses d'aquests particulars diferents" (pàg. 11-12). Aquesta errònia identificació dels universals amb els significats (dels predicats) ens ha impedit adonar-nos que no pot trobar-se cap correlació 'un a un' simple entre predicats-tipus i universals: hi pot haver universals als quals no els correspon cap predicat i predicats als quals no els correspon cap universal. La propietat o relació per la qual el predicat s'aplica als particulars s'ha de distingir del significat del predicat. Els universals objectius es fonamenten en la identitat de naturalesa mostrada per certs particulars.

Un realisme ontològic sobre els universals vist des de consideracions científiques, més aviat que semàntiques, fa possible, segons D.M.A., la seva *reconciliació amb una epistemologia empirista*. La ciència natural pot subministrar-nos classificacions que ens apropin a la identificació (*a posteriori*) dels

universals genuïns. D.M.A. rebutja un realisme "inflacionari" que augmenti les varietats d'universals quan resulta que no tenen cap efecte sobre el món espàcio-temporal: són entitats que no hi actuen, que no tenen poder causal.

"La ciència natural ha fet avanços espectaculars com a resultat de postular entitats inobservades. Considerin-se'n els microbis, els gens, els àtoms, les molècules, els electrons, els quarks i els forats negres. El que és fructífer d'aquestes propostes és un retret permanent a qualsevol concepció positivista de la ciència natural. Els filòsofs analítics contemporanis estan profundament afectats per la reacció justificada en contra del positivisme. Per tant, s'ha posat de moda comparar la postulació d'entitats transcendents en la filosofia primera amb la postulació d'entitats teòriques en la ciència natural, entitats del gènere que acabem d'esmentar."[es refereix a entitats afegides a, i amb influència causal sobre, un sistema espàcio-temporal de particulars, el que anomenem la "natura" i que cal considerar com un "sistema causalment tancat en si mateix"; entitats com les Formes de Plató, el "tercer món" de Popper, el "tercer regne" de Frege, universals o valors transcendents, objectes no existents, les classes abstractes de Berry,...(p.177)]³

Però, mentre que les entitats inobservades de la ciència, com els gens i els electrons tenen eficàcia causal i, per tant, ens poden ajudar a explicar les propietats i la conducta dels particulars espàcio-temporals, les postulacions dels filòsofs, com les classes abstractes, "no *produeixen* res en el regne de la natura a la manera com ho fan els gens i els electrons."(p.179) (Resta, nogensmenys, el problema de l'explicació de les condicions de veritat de la matemàtica, requerida per la física, sense l'apel·lació a aquelles entitats "metanatura" no influents sobre els particulars). Només hi ha bones raons per a la postulació d'entitats si tenen poder causal; aquesta influència és una condició necessària plausible per a l'estatus d'universal, la possessió d'una propietat per un particular li dota de cert poder causal específic.

Per tant, un criteri d'identitat per a universals seria el subministrament d'ídèntics *poders causals* als seus particulars (en el sentit que aquests particulars o coses tenen poder de produir en diverses circumstàncies un resultat d'un certa *naturalesa*).

"Aquesta proposició pot defensar-se pragmàticament mitjançant la consideració que, si la mateixa propietat proporcionés poders variables a diferents particulars, llavors no tindríem absolutament cap manera de jutjar que els diferents particulars tenen la mateixa propietat. Si les coses actuen de manera diferent en les mateixes circumstàncies, llavors les atribuïm una naturalesa diferent."(p.230)

D'aquesta tesi, precisament, en fa un argument contra el nominalisme de *classes*: com que no tenen diferents poders causals el mateix conjunt de persones en un lloc entès com a simple agregat i entès com a classe, llavors, atès que la classe no afegeix la realització de cap labor, no hi hauria cap raó per a postular la classe per sobre de l'agregat.

Per a D.M.A. hi ha causes en la natura, i la connexió causal ell la veu com un cas particular de la connexió nòmica. L'esbrinament dels termes (o esdeveniments causa i efecte) d'una relació causal qualsevol depèn només de les seves *propietats*, les quals no depenen de les nostres classificacions; tampoc no en depèn l'ordre causal. Ha d'admetre l'enllaç de la causalitat amb les propietats àdhuc una consideració de la causació on els particulars poden considerar-se com a 'causa' i 'efecte' si són instàncies d'una seqüència regular, com és el cas de la *tesi (humeana o) de la regularitat*, la qual, per tant, permet alguna connexió lògica entre les nocions de 'causa' i de 'lleis de la natura'. D.M.A. afirma que li sembla molt increïble (encara que confessa no saber si és possible cap manera de refutar l'única teoria de la causació que explícitament nega aquell enllaç) la *tesi singularista* (que atribueix a Elizabeth Anscombe⁴): "... en una seqüència causal, és un succés particular -*qua* particular- el que produeix altre succés particular."(p.55) Si bé és cert que els que causen són els particulars, és per virtut de les *propietats* posseïdes que els particulars actuen com a causes.

Les propietats i relacions dels particulars poden tenir certes propietats i estar relacionades entre si de certes formes. Aquestes propietats i relacions -"relacions de segon grau"- de propietats i relacions constitueixen *universals de segon ordre* (potser n'hi ha d'ordres superiors; tot això és rebutjat en l'*elementarisme* de Bergmann⁵, això és, per una anàlisi de primer ordre); aleshores, els universals de primer ordre són, alhora, "particulars de segon ordre". El nominalisme no pot admetre com a solució a la qüestió de la vinculació entre causa i llei les relacions de segon ordre: o bé adopta la visió humeana de la causació, o bé un enfocament singularista (allò que causa quelcom en una situació particular no té cap pertinència sobre el que causa quelcom en altra situació).

En termes d'aquestes relacions de nivell superior, o teoria dels *universals d'ordre superior*, s'ha d'explicar la causalitat. Aquesta és la possible clau en l'explicació de la causació i la necessitat⁶ nòmica, que D.M.A., a més, vol fer servir en resposta a Hume sense sacrificar l'empirisme.

"Conforme a aquesta tesi, una llei de la natura és quelcom més que una mera uniformitat a la natura. És una uniformitat que sorgeix d'una relació entre els universals en joc; d'aquesta manera se suggereix que un realisme sobre els universals és capaç de donar una resposta no escèptica al problema d'allò que constitueix una llei de la natura."(pàg. 23)⁷

Segons certs patrons de diversa complexitat, els particulars poden ésser encadenats per lleis de la natura; aquests particulars són abraçats per certs universals, siguin enllaçats a particulars del mateix universal o d'uns altres. Pot ésser *necessari* que un o alguns dels membres d'una pluralitat de particulars amb certes

propietats tinguin o adquireixin certes relacions i/o propietats. La connexió legaliforme tracta de relacions de necessitat, no lògica, entre universals. Les connexions causals comprenen connexions legaliformes⁸. Llavors, els poders causals, actius i passius, dels particulars estan determinats per les seves propietats. Tot això no implica formalment la tesi humeana que la causació és tan sols una conjunció constant entre particulars (v.g., successos) amb certes propietats (en realitat, l'enfocament humeà d'anàlisi de les proposicions causals i nòmiques no requereix postular relacions entre universals de primer ordre, sinó que exerceix la seva anàlisi amb la producció de proposicions quantificades sobre particulars de primer ordre). Perquè, encara que la necessitat esmentada implica formalment una conjunció constant entre particulars de primer ordre, la conjunció constant no implica formalment, i, per tant, no redueix, aquella necessitat entre propietats on *ésser F necessita ésser G*; aquella conjunció és un mer indicatiu de la presència de la necessitat nòmica, però és el mètode experimental la cosa que permet distingir la connexió nòmica genuïna de la mera coincidència (llevat que la coincidència fos còsmica).

Les relacions d'ordre superior són relacions de necessitat, no lògica, de probabilitat i d'exclusió entre universals. En general, són les classes homogènies d'universals, com és el cas de les classes de les longituds o de les masses, el tipus d'universals enllaçats nòmicament, més aviat que els universals simples.

"Els predicats estrictament universals (...) no són molt importants en la ciència teòrica. Això és així perquè, com una qüestió de fet científica, les connexions legaliformes en la natura normalment no prenen la forma d'una connexió entre universals únics sinó, més aviat, entre classes d'universals."(pàg. 197)

Certa cosa en cert entorn pateix certs canvis, i.e., cert estat de coses produeix cert estat de coses. La noció d'una situació o d'un estat de coses: que un particular tingui una certa propietat o que dos o més particulars es trobin relacionats per una certa relació; així, '*Pa*', tenir a la propietat *P* es un estat de coses. Dir que només els particulars són causes, i que ho són en virtut de les seves propietats és dir que són els estats de coses els que són causes, més aviat que els successos, els quals semblen ésser analitzables en termes d'estats de coses. En la connexió causal, ésser *C* necessita patir la seqüència *E* durant l'interval temporal *t*, essent *C* una única i complexa propietat actual de *a*, és constituïda per la conjunció de totes les propietats nòmicament pertinents (la conjunció d'aquestes propietats necessita el resultat), relacionals i no relacionals, per a la producció del resultat. Aquest subconjunt de propietats amb rellevància nòmica, *C*, constitueix una causa total, que és un estat de coses, però que no ens obliga a considerar l'estat total de l'univers en el moment en el qual s'inicia la causació de la seqüència. La necessarietat inclou la condició de la no addició de les interferències potencials; aquesta clàusula qualificativa és admissible com sigui que s'han rebutjat els universals negatius: l'absència no exerceix com a factor causal. L'afegiment entre els factors de les interferències que modificarien el resultat donen lloc a una causa total diferent (que necessitarà nòmicament un efecte de naturalesa diferent).

D.M.A. entén la necessarietat nòmica com una relació irreductible de segon ordre (considerada per D.M.A. com el major grau, 1, de probabilificació), com també ho són l'exclusió nòmica (grau ínfim, 0) i la mateixa probabilificació nòmica, que cau entre les altres dues. Es tracta d'universals formals o tòpico-neutrals. La relació probabilista genuïna exigeix que no hi hagi cap altre universal o propietat la possessió de la qual faci una diferència en la necessarietat. Malgrat la seva aversió a acceptar qualsevol mena de noció de la possibilitat, D.M.A. sembla admetre relacions de segon ordre per al cas de les lleis probabilistes, que serien "relacions de necessitació parcial".

En fi, són moltes les qüestions que D.M.A. aborda en el seu llibre. Per exemple, discuteix les condicions d'identitat dels universals per a poder establir la genuïtat d'un universal. La classificació de les diverses categories de propietats, la important categoria de propietat estructural. Els diversos tipus de semblança; els problemes de la semblança de particulars, la dissemblança dels quals no vol dir que no tinguin una *naturalesa* idèntica. La qüestió (que dóna lloc a diversos projectes resolutius) de la semblança dels universals, e.g., de les longituds entre si o dels colors entre si: si la vermellor és una propietat o només el membre d'una classe; amb això darrer no hi ha suficiència per a proporcionar la propietat al membre. 'Vermellor' i 'color' són determinables, meres classes de propietats, segons D. Malet Armstrong, però no hi ha una propietat d'una mena com la *vermellor* o una propietat com *ésser colorat*; propietats són els matisos determinats de 'vermell' i d'altres colors. El problema de la identitat a través del temps entre diferents fases de la mateixa cosa. La discussió de les possibles reductibilitats recíproques entre les relacions espàcio-temporals i la causació.

Com hem vist en el nostre text, hi hauria d'haver una relació entre dos universals, un constitueix el tipus de preparatiu experimental i l'altre estableix els tipus de resultat. Les instàncies particulars o proves que cauen sobre aquells tipus registren una actuació causal, des de la instància del tipus experimental vers el resultat instanciat. La interpretació freqüencial ometia aquesta mena de consideració i, llavors, deixava la porta oberta a entendre la relació freqüència-probabilitat imaginant-se una seqüència d'experiments on es fa un recompte de resultats de les diferents proves sense fer cap afirmació que ressaltés la idea que un mateix experiment en cada prova exigeix la mateixa condició o propietat física en cada prova, amb totes les conseqüències que això comporta. Les objeccions a la proposta propensional s'han encarregat d'assenyalar la presència de condicions ocultes o variables en cada prova particular, condicions no fixades en el tipus d'experiment i que tenen rellevància per a la producció del resultat concret en cadascuna de les proves, per tant que exercirien de propietat que fa una diferència per al resultat, descartant la genuïtat de la probabilitat invocada. Aquest ha estat el camí seguit per les crítiques de Sklar, Milne, Schneider o per alguns comentaris de Eells. En general, aquestes crítiques, en les seves diferents peculiaritats,

les condicions suficients per al resultat, tots els paràmetres que són causa de l'efecte. Llavors l'universal ja no pot presentar-se com la causa per la qual en la prova particular es causa l'efecte. Si els universals són identificables pel seu poder causal, de bon començament ens trobem que no es pot establir la propietat universal com preteníem des del nostre tipus experimental, on certes condicions particulars de les proves són al·ludides en tant són eludides, perquè aquest poder s'ha posat en entredit. En difícil situació queda la propensionalització de la probabilitat, com a resultat d'allò. Quan es parla de probabilitats reals, físiques, o àdhuc de cosificació de la probabilitat, no es vol dir que sigui una 'cosa' o 'succés' en el sentit en el qual ho poden ésser els particulars de Malet Armstrong, sinó que, en tot cas, seria més aviat una "cosa" més semblant a la càrrega d'un electró (que seria un universal mentre una teoria posterior no mostrés que no tots els electrons tenen exactament la mateixa càrrega). La probabilitat, diem, resulta directament del preparatiu experimental tipus, i podem dir que constitueix la seva "força" causal per a produir uns resultats possibles. Queda clar que si aquest tipus no descriu adientment la situació física rellevant, com insisteixen els crítics, la probabilitat de la qual és responsable aquest preparatiu patirà de la mateixa manca en la seva relació amb la realitat, i la probabilitat interpretada com a indicació d'una propensió o tendència causal seria errònia atès que, des d'aquella crítica, resulta que aquesta tendència resultarà determinista. (Nosaltres hem advertit que potser sí que determinista, però que això no constitueix la relació nòmica establerta per la situació física rellevant, que és internivell i no la situació (del) particular). I, com raonablement proposa D.M.A., la identificació d'un universal és una qüestió empírica: "La experiència ens informa no només de quins particulars de primer ordre hi ha i quina és la seva naturalesa, sinó també de com es troben connectats nòmicament."⁹ Però, ja hem vist els problemes que recorren les afirmacions fetes sobre els fonaments de la ciència física. Afirmacions que no semblen ésser immunes a l'herència de la cultura científica i que en conseqüència reflecteixen, més aviat, l'adopció (feta, això sí, en una reflexió al costat de les teories científiques i els fenòmens que elles estudien) d'una 'imatge del món'. La qüestió pot ésser quina és la imatge que s'hauria de patrocinar.

Apèndix 2.

Remarca sobre termodinàmica

Equació d'estat

Gay-Lussac amb el seu estudi de diversos gasos establí que els gasos es dilaten igualment pels mateixos graus de calor. El resultat experimental que el producte de la pressió pel volum d'un gas és constant a temperatures constants es coneix amb el nom de llei de Boyle ($PV=cte.$). L'associació d'ambdues lleis permetia la codificació del conjunt de les propietats de tots els gasos. La llei de Boyle és aproximadament vàlida per a tots els gasos quan les pressions són baixes. També es té que la pressió a volum constant i/o el volum a pressió constant és proporcional a la temperatura absoluta d'un gas a pressions baixes; és a dir, que a pressions baixes, el producte PV és aproximadament proporcional a la temperatura, i per tant es pot escriure $PV = CT$ (C : constant de proporcionalitat apropiada per a un tipus particular de gas).

Les anteriors lleis quedarien com a lleis límit, vàlides per a definir un estat gasós ideal, l'estat perfecte, la seva distància respecte als gasos disminueix amb l'elevació de la temperatura i la disminució de la pressió. La introducció d'interpretacions moleculars de la pressió dona en l'equació enunciada per Clapeyron ($PV=CT$) que $C=kN$, on N és el nombre de molècules del gas i k és una constant que per càlculs experimentals resulta tenir el mateix valor per a qualsevol tipus de gas; amb això pren la forma habitual de $PV = NkT$. (quan s'escriu la quantitat de gas en funció del nombre de moles (n): les quantitats PV/nT (quan la pressió tendeix a 0) s'aproximen totes al mateix valor R (constant universal dels gasos).

Així, les lleis de Boyle-Mariotte i Gay-Lussac es presenten com a primeres aproximacions, la seva aplicació rigorosa queda circumscrita als gasos perfectes. Un *gas ideal* o *perfecte* queda definit com aquell per al qual PV/nT és constant per a totes les pressions. La pressió, la temperatura i el volum es relacionen per l'equació $PV=nRT$. Aquesta *llei del gas ideal* (que també anomenen 'equació d'estat') és una extrapolació del comportament d'un gas real a baixes pressions a un comportament ideal. Una aproximació més adequada per a descriure el comportament dels gasos reals que l'equació dels gasos ideals és l'equació d'estat que rep el nom d'equació de Van der Waals.

En general, es diu que una equació d'estat és una equació d'equilibri –on les variables estan referides al sistema en conjunt. Si hi ha un estat d'equilibri hi ha d'haver una equació d'estat. Ara bé, l'equació d'estat varia segons la substància, i dins la substància segons l'interval de valors. Però l'equació d'estat és una relació que posseeix tot sistema termodinàmic en una forma particular seva. Per tant una formalització de l'equació d'estat pot quedar bastant indeterminada, sense concreció de la forma de l'equació; simplement com l'afirmació que existeix una relació funcional de les variables P , V i T , de tal manera que es priva de la seva independència a una d'ells: conegudes dos d'elles se'n pot determinar la tercera.

Sistemes termodinàmics

Esmentem que, pel que fa a "l'estat", es pot dividir la teoria en termodinàmica de l'equilibri i del no-equilibri. En esguard als 'sistemes', cap assenyalar els sistemes d'importància tècnica: els gasos, els vapors, les mescles d'ambdós, el contacte d'un vapor amb el seu líquid. La termodinàmica química inclou els esmentats i els sòlids, làmines líquides, piles elèctriques. Per últim, la termodinàmica física, a més dels anteriors, abasta sistemes com fils sotmesos a tracció, condensadors elèctrics, pars termoelèctrics i substàncies magnètiques.

Es defineix sistema hidrostàtic com "qualsevol sistema d'una massa constant que exerceix sobre el medi que l'envolta una pressió hidrostàtica uniforme, en absència d'efectes de superfície, gravitatoris, elèctrics i magnètics"¹. Es divideix en les categories de substància pura, mescla homogènia de diferents components i mescla heterogènia. La descripció dels estats d'equilibri d'un sistema hidrostàtic pot fer-se mitjançant tres variables: la pressió exercida pel sistema sobre el medi exterior (P), el volum (V) i la temperatura (T).

Però s'ha de tenir en compte que, per exemple, la propietat termomètrica que en un gas representa la pressió pot prendre diferents representacions segons el tipus de sistema en qüestió. Així, hi ha diferents sistemes que poden actuar com a diferents escala de temperatura; es té aleshores que la pressió en un líquid, vapor o gas, deixa lloc a la 'susceptibilitat magnètica' quan es tracta de una sal paramagnètica, a la 'emitància radiant' en la radiació del cos negre, a la 'fem elèctrica' en un par termoelèctric, i a la 'resistència elèctrica' en un sistema d'aquest tipus. Cadascuna d'aquestes coordenades X , concreta la forma de la funció termomètrica, $T(X)$, que determina l'escala de temperatura. Per exemple, un fil estirat compleix la llei de Hooke: la seva tensió és directament proporcional a la diferència de les longituds final i inicial, a temperatura constant. Amb fins pràctics, en la descripció termodinàmica suficientment completa d'un fil estirat són innecessàries la pressió i el volum; per tant, les seves tres variables són les coordenades tensió, longitud i temperatura. La generalitat de la termodinàmica té aplicació en sistemes de complicada estructura amb diverses propietats. És habitual idealitzar els sistemes i més endavant estendre l'anàlisi el camp concret de sistemes a considerar introduint propietats mecàniques, elèctriques.

Per tant, es prenen com a objecte d'una termodinàmica de l'equilibri aquells sistemes que presenta Moulines d'acord amb la definició de Callen²:

"sistemes simples, definits com aquells sistemes que són macroscòpicament homogenis, desproveïts de càrrega i químicament inerts, que són suficientment grans com perquè puguin menysprear-se els efectes de superfície, i que no es troben afectats per camps elèctrics, magnètics, ni gravitatoris."

Equació fonamental

La correlació postulada entre l'entropia (S) (o, alternativament, l'energia U) i la resta de funcions extensives constitueix el principi bàsic de la termodinàmica de sistemes simples com a subteoria de la termodinàmica reversible.

$$S = S(U, V, N_1, \dots, N_r) \quad (\text{on } V: \text{ volum, i } N_i: \text{ el nombre de mols de cada substància})$$
$$U = U(S, V, N_1, \dots, N_r) \quad \text{química}$$

Moulines corregeix l'escriptura de Callen d'aquestes equacions fonamentals per l'expressió que considera formalment correcta:

"hi ha una funcional (diguem-ne f) de les funcions extensives U, V, N_i tal que el valor pres per l'entropia és igual al valor d'aquella funcional (per a cada estat z donat)"

$$S(z) = f(U(z), V(z), N_1(z), \dots, N_r(z))$$
$$U(z) = f'(S(z), V(z), N_1(z), \dots, N_r(z))$$

En paraules de Callen, l'equació fonamental conté tota la informació termodinàmica sobre un sistema.

A partir de l'equació fonamental [$U=U(S,V,N)$] es calcula la diferencial primera dU , donant lloc a l'aparició de tres derivades parcials, cadascuna d'elles defineix formalment a T, P i μ_i , respectivament (és el potencial electroquímic del component d'ordre i). En la consideració d'un sistema simple d'un sol component, l'equació fonamental conté tota la informació termodinàmica sobre el sistema. Amb les definicions $T = \partial U / \partial S$, etc. (vid., pàg. 30), l'equació fonamental implica tres equacions d'estat: $T=T(S,V,N)=T(s,v)$. Per exemple, entre l'equació fonamental i la que té a T com a funció, s'obtindria, eliminant S , l'equació de la forma $U=U(T,V,N)$ que és una equació diferencial parcial on $T = \partial U / \partial S$. Mentre que el coneixement de l'equació fonamental permet calcular aquesta última relació, el coneixement d'aquesta relació no permet calcular la primera; és aquesta equació fonamental la que posseeix el contingut d'òptima informació³:

"Conèixer una única equació d'estat no implica el coneixement complet de les propietats termodinàmiques d'un sistema. (...) el coneixement de la totalitat de les equacions d'estat d'un sistema és equivalent a conèixer la seva equació fonamental, i per consegüent és termodinàmicament complet."⁴

Per la seva banda, Moulines insisteix en el grau d'indeterminació que assegura la irrefutabilitat empírica, la no falsabilitat de l'equació fonamental com a llei marc de la termodinàmica dels sistemes simples (T.S.S.). Donat un sistema simple, es busca l'aplicació de la teoria al sistema amb una f específica, donant lloc a una llei especial, això permet la contrastabilitat empírica.

Les especificacions successives de la forma de f (o de u) proveeixen de diverses línies d'especialització per a l'aplicació de T.S.S. a casos particulars. (Per exemple, la llei de Nernst es proposa com una d'elles –encara que no exactament, per la seva semblança amb la tercera llei de Newton). És obvi, per consegüent, que l'abastament de l'aplicació de qualsevol d'aquestes lleis especials és molt més restringit que el dels axiomes en el nucli bàsic de T.S.S.

"Obtenim una especialització molt diferent de l'anterior en introduir la llei dels gasos ideals, coneguda també com la llei de Gay-Lussac. Les seves aplicacions proposades també són molt diferents de les de Nernst: gasos homogenis a temperatures altes."⁵

Ens interessa deixar constància que l'equació fonamental continguda en la condició D3-(3) de la formalització que dona Moulines té com a primer exemple d'una forma particular seva aquella llei especial que resulta d'una especificació de la funció general f de la llei fonamental i que és expressada en el nou axioma D21-(3). En D21-(3) apareix una variable funcional g , la qual postula, sense especificar-la, una relació entre U i N . S'arribarà a especialitzacions terminals quan, en donar els termes concrets de la determinació entròpica, especifiquem de manera completa g . Un exemple concret d'una determinació entròpica completament especificada s'obté especificant una funció g d'aplicació exclusiva als gasos ideals monoatòmics. A més de D21-(3) es deduirà la forma usual de la llei dels gasos ideals (a la qual Moulines anomena llei de Gay-Lussac). En aquesta deducció fa intervenir la forma especificada de l'equació fonamental en TSS (D3-D(4)), a la temperatura absoluta (D4), i a la pròpia introducció del predicat de gas ideal en D21. Aquesta presentació de Moulines del paper que tenen en els models les diverses equacions d'estat coincideix amb el de Callen:

"En la termodinàmica, nogensmenys, acceptem l'existència d'equacions fonamentals, però no suposem formes explícites per a elles, i per consegüent no podem obtenir solucions explícites. En les aplicacions pràctiques de la termodinàmica, les equacions fonamentals poden ésser conegudes, bé sigui per observacions empíriques (en termes de mitjanes...) o bé sobre la base de càlculs de la mecànica estadística basats en models simples. D'aquesta manera, la termodinàmica aplicada és capaç de conduir a resultats numèrics explícits."⁶

Modes de presentació de la teoria termodinàmica

Entre les presentacions de la teoria termodinàmica indiquem en primer lloc el que s'anomena 'mètode tècnic', al qual contribueixen Carnot, Kelvin i Clausius. Es basa en la formulació del 2on. Principi per Clausius o en l'equivalent enunciat Kelvin-Planck. En aquest mètode la funció entropia es dedueix del teorema de Clausius. Aquest teorema es dedueix després d'haver fixat l'escala Kelvin de temperatures independent de

qualsevol tipus particular de termòmetre. Això és possible perquè des del començament es defineix un determinat cicle reversible (el cicle de Carnot), i des d'això s'estableix la noció de rendiment i s'estudien les seves característiques.

Si en lloc de l'ús de sistemes en motors i frigorífics l'atenció es centra en el comportament dels sistemes, les seves coordenades, equacions d'estat, propietats, processos, es té l'anomenat 'mètode axiomàtic' de Caratheodory. Ambdós mètodes són equivalents. Les conseqüències que Caratheodory extrau del seu enunciat bàsic també són deduïbles des de l'enunciat Kelvin-Planck, afirma.... després de definir l'intercanvi calorífic Q , es dedueix que existeix un factor integrant ($1/T$) que multiplicat a la diferencial inexacta Q és la diferencial exacta $dS = 1/T Q$. Així, mitjançant l'existència de factors integrants en tipus particulars d'equacions diferencials denominades 'formes de Pfaff' s'introdueixen entropia i temperatura.

Altra tradició en la fonamentació de la termodinàmica, que és des de la que parteix Moulines, és la que es denomina com 'termodinàmica gibbsiana' per remuntar-se a aquest autor el seu origen; els seus representats són Tisza, Callen, Falk i Jung.

Formalització de Callen

La formalització de Callen consisteix, d'una manera resumida, i com damunt hem indicat, en l'equació fonamental en les seves dues representacions, les tres equacions d'estat que implica, amb les nocions derivades T , P i ... Les denominades relacions de Euler, la relació de Gibbs-Duhem (i la integració directa de l'expressió per mol) intervenen per a establir la relació de les equacions d'estat amb l'equació fonamental. Una llei específica, com per exemple la del gas ideal monoatòmic, quedarà integrada dins d'aquest formalisme amb l'establiment de la seva equació fonamental. A més a més, les diverses derivades segones, entre les quals destaquen: el coeficient de dilatació, la compresibilitat isotèrmica, el calor específica a pressió constant, idem. a volum constant,...

"La peculiar multiplicitat de formulacions i reformulacions del formalisme termodinàmic bàsic és la responsable de l'aparent complexitat d'una matèria que en la seva forma més simple és absolutament senzilla"⁷(p.83)

La primera reformulació ve possibilitada per al doble determinació de l'equació fonamental, en demostrar l'equivalència entre el principi d'entropia màxima (que per a una energia total donada, caracteritza l'estat d'equilibri com l'estat que posseeix l'entropia màxima) i el principi d'energia mínima (que, per a dita energia, el caracteritza com el que posseeix l'energia mínima). Però ens interessa indicar una posterior alternativa reformulativa que té les següents pautes.

Reformalització sobre variables independents

Les dues determinacions, energètica i entròpica, de l'equació fonamental, tenen en comú que les variables independents són paràmetres extensius i que els intensius constitueixen els conceptes derivats. És possible convertir les variables independents en paràmetres intensius en lloc d'extensius, replantejant el formalisme, mitjançant el procediment matemàtic conegut pel nom de 'transformades de Legendre'. Si la transformació de Legendre es realitza sobre l'energia dona lloc a les funcions transformades denominades 'potencials termodinàmics'; els més comuns són el potencial de Helmholtz o energia lliure de Helmholtz, l'entalpia, la funció de Gibbs o energia lliure de Gibbs, el potencial gran canònic. Quan la transformació s'efectua sobre la relació fonamental de la forma $S=S(U, V, N_1, N_2, \dots)$, les funcions de Legendre reben el nom de 'funcions Massieu', que són les transformades de l'entropia. Segons Callen, aquestes darreres tenen utilitat "en la teoria de la termodinàmica irreversible, i apareixen també de manera natural en mecànica estadística i en la teoria de les fluctuacions tèrmiques"(p.98) A més a més, a les representacions transformades de Legendre se les associa la reformulació del principi extremal bàsic en les formes apropiades(p.100)

La reformulació, explica Callen, no és una qüestió de necessitat lògica; qualsevol de les representacions és lògicament completa i autoconsistent. Es tracta d'acoblament amb la pràctica del laboratori, on la facilitat de mesurament i control és amb freqüència sobre els paràmetres intensius; els instruments habituals controlen la temperatura, però no existeixen equips per a la mesura de l'entropia.

Apèndix 3.

El «canvi conceptual» rere recents desenvolupaments en dinàmica

Segons Fritjof Capra¹ hi ha "un canvi conceptual implícit en la teoria de Prigogine"(p.204) que "és un canvi de processos reversibles i deterministes a indeterminats i irreversibles."(p.197) Es tracta de nous conceptes revolucionaris des de l'enfocament clàssic. Per exemple, s'hi incorpora la creativitat, la impredecibilitat en la natura, a més d'un apropament de la física al món de la vida. Mentre que en "el món determinista de Newton no hi ha història ni creativitat", en el nou enfocament "la història juga un paper important, el futur és incert i aquesta incertitud es troba en el cor de la creativitat."(p.205) Podem recórrer el conjunt d'aquestes pretensions conceptuais si seguim el recorregut traçat per James Gleick² en l'obra emblemàtica de la divulgació del conjunt d'estudis al voltant dels sistemes inestables i que han rebut la denominació de teoria del caos determinista.

Hi havia "pèssimes notícies" (p.29) en una anàlisi com l'exposat pel 'efecte papallona', on una realitat predicable cedia el lloc al pur atzar, recorda Gleick. Contrariant les previsions de la física clàssica, on un sistema abastat per lleis tindria un comportament estable i predicable determinísticament, els càlculs que permetien fer els ordenadors indicaven que aquell sistema simple generava en el llarg termini un comportament "complex", impredecible. Aquesta situació, encara pot seguir atribuint-se a la nostra capacitat natural i limitada per a l'assoliment d'una precisió infinita amb el nostre utilatge de mesurament, nogensmenys ressaltava la sospita que era la descripció, sota moviments lineals o controlables dels sistemes eliminant factors de complexitat, el que podia ésser una ficció la utilitat de la qual s'afeblia des del fet que ja per massa temps es venia admetent sense dificultat la irresolució d'un problema com el dels tres cossos.

"Ens lligava el mateix: la idea que hi havia determinisme, però que no era real –digué Farmer-. Ens intrigava la noció que tots els sistemes deterministes clàssics que havíem estudiat produïen atzar. Ens sentíem obligats a comprendre la raó d'aquell fenomen."(p.250)

Els estudis amb fractals semblaven presentar una similar situació:

"La percepció intel·lectual més important de Barnsley fou que els conjunts de Julia i altres formes fractals, encara que considerats justament com el resultat d'un procés determinista, tenien una segona existència, així mateix vàlida, com a límit d'un procés aleatori."(p.237)

Així, el desenvolupament d'aquestes investigacions sobre fractals empentaven a la recerca d'alguna clau:

"Emocionava la idea que una equació saltirónés d'un lloc a un altre de forma aparentment subjecta a l'atzar. I ens preguntàvem: D'on surt aquest moviment fortuït? No ho trobo a les equacions." Semblava quelcom fortuït o una cosa brotada de res." (p.250)

Gleick assenyala com Farmer deia que les investigacions sobre el caos li suposaven filosòficament una manera de conciliar el lliure albir amb el determinisme (p.251). En els atractius estranys s'unien ordre i desordre (p.257).

"Era com si el sistema tingués alhora un impuls ordenat i un altre desordenat. I hi havia duplicacions. Mentre un impuls produïa impredecibilitat fortuïta, l'altre alhora obeïa com un rellotge de precisió. I ambdós eren definibles i mesurables."(p.252)

Una aproximada imatge en la biologia n'oferia la teoria de l'evolució, en els models de la qual, sota els "mecanismes universals d'adaptació" es poden contemplar "estructures que es copien, competeixen i es desenvolupen per selecció natural."

"«L'evolució és caos amb realimentació», escrigué Joseph Ford. L'univers es compon d'atzar i dissipació, sí. Però l'atzar amb direcció arriba a produir complexitat sorprenent. I, com Lorenz descobrí fa tant de temps, la dissipació és agent d'ordre." (p.314)

Aleshores els estudis permetien mostrar que encara que la sensibilitat a les condicions inicials es perllongava en conseqüències caòtiques, el mapa exhaustiu i fi d'aquelles trajectòries caòtiques advertia que si bé per la dependència sensible més endavant l'atzar brotava de la realitat d'un ordre també després sota una realitat d'atzar subjau l'ordre. Dins el caos apareix una "sorprenent regularitat geomètrica" (p.305), i en diversos materials i fenòmens "les matemàtiques són idèntiques, perquè les lleis de la formació de pautes i patrons tenen validesa universal", així la "inestabilitat se sotmet a les lleis universals del caos". S'estableixen per fi els lligams ontològics i epistemològics desitjats: "La dependència sensitiva de les condicions inicials crea en lloc de destruir."

(p.311) "Encara que l'atractor sigui caòtic, la índole del model consent certa predicibilitat." (p. 315,6)

Com un avançament que desenvolupa la física a la seva obertura a altres camps amb els quals mantenia en la seva naturalesa idiosincràcies conceptuals radicalment diferents, allò s'ha convertit en una de les maneres de parlar de la 'creació d'ordre a partir del desordre', també això s'ha llegit com a afirmació de l'existència d'ordre en l'aparent desordre: "una fina estructura geomètrica, ordre *disfressat* de casualitat." (p. 30) Aquesta és la revelació que apareixerà una i altra vegada en els estudis de les situacions més diverses enteses com a exemples per a models de 'caos'.

"Si s'examina una població governada per la més senzilla d'aquestes equacions lineals, arriba a creure's que els camins anuals depenen de l'atzar, com si els anul·lés la gatzara ambiental. No obstant, en el si d'aquesta complexitat, reapareixen d'improvís els cicles estables." (p. 80)

No s'ha pogut eludir traduir tot això, per més que s'eviti de pronunciar contundentment que sota l'indeterminisme epistemològic hi ha determinisme ontològic, com fent aquesta última asserció mitjançant una el·lipsi: no hi ha "atzar".

"No existeix atzar en el conjunt de Mandelbrot. (...) Tampoc no crec que la possibilitat que hi hagi atzar tingui importància directa per a la biologia. En ella l'atzar és la mort; en ella, el caos és la mort. Tot està molt estructurat... El conjunt de Mandelbrot s'até a un esquema extraordinàriament precís, que no dona cabuda a cap expressió de l'atzar."

Clàssicament, l'indeterminisme tornar a ocupar el seu tradicional lloc com un nom rere del qual només hi pot haver un procediment instrumental.

"L'atzar posseeix només valor instrumental en la tècnica de Barnsley. Els resultats són deterministes i predicibles. (...) Fins a aquell extrem el paper de l'atzar és una il·lusió. La casualitat és un *trompe-l'oeil* -digué Barnsley-. Té importància per a obtenir imatges de certa mesura invariant, que viu en l'objecte fractal; però aquest en si no depèn de l'atzar. Amb una probabilitat, sempre s'obté la mateixa imatge."

El conjunt de fenòmens o investigacions que s'han retolat amb l'epígraf de teoria de caos o caos determinista, si bé suposa un nova orientació per a l'atenció que havien de prestar els físics als processos no-lineals i un gir en el seu tractament, això no obstant, encara no implica, segons es desprèn quan es considera les interpretacions i narracions que fan els comentaristes, el grau de canvi conceptual que aquests mateixos comentaristes afirmen que s'ha aconseguit amb aquests nous camps d'estudis. Almenys, aquest canvi conceptual no afecta el problema filosòfic de manera que produeixi també en aquest àmbit un gir corresponent, tot i que s'ha pretès que s'ha aconseguit delimitar, especificar la noció d'atzar mitjançant el procediment de treure-li aspectes que fins ara podien semblar pertànyer al seu domini. En aquesta concepció l'atzar continua amb la seva caracterització més clàssica, positivista, queda arraconat en l'àmbit que no dona sentit, que no forma part de l'estructura del món. Capra es fa ressò d'aquesta perspectiva:

"Per tant veiem que el comportament caòtic, en el nou sentit científic del terme, és molt diferent del moviment aleatori o erràtic. Amb l'ajuda dels atractors estranys, podem distingir entre la mera aleatorietat o "soroll" i el caos. El comportament caòtic és determinista i pautat i els atractors estranys ens ajuden a transformar les dades aparentment aleatòries en clares formes visibles."(p.149)

Si bé existeix "un element irreductible d'aleatorietat en cada punt de bifurcació"(p.195), i també "tota descripció determinista s'ensorra quan una estructura dissipativa creua un punt de bifurcació" (p.204), la manera de descriure això és la següent: "Minúscules fluctuacions en l'entorn conduiran a l'elecció de la branca que seguirà i ja que, d'alguna manera, són aquestes fluctuacions aleatòries les que condueixen a l'aparició de noves formes d'ordre, Prigogine estampà la frase «ordre a través de les fluctuacions» per a descriure la situació."(p.204, *les cursives són nostres*) De quina manera són *aleatòries* aquestes fluctuacions?

"En el punt de bifurcació, l'estructura dissipativa mostra també una extraordinària sensibilitat a petites fluctuacions del seu entorn. Una lleugera fluctuació aleatòria anomenada sovint "soroll", pot influir en l'elecció d'un camí. Atès que tots els sistemes vius existeixen en el si de mitjans en contínua fluctuació i atès que *ens resulta impossible saber* quina fluctuació es produirà en el punt de bifurcació, just en el moment "oportú", mai no podrem predir el camí futur del sistema."(p.204, *les cursives són nostres*)

Però aquesta impossibilitat "de saber quina fluctuació es produirà" no avala per si mateixa el caràcter *aleatori* de la fluctuació, ja que, si no és que tan sols es qualifica la fluctuació d'aquest mode indicant simplement que no està controlada pel nostre coneixement, que no ens és accessible, i se pretén en veritat assenyalar la presència de factors ontològicament no determinats, aleshores aquella exposició no escapa de la caracterització que un determinista imposa a qualsevol situació que pugui produir-se a l'univers, que és la que té com a paradigma la noció expressada en el seu dia per Poincaré i altres³ i que domina als físics i en general a la ciència. L'única cosa que tenim segura és que "la teoria de Prigogine, com la teoria quàntica i la teoria del caos, ens recorda un cop més que el coneixement científic no pot oferir-nos res més que «una limitada finestra a l'univers»." Això, la limitació del nostre coneixement davant un univers que sencer surt fora d'aquells límits, és la conclusió que cal extraure de les dues indeterminacions presents en la teoria de les estructures dissipatives: la "indeterminació dels punts de bifurcació" i la impredicibilitat deguda a que "el més mínim error als càlculs, causat

per la necessitat pràctica d'arrodonir xifres a algun nivell de decimals, afegirà inevitablement suficient incertitud per a fer impossible tota predicció", això per raó de la "impredicibilitat «tipus caos» deguda a repetides iteracions," de la "reiteració de bucles de retroalimentació". (pàgs. 195-196) Alguns han menyspreat els significats que s'ha volgut donar a les recents descripcions:

"En el fluids i altres sistemes les equacions macroscòpiques dels quals són homogènies a l'espai, pot succeir que una o més branques corresponguin a un estat macroscòpic que no és homogeni i per tant trenqui la simetria. Vestir això amb l'eslògan 'Order out of Chaos' usat per Prigogine i Stengers (1980) és inapropiat per les següents raons. La paraula caos refereix a les fluctuacions, però elles són insignificants en l'estat inhomogeni; són merament instrumentals en el punt de bifurcació per a l'elecció de la branca particular que va a ésser resultant. La paraula *ordre*, la qual s'aplica a una estructura espacial com les cel·les Bérnard, és purament intuïtiva sense un significat ben definit."⁴

Encara una *inestabilitat* com la de l'anomenat '*caos determinista*' resulta del problema que la predicció exigeix un coneixement de l'estat del sistema amb una precisió infinita. Sembla, per tant, que, teòricament, si aquella precisió fos assolible, la trajectòria seria previsible al mode determinista pur. Encara que aquesta mena de precisió no correspon a situacions pràctiques reals, això no impedeix pensar que hi ha una absència de coneixement, encara que sigui d'un "coneixement infinit". Llavors cal entendre que aquest coneixement absolutament ideal (pot ésser el dimoni laplacià), representi el que representi, correspondria a una situació autènticament real a l'univers. Però Prigogine i Stengers representen la interpretació d'una intrínseca irreductibilitat probabilista.

Com hem vist, la interpretació determinista es recompon de nou, si així es desitja, en un acte que simula i repeteix la clàssica i tòpica consideració de les regularitats estadístiques com el reflex d'un ordre de caràcter determinista subjacent i omnipresent en el món, respecte al qual el nostre coneixement limitat s'aproximava i rebia sempre senyals dels seus efluvis. Encara que tot això està pendent d'un estudi particular més detallat. Popper es decidí per declarar que ell pensava que el caos determinista suposava una consolidació de les perspectives indeterministes en lloc del contrari.

"Tot el que hem dit obté avui dia el suport dels nous resultats de la matemàtica del caos dinàmic (o determinista).

Aquesta nova teoria ha mostrat que, encara assumint un sistema mecànic clàssic (o "determinista"), podem obtenir, a partir d'algunes condicions inicials especials, però molt simples, moviments «caòtics», en el sentit que passen ràpidament a ésser *impredicibles*. En conseqüència, podem ara explicar sense dificultat aquells fets, en el si d'una física "determinista", com el caos molecular de tot gas. No necessitem *assumir-los*, ni tampoc derivar-los recurrent a la física quàntica.

Crec que aquest argument és vàlid. No així certa interpretació amb ell de vegades vinculada, segons la qual podem -o hem de- assumir que el nostre món és en realitat determinista, àdhuc allà on sembla ésser indeterminista o caòtic, assumir que sota l'aparença indeterminista jeu oculta una realitat determinista. Penso que aquesta interpretació és errònia. Ja que el que ha estat establert és que la física clàssica és només aparentment (o *prima facie*) determinista; que el seu determinisme casa només amb cert tipus de problemes, com el problema newtonià dels dos cossos, mentre que resulta ésser indeterminista quan tenim en compte problemes de rang més ampli. [Vinc mantenint aquesta posició si més no des de 1950;...]⁵

Podem prendre com a exemples de reflexions els articles de Robert W. Batterman i el de D. Lynn Holt i R. Glynn Holt. Per a Batterman⁶, la definició de caos en termes de no-predicibilitat, com certs autors han fet, pot fàcilment dur a conclusions errònies sobre l'existència de genuïna aleatorietat. La predicció pot fallar àdhuc en els sistemes més regulars (depèn de quines variables s'estiguin examinant). En aquestes exposicions, la predicibilitat és entesa com a complexitat de l'aleatorietat, o definició algorítmica del caos, que és una propietat de les seqüències. Però, adverteix Batterman, el que volem és fer una definició de caos de manera que s'apliqui a sistemes dinàmics físics, principalment i abans que a les seqüències que generen aquells sistemes.

Hi ha un teorema de A. A. Brudno que estableix un connexió (probabilista) entre la complexitat d'una òrbita seqüencial i les propietats del sistema. Així, per a establir la connexió entre la complexitat (una característica dels resultats) i l'entropia (una propietat del conjunt del sistema) reemplaçem els nostres sistemes físics per sistemes dinàmics abstractes.

La resposta és negativa perquè sota aquell enteniment s'unifiquen dos sistemes que presenten crucials diferències, essencials per al problema de donar una definició de caos. Aquestes diferències són il·lustrades per Batterman mitjançant dos exemples que construeix: la 'ruleta en la caixa' per una banda, i per l'altra 'un gas en la caixa'. Un examen no superficial dels raonaments de Batterman exigeix l'atenció als seus exemples, que és on ell mostra la seva argumentació, però no necessitem fer-ho per al nostre objectiu i allargaria excessivament aquest resum, tampoc no necessitem detallar les definicions a les quals ell s'oposa.

És el tractament amb sistemes dinàmics abstractes el que condueix a aquella equiparació. Per a mostrar-ho, Batterman proposa una condició dèbil d'adequació que ha de complir-se per a una definició acceptable de caos per als sistemes dinàmics clàssics: no pot donar-se cap definició adequada de caos per als sistemes dinàmics clàssics que pugui permetre que un sistema integrable clàssic resulti dins la definició de caòtic. Després argumenta el fracàs de la definició algorítmica de caos per a complir aquella condició. Amb això queda palesa la incorrecció d'aquella equiparació, que la definició de caos per complexitat algorítmica té en compte el resultat d'un sistema o procés però no considera el mecanisme o moviment que el genera. La definició algorítmica no és correcta perquè admet com a caòtic un sistema com el de l'exemple del gas constituït d'esferes dures però també el sistema de l'exemple de la ruleta; i resulta que aquest darrer sistema -com el

del llançament de la moneda- és *integrable*, assegura Batterman (aquests sistemes són completament diferents al del gas que (com la màquina de monedes) és *no-integrable*).

La propietat de la inestabilitat dinàmica es pren com l'arrel del caos: "la inestabilitat exponencial és una condició necessària per al caos dinàmic", encara que resta com una qüestió oberta si la inestabilitat és suficient per al caos, el qual és un tret de la dinàmica del sistema; en canvi l'aleatorietat és només una conseqüència típica del caos dinàmic, no una condició suficient per al caos. (p.65)

La possessió d'una seqüència resultant màximament complexa no implica divergència exponencial de trajectòries veïnes (la sensibilitat del sistema a les condicions inicials). Els raonaments de Batterman venen a dir que definir el caos per la predicibilitat, per exemple, l'aleatorietat algorítmica de la seqüència, no és correcte perquè hi pot haver aquella complexitat algorítmica i no haver-hi aquella divergència exponencial. També, el sistema, sota inestabilitat exponencial, pot no obstant això no posseir aleatorietat, si no té seqüències complexes. La possessió pel sistema de sensibilitat a les condicions inicials implica, amb probabilitat 1, que el sistema posseeix aleatorietat si i només si té seqüències complexes. Sota inestabilitat dinàmica, la probabilitat 1 autoritza la inferència estadística de l'aleatorietat de les seqüències a la possessió de propietats aleatòries pel sistema.

Batterman s'até estrictament a les definicions. L'aleatorietat, l'indeterminisme, és reconeguda com la donada per les ben definides propietats estadísticament fortes, la condició, per exemple, d'ésser un sistema K o Bernoulli ; per tant definida en termes de la dinàmica. També, la tirada de la moneda serveix per a representar l'aleatorietat d'un sistema amb les propietats estadístiques més fortes, o condició màxima de caos, un sistema Bernoulli, es diu que té un anàleg en la representació de la independència probabilística del llançament de la moneda. Altres han realçat la idealització que posseeix la integrabilitat, que amb temps suficient la realitat esdevé inestable i entra en la zona de règim caòtic.

Alguns han separat el llançament de la moneda, com a representant de l'aleatorietat, d'un procés com el de la 'màquina de boles', representant genuí del caos.⁷ Tenint en compte aquesta il·lustració podem traduir el llançament de la moneda a la màquina de la manera següent. En lloc de considerar un llançament des del seu inici fins al final, i com un succés sencer davant altre succés-tirada, successos separats que constitueixen una successió de successos i subsumits sota una mateixa llei probabilista, s'ha de considerar cada llançament compost de les seves etapes o intervals, que constitueixen una successió de successos. La tirada així entesa, comparada amb una altra, tenint totes dues condicions inicials arbitràriament properes, mostrarien -si els llançaments fins a la caiguda presentessin un recorregut prou llarg- trajectòries exponencialment divergents.

Si l'aleatorietat és només una conseqüència típica del caos dinàmic però, segons Batterman, la tirada de la moneda no és un sistema que tingui caos, atès que és integrable, hem de preguntar-nos què és l'aleatorietat presentada en les seqüències de resultats de la tirada de la moneda. En efecte, no va a ésser altra que la típica, la podem descobrir en les següents paraules de Batterman: "El moviment hamiltonià de la roda de la ruleta és estable; per tant, *l'aleatorietat és deguda a alguna altra cosa que la dinàmica* -a la nostra ignorància de les condicions inicials exactes per a cada spin." (p.64)

Però volem poder dir que la probabilitat, atribuïda a situacions les característiques físiques de les quals permeten la descripció determinista, és una probabilitat que no té (o no té només) com a referència graus de creença en els enunciats ni a la nostra ignorància, sinó a propietats, relacions, físiques. Tant si es puguin fundar en els elements típics de la dinàmica o si requereix d'ulteriors o alienes complicacions que potser no siguin encara diàfanos en una teoria científica. Volem poder dir que és rellevant físicament el que es denomina aleatorietat en allò que es representa en les tirades de daus, encara que la situació pugui contemplar-se determinísticament. Des d'un punt de vista de científic té més interès que les probabilitats postulades puguin vincular-se cada cop més a trets que es trobin en el llenguatge de la teoria reductora, que els estudis sobre el caos refinin, esbrinin, el concepte d'aleatorietat, de manera que hi ha una aleatorietat pertanyent als sistemes (K , Bernoulli) però n'hi ha altra que no. Però aquesta precisió d'interès físic o físico-matemàtic dubtem que pugui correspondre a un interès filosòfic; perquè com encara està exposada no sembla que representi una aportació a la qüestió filosòfica, on es planteja que un sistema determinista pugui d'algun mode ésser examinat com un sistema no-determinista per l'interès que té aquesta contemplació, interès exposat en la visió propensional, que es fa càrrec dels problemes palesats amb la M.E., de la irreversibilitat i del temps, que encara romanen irresolts en les noves exposicions. Herbert Dingle⁸ diferencia entre 'llei causal', que caracteritza esdeveniments singulars, i 'llei estadística', que caracteritza col·leccions d'esdeveniments, però exhibides "simultàniament en el mateix conjunt d'ocurrències". Diu a més, que mentre l'esdeveniment singular sigui distingible del conjunt, ambdós tipus resulten recíprocament incommensurables -amb la qual cosa, en la lletra, ens inclinem a estar-hi d'acord. També diu -i també tendim a estar d'acord- que la diferència essencial entre els nivells macroscòpics i els més baixos fa il·legítima la imposició de qualitats d'aquests darrers als primers. Pel camí Dingle ha afegit: "Els dominis de la teoria física microscòpica, romanent sota el domini macroscòpic, únicament en el qual l'observació és possible, posseeixen només característiques conceptuals que poden assignar-se amb completa llibertat mentre no hi hagi contradicció lògica i no condueixin a expectatives dels esdeveniments observables que estiguin en desacord amb l'observació." Els problemes que suscita la M.E. indiquen que entre la descripció per al nivell microscòpic i el seu enteniment d'allò que ocorre en el nivell macroscòpic es presenten qüestions sobre els fonaments bàsics que superen la dimensió d'una contradicció lògica.

Per la seva banda, els autors D. Lynn Holt i R. Glynn Holt⁹ prenen com a clau la idea que les lleis de la natura expressen *regularitats*; que aquesta afirmació es pot fer servir sense haver d'apregonar-se en les discussions sobre si les lleis i la causalitat poden tenir una comprensió adequada en termes només de regularitats o si en canvi el concepte de necessitat resulta imprescindible, com també per exemple es

poden deixar de banda especialitzacions com si les lleis expliquen regularitats o les regularitats proporcionen evidència per a l'existència de lleis. També presenten com a més fonamental per a la qüestió d'interès parlar en termes de sistemes *no-lineals* que considerar com a primordial la condició de sistemes caòtics. La dinàmica dels sistemes no-lineals no sols mostra l'aspecte de la connexió entre *lleis* no-probabilistes de la natura i *predicibilidad*, que no hi ha una connexió lògicament necessària entre *determinisme* i predicibilitat, com expressa la dependència sensitiva a les condicions inicials, també, revelen els autors, mostra un aspecte sobre la *regularitat* de les *lleis*.

L'expressió en algun sentit de *regularitats* per part de les *lleis* de la natura comporta la capacitat de *predicció* del futur. La regularitat que posseeix un sistema mitjança en la relació entre llei natural i predicibilitat. La predicibilitat és una funció de la regularitat. Aleshores, la característica idiosincràtica del model d'explicació *N-D* -on les lleis expressen regularitats- la tesi de la simetria de l'explicació y la predicció, pot precisament ésser contemplada des de la regularitat, perquè l'explicació com a subsumpció és la presentació del succés com a instància d'una regularitat, i això és mostrar que l'ocurrència del succés serà *esperada* en el futur.

La predicibilitat falla en els sistemes deterministes no-lineals per la via del fracàs en la consecució de regularitat. El subconjunt de lleis naturals que descriuen sistemes dinàmics no-lineals *sempre* aconsegueix aquell sentit de regularitat que els autors retolen amb la denominació de 'unicitat' (donat un estat inicial, sota l'evolució del sistema s'obté un i només un estat final) però no els altres sentits de regularitat que podrien donar-se en connexió amb aquells sistemes (la 'periodicitat' i la 'estabilitat pertorbativa (lineal)'); mentre que el primer es refereix a la recurrència de l'estat del sistema, el segon sentit té a veure amb una característica que està en dependència amb l'estructura complexa de l'espai fase, més aviat que en dependència de la conducta caòtica).

Així, la predicibilitat falla en els sistemes no-lineals per dues raons. Per la divergència exponencial que es dona dins un estat estable singular del sistema. També perquè els sistemes no-lineals poden tenir més d'un estat estable final; unes condicions inicials arbitràriament pròximes poden divergir vers diferents estats estables finals, i aquells estats poden ésser caòtics o periòdics. Ambdós modes de considerar el fracàs de la predicció, atès que no hi ha una transició suau dels estats inicials als finals, tenen com a conseqüència que no resulta vàlid el determinisme epistèmic (des del coneixement dels estats passats i de les lleis que governen el sistema es poden predir els estats futurs). La 'unicitat' no pot constituir la base de prediccions, perquè les lleis no poden dur prediccions sense regularitat -com la periodicitat, o com l'estabilitat pertorbativa. Com que no es donen aquests sentits de regularitat, la descripció d'aquells sistemes per les lleis no entranya predicibilitat, i aquelles lleis que permeten la descripció del sistema és allò que tradicionalment s'entén com a determinisme (físic, ontològic: els estats futurs dels sistemes físics són completament determinats pels seus estats passats). Si l'anàlisi de la regularitat-predicibilitat dels autors és encertada i rellevant -sobretot, si resulta en una manera acceptable suficientment immune a propostes d'indeterminisme epistèmic sobre rerefons deterministes de condicions incontrolades- llavors la manca de predicibilitat (la qual, encara que impossible és el segell de la imatge determinista del món) d'enunciats deterministes és la característica epistemològica la dimensió ontològica de la qual no es pot evitar (com afirmem també en VII.2. i en XI.3.1.).

En qualsevol cas, almenys, i malgrat aquella temptativa de recomposició de certa imatge determinista, també l'indeterminisme torna a resituar-se, perquè encara que el suposat canvi conceptual sigui d'un aspecte que no ofereixi cap canvi respecte al determinisme de fons, tanmateix ha obligat a reconèixer que cada cop es fa més palesa la inviabilitat d'un programa reduccionista -la inspiració de fons que ofereix la imatge determinista per al marc metodològic: "Per a ells el caos era la desaparició del programa reduccionista en la ciència", o "les lleis de la complexitat tenen validesa universal, i es despreocupen dels detalls dels àtoms constituents d'un sistema." (Gleick, p.304) Inviabilitat anunciada, malgrat l'eufòria davant l'esperança de trobar-se sota la llinda que permet traspasar les fronteres conceptuales entre la física i la biologia. Això darrer ens adverteix que en les proclamacions de distanciament respecte al reduccionisme no és la recerca d'ideals unificadors el que s'afirma que ha de descuidar-se, atès que aquests són encara una inevitable via il·lusonant per al coneixement, ni s'afirma que com a guia d'inspiració metodològica ha estat superat, més aviat s'enumera, potser sense suficient consciència, la percepció que la nostra herència d'una realitat només comprensible sota una ontologia determinista, corresponent al reduccionisme, no ofereix, al contrari de com automàticament hem tingut inclinació a creure, una imatge completa i plenament idònia de la naturalesa de l'univers.

El que fins ara sembla clar que ha significat el desenvolupament de la inspecció matemàtica dels sistemes caòtics són uns corriments en certes qualificacions concernents als fenòmens en la seva relació més directa amb els models. Sota la mirada tradicional, recorda Gleick, els sistemes simples tenen un mode de comportament simple; així com per la seva banda complexitat, inestabilitat, impredecibilitat o caos s'entenen com la conseqüència de la complexitat de les causes, això és, de la gran quantitat de factors independents o, el que venia a ésser el mateix, d'incontrolables influències externes, de l'atzar. Ara, en canvi, amb la comprensió de la "complexitat", s'entén que els sistemes simples podien generar conducta complexa: "els processos senzills produïen en la natura magnífics edificis de complexitat *sense atzar*" (p.306); també que els sistemes complicats produïen comportament senzill: "els excessivament enrevessats per a les matemàtiques tradicionals obeïen lleis senzilles" (p.307).

Aquesta remoció de conceptes és un tràfec que havia estat avançat per la termodinàmica. En la *mecànica clàssica* romanien una certa sinonímia entre estabilitat, equilibri i ordre (i també amb equació de tipus determinístic). Amb la *mecànica estadística clàssica* ens trobem que una situació produirà estats més o menys probables. En primer lloc, es tracta d'una afirmació probabilista, majoritàriament l'estat més probable serà el que es produirà; a més a més, aquest estat més probable podrà conviure amb desviacions seves

però generalment properes, menys probables i de menor duració. En segon lloc, aquella situació generadora s'entén com una situació aleatòria, el moviment "caòtic" d'un gran quantitat de molècules que interactuen entre elles; això és *desordre*, i també la nostra impossibilitat perquè el coneixement segueixi puntualment els detalls d'aquella situació per a poder establir l'efectivitat d'una equació genuïnament determinista explica l'aparició d'aquella contaminació probabilista en què acaben fent-se els enunciats. La situació aleatòria o incontrolada per al nostre coneixement és la responsable que el nostre coneixement s'aboqui a oferir enunciats probabilistes.

Aquest estat més probable boltzmannià és també el que presenta major nivell de desordre, i és l'estat d'equilibri termodinàmic. Com que l'afirmació és probabilista, no és impossible, com acabem de dir, la producció d'ordre des de la "situació aleatòria", i.e., la producció d'ordre des del desordre, encara que extremadament improbable.

Apèndix 4.

Informació i perspectiva subjectivista

A. 4.-1.- Informació sobre els individus o coneixement de la situació determinista: el dimoni maxwellià.

Teoria 'clàssica' i redefinida de la informació

En el treball de Hayles¹ se'ns mostra la conjunció entre el desenvolupament de la reflexió sobre el diable maxwellià i el desenvolupament de la teoria de la informació cap a un nou paradigma on informació queda vinculada amb desordre a diferència de la conseqüència del paradigma tradicional on queda establert el vincle entre ordre (determinista) i informació.

Són palesos els trets subjectivitzadors de la imatge oferta per Maxwell. Diu Porter² en la seva presentació comentada del diable maxwellià -com a metàfora de la imperfecció de coneixement segons interpretaria la naturalesa estadística de la segona llei- que la dissipació de l'energia (com la noció particular d'ordre associada amb això) no resulta, amb la metàfora, com una propietat intrínseca de les coses materials, sinó relativa a la percepció mental. La calor, en quant energia de l'agitació confusa de les molècules, és l'energia dissipada, que no podem controlar, mentre que l'energia disponible és energia dirigible per nosaltres en algun canal. Llavors, la dissipació de l'energia depèn de l'extensió del nostre coneixement, per al qual l'energia apareix en ruta entre la seva disponibilitat i la seva dissipació. Es tracta d'un coneixement que controla algunes formes d'energia, però que perd el control d'altres. Aquella dissipació es produeix en el diferencial d'un control total i d'una manca absoluta de control, en l'estadi d'un ésser intermedi entre un ésser que tingués al seu abast el traçat del moviment de cada molècula i la capacitat de la seva captura oportuna i un altre ésser per al qual no ocorreria l'energia dissipada en no poder controlar en el seu benefici cap energia en cap grau.

El treball hermenèutic de Hayles es fa ressò de "la correlació entre una explicació i el seu moment històric."³ Així, v.g., la conseqüència de la segona llei termodinàmica formulada per Kelvin, l'estat terminal d'equilibri entès com la 'mort de calor' que experimentarà l'univers, és una predicció científica que duu implícites connotacions de significat que apunten connexions entre ella i "la moral repressiva, formació del capital i industrialització en la societat victoriana"⁴, connexions que permeten la caracterització de la termodinàmica com la ciència de l'imperialisme, un lloc on la retòrica imperialista s'enfronta a la inevitabilitat del seu fracàs. Construint llaços, es tracta de prendre en consideració el condicionament cultural dels models i de les teories científiques, identificant els supòsits similars que són bàsics en la construcció teòrica en diferents disciplines, que tenen presència a diversos llocs del context o 'camp' cultural. Aquesta anàlisi de les suposicions pluridisciplinàries que fan de mapa constitutiu del coneixement en una certa 'episteme' donada es concreta en l'estudi de la constitució i canvi de les metàfores (latents o actives) usades pel llenguatge científic i la literatura. Es tracta de desentranyar la relació entre les 'tradicions interpretatives' i aquestes 'metàfores', les quals condueixen a la relació d'una paraula o noció amb les altres, i descobrir-ne les similituds i diferències de forma que es pugui establir les 'connexions polisèmiques' que no són presents en la mateixa teoria. Tot això pot ésser contemplat com la comprensió de les 'analogies' entre camps mitjançant una 'ecologia de les idees', que ajudarà a descriure el 'canvi epistemològic', "el tipus de joc entre les noves idees i les formacions tradicionals"⁵. Afirmar Hayles que el Dimoni de Maxwell com a 'ficció heurística' (metàfora, que estableix una relació entre la 'ficció' i la 'teoria'; també, la heurística connecta la 'tradició disciplinària' amb les forces culturals actives en el moment de fer la interpretació) apuntà la inserció en el discurs científic d'una nova actitud vers el caos i el *desordre*. D'un banda, s'ha de veure el paper de les pràctiques disciplinàries (e.g., termodinàmica i mecànica estadística, teoria de la informació,..) en la conformació heurística. Però, també, la superposició d'una heurística a una teoria "genera un excedent de significació que pot dur a interpretacions no previstes"⁶, diu Hayles. En aquest sentit, el Dimoni és la via paradigmàtica de canvi en l'heurística subjacent que possibilita la decisió shannoniana d'igualació, enlloc de contraposició, entre informació (tradicionalment lligada a la idea d'ordre) amb l'entropia (entesa com a desordre). Hayles es proposa:

"...profunditzar sobre les conseqüències d'una "teoria" sobre la metàfora científica, per a la qual cosa emprèn una anàlisi recursiva que rastreja el joc de l'excedent de significat en el Dimoni de Maxwell fins que la tradició interpretativa arriba a un moment autoreflexiu, i.e., a un punt on l'heurística es converteix en una metàfora per si mateixa. En aquell moment neix una nova ficció interpretativa que difereix fonamentalment de l'heurística que li dona origen. Aquesta ficció

és l'Elecció de Shannon, on Shannon associa informació amb desordre i no amb ordre. L'Elecció de Shannon engendrà al seu torn una metàfora autoreflexiva que obrí nous camins, aquesta vegada dins el paradigma conegut com teoria del caos.⁷

Així, recorda com Szilard postula que el dimoni maxwellià no viola la segona llei perquè la memòria demoníaca es troba indissolublement vinculada a la producció d'entropia: el diable per a dur a terme la seva tasca necessita recordar on es troben emmagatzemades les molècules lentes i les ràpides. Aquesta postulació fou més quantificada en el refinament que Brillouin fa de la memòria que havia apuntat Szilard. En el sistema total, la informació emmagatzemada pel dimoni suposa despesa energètica, un cost d'augment entròpic resultant de l'operació de mesurament que ha de fer el dimoni. A més, hi ha un lligam entre entropia i informació: la informació es defineix per la corresponent quantitat d'entropia negativa.

Landauer i Bennett apregonen aquesta vinculació entre entropia i informació en els seus estudis sobre la irreversibilitat termodinàmica de les operacions de processament de dades en les màquines. Algunes d'aquestes operacions tenen un cost termodinàmic important teòricament: les operacions que comporten la destrucció de la informació són aquests específics processos irreversibles. Per tant, la informació resulta costosa, però no és la seva obtenció la que comporta dissipació de l'energia, sinó la seva destrucció o esborrament; la inflació informativa, considerant la capacitat del magatzem memorístic, no condueix a l'ordre, sinó que pot acréixer el desordre.

"Altra font de confusió és que en general no es pensa en la informació com una restricció. Paguem per a adquirir els periòdics, no per a llançar-los. Intuïtivament, el record de les accions passades del dimoni sembla constituir un enginy valuós (o en el pitjor dels casos útil). Però, per al dimoni, "el periòdic d'ahir" (resultat d'un mesurament previ) ocupa un espai important, i el cost de esborrar-lo neutralitza el benefici obtingut del periòdic quan aquest era fresc."⁸

Landauer realitzà els càlculs que verifiquen la hipòtesi de Brillouin. I Bennett refutà la font d'augment entròpic proposada per Brillouin; no es tracta dels estadis de mesura, sinó dels de memòria: la necessitat de destruir informació per a poder adquirir-ne de nova donat un espai (limitat) de memòria, i que segons Landauer comporta l'augment entròpic.

Atlan també adverteix -en vinculació amb el pas a l'atenció al significat- del canvi entre la consideració tradicional de l'aleatorietat o atzar caracteritzat com a desordre i el seu nou enfocament com a contribució a l'organització del sistema.⁹ Llavors fa un repàs pel conjunt d'investigacions i idees que han contribuït en el desenvolupament d'aquell canvi conceptual. És el cas de 'l'ordre per fluctuacions' estudiat per Prigogine, molt proper a l'ordre pel soroll, encara que amb un diferent formalisme, apareix en representacions deterministes de sistemes dinàmics, amb una indeterminació atribuïda a fluctuacions termodinàmiques. L'estudi dels sistemes amb estructura que els manté lluny de l'equilibri mostra la creació d'una estructura dinàmica macroscòpica que té el seu origen en la selecció, amplificació i manteniment de certes fluctuacions en un sistema obert; aquesta estructura se superposa a la dissipació d'energia lliure. També recorda com una contribució a Von Foerster i el seu 'principi d'ordre a partir del soroll'. El camí del soroll organitzacional, com un principi de representació probabilista de sistemes mal coneguts, i els problemes que deixava de banda la teoria de Shannon fins a una lògica de l'autoorganització de la redundància sota l'efecte dels factors del soroll. La introducció de la posició de l'observador, la consideració del canvi del punt de vista. El pas de la localitat a la globalitat.

Shannon creà una equació per a la teoria de la informació que té similar forma que l'equació de Boltzmann per a l'entropia. Donada aquesta similitud entre l'equació de la informació i la de l'entropia, es pensa que són "iguals" les "entitats" que defineixen. Shannon identifica amb la informació una funció de probabilitat, que calcula una quantitat que és "l'entropia" d'un missatge o font, la magnitud H ($1/N$ x el logaritme de la probabilitat d'un missatge "típic"). Aquella informació es defineix com una funció de la distribució probabilista dels elements del missatge, i.e., la informació depèn de la probabilitat dels elements del missatge. Aquestes probabilitats es troben determinades només per la freqüència d'aparició d'un element donat en relació amb la freqüència prevista d'aparició dins el conjunt. Això serveix per a establir que el ritme òptim de transmissió, que és major o igual que 1, és C/H , on C és la capacitat del canal i és el valor màxim de H en totes les assignacions possibles de probabilitats compatibles. És possible elaborar codis que permetin la transmissió a qualsevol ritme mitjà de transmissió menor que C/H , però no que sigui superior a C/H . Així se supera el significat original, físic, referit a conjunts de partícules, de l'entropia, i la noció es generalitza gràcies a la seva aplicació en problemes de comunicació i organització fins arribar a classes molt generals de successos.

S'ha de considerar, en la situació de comunicació, un codi, amb la seva dimensió, un canal, amb la seva determinada capacitat; a més del canal i del codificador, també un decodificador, un emissor i un receptor. Com que l'element més improbable necessita major codi, un codi més llarg, en una mateixa unitat de temps, el canal pot enviar menys elements improbables que probables. El "soroll" es tota interferència en la recepció del missatge de l'emissor. Aquesta intrusió es mesura amb les mateixes unitats que la informació, perquè també constitueix informació, encara que no és la informació (intencional) de l'emissor. L'objectiu de la teoria de la informació de Shannon era la major correcció possible en la transmissió del missatge original a fi que el missatge rebut contingüés la menor quantitat de (informació proporcionada per la) intrusió de soroll o equivocitat.

Com hem dit, segons l'analogia formal entre les equacions shannoniana i boltzmanniana, la maximització de la informació queda identificada amb augment d'entropia, de desordre, d'imprevisibilitat o impredictibilitat, incertesa, d'aleatorietat. (Aquesta connexió entre informació i desordre obre un primer estadi en l'enteniment de la font de tot el que és nou en el món: el 'caos', el paradigma del caos ("desordre") com a origen

constituitiu de la creació de l'ordre ("*informació*"), i que es reforça posteriorment, com veurem en Weaver i Atlan).

Ara bé, cal ressaltar la dualitat de la informació shannoniana (que també és una dualitat en la qualificació, positiva o negativa de l'equivocitat, del soroll com a no-informatiu i com a informatiu). Perquè la informació no només depèn de la probabilitat, sinó també de la improbabilitat. Si als elements improbables els corresponen codis més llargs, també es diu que amb els elements improbables es transporta més contingut informatiu.

El seguidor de Shannon, Warren Weaver, defensà una modificació en l'aspecte original de la teoria: hi ha casos on es pot considerar l'equivocitat exempta del seu caràcter d'interferència i constituent d'un afegiment desitjable. Això ve com a solució a la connexió entre informació i desordre.

La quantitat denominada equivocitat en una de les equacions de Shannon exigeix la introducció del coneixement del receptor com un factor en aquelles equacions que només es llegien des d'un punt de vista merament estadístic dels elements del missatge. Des del punt de vista d'aquest coneixement, es té que amb un missatge molt ordenat, el receptor podria endevinar el seu contingut; d'altra banda, un missatge amb soroll serà més *sorprenent* i, llavors, transmetrà més informació. Però, ara, la conclusió és que un missatge completament *desordenat*, com és el cas d'un missatge intel·ligible transmetrà un màxim d'*informació*. L'evitació d'aquesta conclusió s'aconsegueix amb la distinció entre informació convenient i informació inútil. És a dir, la informació queda definida per una corba que puja fins a un punt màxim mitja entre la certesa, o part previsible del missatge, i la incertesa, o part imprevisible o sorprenent; un missatge constituït per aquestes dues parts transmet la quantitat màxima d'informació. La informació cau a zero tant amb l'absència d'incertesa com amb la completa improbabilitat o incertesa. Des d'aquesta incertesa, la correlació directa entre augment d'informació i de probabilitat es manté fins aquell punt mitja, que és el màxim d'informació o adequada barreja de certesa i novetat (incertesa), després l'alta probabilitat o previsibilitat manté una correlació inversa amb la informació fins que la certesa, o probabilitat 1, coincideix amb la informació 0.

L'ambigüitat o dualitat en el sentit, positiu o negatiu, de l'equivocitat ve encara més aprofundida en H. Atlan, i això torna, segons ell, a exigir amb més força el paper del factor del coneixement del receptor o 'observador'. Si l'observador es col·loca només en el coneixement exclusiu del missatge, dins el canal, tindrà una visió interna de l'equivocitat com a interferència negativa amb el missatge. D'altra banda, aquesta equivocitat destructiva es torna positiva si l'observació se situa fora del canal, en el coneixement del sistema en el seu conjunt. Aleshores el soroll *pot, potser, constituir una reorganització* del sistema en un *nivell més elevat de complexitat*, que és una producció d'*autonomia*.

Llavors, els factors de soroll poden tenir com a efecte la disminució de la redundància amb producció d'autoorganització. Les fórmules de Shannon ignoraven el 'sentit' de la informació. Per a considerar-lo és necessari observar un nivell més global, més general, en l'organització del sistema, l'estructura i les funcions del nivell del destinatari sobre el qual s'efectua el sentit. Així, en la teoria "clàssica" de la informació, de Shannon, els efectes del soroll són la negació de la informació, del sentit; la informació quantificada mesura el que no comprenem del sistema. Llavors deixava de banda tres classes de problemes: a) la creació d'informació, b) la del sentit i significació de la informació, i c) les formes jeràrquiques d'organització.

Els factors "aleatoris" (les cometes són de Atlan) de l'entorn provoquen soroll, és a dir, són productors de "errors" en el sistema. Els factors de soroll en una via de comunicació que transmet una informació hi introdueixen una ambigüitat que adquireix diferents significacions segons la informació sigui observada com la informació que corre per la pròpia via situada en el interior d'un sistema o com la quantitat d'informació continguda en el sistema. En el primer cas es tracta de la "informació transmesa per una via de comunicacions", de la transmissió d'informació *probabilista* shannoniana, on la quantitat d'informació H expressa només un caràcter estructural que defineix l'estat d'organització d'un sistema, on els efectes del soroll incideixen en forma d'errors. Des de la qüestió dels nivells jeràrquics d'integració només s'observa el canal elemental sobre el qual s'exerceix el soroll, per exemple, el soroll és negatiu per a la cèl·lula que observa els canals de comunicació intracel·lular que la constitueixen. En el segon tipus hi ha, respecte del primer cas, un "canvi del punt de vista de l'observació", un canvi en la "posició de l'observador", la via n'és una entre moltes relacions entre nombrosos sistemes, el tipus d'informació considerat és la "informació continguda en un sistema organitzat".

Sense contradir el teorema del canal amb soroll, el formalisme shannonià, un canvi del punt de vista canvia el signe de la funció ambigüitat. Perquè ara es produeix informació sota l'efecte de factors aleatoris on, llavors els efectes del soroll, creador d'ambigüitat, es converteixen en esdeveniments de la història del *sistema* i del seu procés d'*organització*. La posició de l'observació constitueix el nivell de l'organització jeràrquica des d'on es considera la informació, i això incideix en *el sentit, perquè el sentit de la informació és diferent segons el nivell en el qual és rebuda en el sistema*. Així, en un nivell elemental és vist com a soroll o perturbacions aleatòries, com a destrucció d'informació allò que en un nivell global apareix com una creació d'informació. Així, el del canal del sistema amb l'observador que mesura la quantitat d'informació del sistema; e.g., el soroll (que no arribi a destruir la cèl·lula) en els canals en l'interior de la cèl·lula és positiu (increment de les seves funcions reguladores) per a l'òrgan que observa la cèl·lula.

Atlan adapta tot això a la situació real de l'observació del sistema natural. Nosaltres, com a observadors, coneixem insuficientment els sistemes naturals i per això, afirma Atlan, no podem considerar-los totalment mitjançant descripcions estrictament deterministes; això és veritat especialment pel que fa a la seva consideració com una organització "jeràrquica" de nivells. Després, tenint en compte el nostre coneixement, aposta per descripcions deterministes "locals". Que certament aquest caràcter local és allò que ha permès el desenvolupament de les descripcions deterministes, en concret apunta una síntesi entre la 'termodinàmica de xarxes' i la teoria probabilista de l'organització; però això és una tasca pròpia del desenvolupament científic, el

qual es podrà aprofitar del doble joc entre

determinisme i la seva neutralització indeterminista que sembla que hi ha a la natura. I una altra cosa són les afirmacions de tipus filosòfic de la imatge del món que en pot sortir.

A. 4.- 2.- Interpretació subjectivista de la informació

A. 4.- 2. 1.- Interpretació subjectivista de les probabilitats de la mecànica estadística en la teoria de la informació

No sembla haver-hi dificultat amb la connotació subjectivista que té el llenguatge que resulta de la reflexió de teòrics de la informació, atès que podria corregir-se simplement fent els suficients advertiments sobre que la posició de l'observador refereix a la localització de la realitat, a nivells de realitat. Però, encara que aquella referència sembla òbvia, si no es fa aquella insistència estricta, hi haurà una inevitable translació, que recarrega encara més el rumb subjectivista, vers la comprensió dels nivells de realitat com si només fossin nivells d'observació, donats per les perspectives dels "observadors".

A través de la noció de soroll, la probabilitat o incertesa continua mantenint una connotació negativa. El soroll, només com a relació no-determinista, aleatòria, en la transmissió del missatge entre la font i el receptor, es concep com a assignificatiu. Només l'aleatorietat apareix amb plena nitidesa com a aparent, això és, acompanyada, amb insistència, de la mà de la 'posició de l'observador'. El soroll, la pertorbació, la relació probabilista és un principi d'organització en altre nivell, però, en quant producció d'ordre, no és soroll ni hi ha aleatorietat. En el fons estem d'acord amb el contingut que hi ha en el que es diu, però la manera de insinuar-ho, la seva explícita expressió és justament la contrària a la nostra. Per a nosaltres l'ordre o estructura determinista és aparent quan deixa d'ésser significatiu per a ésser neutralitzat per una aleatorietat real que ofereix significació i ordre en altre nivell que aquell determinista. Exposarem en el que resta d'aquest apèndix (i també està exposat en certa manera en el capítol XII) per què una qüestió d'expressió, forma o accent, acaba essent, en realitat, l'enunciació de continguts antagònics.

En primer lloc, cal advertir que la identificació que hem comentat que fa Hayles d'una polisèmia acaba constituint, per a nosaltres, la identificació d'una confusió que Hayles no presenta com a tal confusió; i que, en conseqüència, renuncia a l'intent de resoldre, perquè la seva tasca és una altra, és precisament ressaltar aquesta polisèmia conceptual entre diverses "tradicions disciplinàries" i àdhuc entrellaçar-la a un ampli context cultural, connectar-la amb la literatura, allà on es pugui trobar, encara que s'hagi de retrotraure a Edgar Allan Poe, de forma que es pugui unificar un tot cultural dins un temps històric en l'etapa del pensament. Però aquesta mena de "ciència" històrica encara no és, de cap manera, una anàlisi racional.

El resultat de la, d'altra banda, vívida reconstrucció cultural de Hayles, pel que fa a la seva anàlisi de la conjunció entre la reflexió sobre el diable maxwellià i la teoria de la informació, és un impediment per a desencadenar-nos de les confusions inserides en el nostre conglomerat heretat. Perquè si, com diu Popper, respecte a les idees metafísiques és possible dur a terme una discussió racional, amb respecte a idees científiques és obligat l'anàlisi que seleccioni, clarifiqui i rebutgi unes per altres; en general, en un discurs és possible i obligat detectar les seves incongruències. L'hermenèutica de Hayles s'atura en si mateixa, i àdhuc sembla evitar aquesta tasca clarificadora.

Una il·lustració "cultural", com la feta per Hayles, de conceptes físics o d'interpretacions científiques sobre les seves teories és il·luminadora per al coneixement si detecta explicativament aquells aspectes que, exposats en els contextos disciplinaris com a racionals o objectius, presenten falles incongruents en aquesta comesa. Hayles fa això fins a un cert punt, però després en determinat moment no hi persisteix i la seva anàlisi cau en el mateix desencert: en la no percepció de l'acceptació com a donada d'una via, subjectivista, que coincideix en les seves associacions amb la subjecció al, diguem-ne, paradigma determinista clàssic. Però hem dit que aquesta via no és pot donar, com es fa, com a establerta, sinó que necessita justificació. En aquest "nou paradigma" -que Hayles tracta de situar en la seva gènesi- on es vincula informació amb desordre, des de l'enteniment associat de la reflexió sobre el diable maxwellià i la teoria de la informació, persisteix sense afeblir-se l'antic paradigma.

Hayles, com Brillouin o les conseqüències extretes pels comentaristes de la teoria de Shannon estan fent una caracterització subjectivista, la força de la seva acceptació com a donada sense qüestió prové, com ja hem dit, de la força de l'herència cultural. Identificar aquesta herència hauria d'ésser part de l'anàlisi cultural de Hayles; però, si com acabem de dir, una anàlisi d'aquesta mena hauria de tenir la utilitat d'afavorir una anàlisi que identifiqués els prejudicis no explícits i la forma de les incongruències, també, aquesta genètica històrica no es pot dur a bon terme sense fer servir la reflexió analítica dels continguts. En aquest sentit, la discussió generada per la postulació propensional no és espúria, perquè revela fonts o esquemes imposats que sense ella sembla que costa de distingir, llavors és útil o clarificador per a la construcció d'un nou paradigma, per a la caracterització filosòfica d'una nova imatge del món.

Des de la mateixa mecànica estadística venen donades les associacions entre l'entropia, la probabilitat, l'aleatorietat, el desordre/ordre, la desinformació i la incertesa. Amb el decreixement monòton de H basat en l'equació cinètica es descriu la tendència termodinàmica cap a l'equilibri. Aquesta evolució expressava un creixement entròpic, i la nova noció de probabilitat d'estat, W , entesa com la probabilitat de

qualsevol distribució de velocitats en el sistema sencer, s'utilitza per a donar raó de l'estat d'equilibri com el corresponent als estats microscòpics més probables. Llavors l'associació de l'entropia termodinàmica, S , amb $-H$ consisteix en l'equivalència entre la maximització de l'entropia i la minimització de la funció H en la qual consisteix la tendència termodinàmica cap l'equilibri o creixement entròpic. Aquesta equivalència es vincula també amb la maximització de la probabilitat de qualsevol distribució de velocitats -o distribució maxwelliana de l'equilibri-, i per tant fa l'associació entre entropia, S , i la probabilitat W : $S = -K \log W$. Ara l'entropia d'un macrostat queda determinada pel nombre de permutacions possibles corresponents a la seva distribució.

En el cas d'un gas acotat a l'extrem de la caixa que el conté, les seves molècules es troben més localitzades que quan el gas s'expandeix; al final, a l'estat d'equilibri, cada molècula pot estar en qualsevol lloc, assolint-se una densitat uniforme a tota la caixa. Aquesta imatge, il·lustrativa de la homogeneïtzació de la distribució local dels constituents moleculars d'un gas en la seva expansió, serveix com acompanyament intuïtiu per a afirmacions més abstractes com la de que en l'espai de les fases un estat de no-equilibri es representat per un nombre força menor de configuracions moleculars que a l'equilibri. Es pot dir, aleshores, que l'augment del nombre de microstats possibles significa un augment en la nostra incertesa per a fixar l'estat microscòpic. La incertesa estaria anul·lada si ens trobéssim amb un estat macroscòpic que té un únic microstat possible, llavors tindriem fixades les coordenades fàsiques de les molècules. Aquesta "informació" decreix cada cop més amb l'ampliació del ventall de microstats permissibles. Com també ara l'augment entròpic es relaciona amb aquest nombre de configuracions, es té un grup de paraules que semblen referir-se a una mateixa cosa: probabilitat, entropia, desinformació, incertesa. Aquest grup de paraules és més ampliat encara, quan l'entropia s'associa amb desordre i amb aleatorietat. Un estat de combinació molt uniforme, que distribueix molt el nombre de molècules entre els compartiments de l'espai, i que, per tant, conté un nombre de permutacions de valor alt, es pot considerar com més "aleatori" i menys "ordenat" que una distribució dels valors moleculars més concentrada en una determinada zona de caselles. Segons la definició de Boltzmann, l'entropia o aleatorietat d'un macrostat és igual al logaritme del nombre dels seus microstats, el macrostat més aleatori és aquell amb el nombre més gran de microstats.

L'aclariment de totes aquestes nocions i la seva connexió des dels conceptes informacionals executa resonàncies nocives per al seu sentit físic. S'associen, com ja ho estaven, informació i ordre/desordre amb entropia, però d'una manera que pel camí surt malbaratada la imatge física de l'entropia, aquesta sembla, sense afirmar-ho explícitament, ésser reductible a nocions informacionals. Aquesta situació exigí un advertiment de Popper:

"No obstant això, aquestes equacions haurien d'ésser usades amb la major precaució: tot el que s'ha mostrat és que l'entropia i la manca d'informació poden ésser mesurades per *probabilitats*, o interpretades com a probabilitats. I no s'ha mostrat que siguin probabilitats dels mateixos atributs del mateix sistema."¹⁰

N.K. Hayles afronta la divergència entre el punt de vista que podríem dir "físic" i el de la "informació": "la discrepància entre Shannon i Brillouin sobre si la informació hauria de tenir el mateix signe que l'entropia o el signe oposat."¹¹ Sota la primera heurística, que és la de Brillouin, la 'informació' és considerada 'organització', 'ordre', distanciat del desordre o entropia. En canvi, en el punt de vista de Shannon i companyia, la informació és associada al desordre o incertesa. La solució oferta per Hayles durà la següent conclusió:

"Preguntar-se qui té raó és com preguntar-se si un got està mig buit o mig ple. La resposta és important, però no perquè sigui correcta sinó perquè revela una orientació vers el got i, per consegüent, una actitud vers la vida. De la mateixa manera, les heurístiques de Brillouin i de Shannon revelen diferents actituds vers el caos per les seves orientacions vers el missatge."¹²

La raó d'això és que:

"Dins les heurístiques, el punt capital de la discrepància radica en el lloc on es col·loca el comentarista respecte al procés de transmissió. Ambdues heurístiques accepten que l'entropia es correlaciona amb la incertesa. Però l'heurística de Shannon posa en primer pla la incertesa que està present abans que el missatge sigui enviat, mentre que l'heurística de Brillouin es concentra en la incertesa que queda després que el missatge ha estat rebut. Ara podem formular breument la diferència entre les dues concepcions, *Shannon considera la incertesa del missatge en la seva font, mentre que Brillouin la considera en la seva destinació*."¹³

També que:

"Les decisives diferències revelades per les heurístiques són dues maneres oposades d'avaluar l'ordre [...] El que es debat en les heurístiques és la connotació que el desordre és l'enemic de l'ordre (i per tant, de la informació), i no els resultats denotatius de les teories mateixes."¹⁴

Però si atenguéssim els "resultats denotatius de les teories mateixes", veuríem com allò que en la física és una oposició entre ordre i desordre, des d'un precís i específic sentit procurat per la teoria física des d'un paradigma tradicional, és la "denotació" d'una completa ambigüitat i vaguetat de 'ordre' per la vàcua generalització d'aquesta noció des de l'afegiment informacional (vehiculada des de l'originària igualació d'informació amb entropia).

Hayles duu un comentari d'altre autor per assenyalar que "en definir la informació com a oposada a l'entropia, Brillouin 'atribueix a la informació una qualitat que no té: la d'ésser organitzada'."¹⁵ Certament, quan aquella 'organització' és una expressió en la concepció clàssica determinista, la noció

d'informació (determinista) li està associada. Però és que des de la física, les nocions de 'informació' i de 'ordre' tenen uns significats precisos i pròpiament específics, on entropia es oposada a informació (determinista).

Com hem exposat damunt, considerant un punt màxim mitjà entre les parts previsible i imprevisible del missatge, Hayles explica el punt de vista dels físics (que entropia i informació han de tenir signes oposats) de la manera següent. La corba informació-probabilitat pot ésser entesa en aquestes dues parts o meitats. Brillouin, la física, es col·loca en la meitat on el seguiment ascendent de la corba des del punt 0 d'informació i de probabilitat fins aquell punt mitjà, màxim, indica una correlació directa entre informació i probabilitat. Es tracta de la meitat de la corba on la previsibilitat del missatge coincideix amb l'augment d'informació. Però la col·locació exacta de Brillouin i la física és, en aquesta meitat, des del punt mitjà seguint la direcció descendent o inversa d'aquesta part de la corba: la disminució de la informació amb la disminució de la probabilitat, de la predicibilitat, o augment d'incertesa.

En l'altra meitat de la corba, seguint-la en el seu curs natural descendent, des del punt màxim mitjà, on quedaria situat el punt de vista de Shannon, fins a la seva caiguda, l'augment del valor probabilístic es relaciona amb la disminució del contingut informatiu. Això correspon amb l'afirmació que un missatge massa previsible no aporta informació significativa; i permetria comprendre que la informació fos identificada amb l'entropia. Per tant, si la seguíssim en sentit contrari o ascendent descriu que la disminució en la previsibilitat es correspon amb un augment del contingut informatiu; això correspon a l'altre significat que té la informació, un missatge menys esperat o sorprenent aporta més informació¹⁶; on, d'una altra manera que abans, el soroll (entropia) pren un significat positiu identificat amb informació.

Treure la física d'aquesta meitat, com fa l'anàlisi de Hayles, és dir que el concepte d'entropia no refereix pròpiament a una propietat física, és buidar-la d'aquesta significació. Perquè la seva anàlisi menysprea els continguts denotatius que expressa la mateixa física. I la seva caracterització resulta decididament antirealista, i on la realitat física queda restringida al punt de vista determinista sense sortir del paradigma tradicional: la irreversibilitat dels processos vers l'entropia és un procés contemplat ara segons un punt de vista sobre missatges. Ara, envoltada en la pròpia problemàtica de la teoria de la informació sobre el seu concepte bàsic, l'entropia és una noció que pren la seva naturalesa només en dependència de quin sentit de la informació s'estigui prenent en compte, aquest sentit apareix caracteritzat com una posició d'observació que implica un nivell de coneixement. Les reflexions al voltant de la teoria de la informació arrossegueu la qüestió determinista del dimoni maxwellià. Aquella metàfora mai no és entredita en la seva essència determinista; el plantejament determinista que exposa radicalment no és superat.

Físicament, les dues direccions de la primera meitat de la corba corresponen a allò que anomenem determinisme, on l'augment de la probabilitat, entesa com a certesa o predictibilitat suposa un increment de la informació; i, a la inversa, la disminució de la informació coincideix amb un augment de la imprevisibilitat o disminució de certesa o de valor de la probabilitat, tal com correspon a la causalitat determinista.

Però no és correcte que el punt de vista físic només es troba limitat a aquesta meitat, també abasta l'altra, la que Hayles atribueix només al punt de vista informacional. La direcció de la segona meitat, la de la caiguda informativa amb l'increment de previsibilitat, correspon a la direcció que pren un procés vers l'entropia. Perquè la física recull el significat de la probabilitat com a correlacionada amb informació, com descriu la primera meitat de la corba, com també el concepte entròpic on els processos irreversibles es dirigeixen vers els estats més probables (més desordenats) que signifiquen pèrdua d'informació (determinista), com descriu la segona part. Hem de suposar que Hayles entén que l'entropia es troba representada per la primera part de la corba en direcció descendent on quanta menys certitud menys informació. Però, com estem dient, l'entropia també podria ésser representada allà on la corba es dirigeix al màxim de probabilitat amb el mínim d'informació. Cal fer això si es vol representar adequadament el punt de vista físic on "denotativament" la línia de la probabilitat no queda entesa només en el sentit que improbabilitat és incertesa i manca d'informació, sinó que també recull un altre significat, expressat en el concepte entròpic, que els estats més probables són els més desordenats (que vol dir: els que contenen menys informació (des del punt de vista determinista)).

A més a més, l'enfocament propensional, amb la seva concepció de la probabilitat com a referència a una realitat física i tal com nosaltres l'entendem, permet, sense necessitat de recórrer a una caracterització informacional, entendre la direcció ascendent o contrària de la segona part de la corba, aquella on la disminució de previsibilitat coincideix amb un augment de contingut informatiu, la qual cosa representa concebre la informació com a aliada del desordre, i això, recordem-ho, significa, segons Hayles, l'obertura d'una nova via vers un nou paradigma. Perquè aquesta direcció en aquesta part de la corba significa, gràcies a una visió realista de la probabilitat, que un excés d'informació, la detallada informació determinista en cadascuna de les tirades de la moneda no és (causalment) rellevant, no aporta informació estructural, per a la conformació del macronivell de tots els llançaments amb les seves regularitats estadístiques; per això és vertadera la hipòtesi d'atzar, perquè hi ha una aleatorització de la situació determinista individual, que comporta que aquesta informació no és estructuralment significativa.

Hem dit que la causació determinista correspon a la situació de l'arc on més certitud comporta més informació (o, en la seva direcció descendent, on menys certitud comporta menys informació). Aquest és el sentit 'determinista' de l'ordre o organització, que ofereix una condició organitzativa a la informació. A l'altra part de la corba (quanta més certitud menys informació o quanta menys certitud més informació) pren representació la causalitat indeterminista, ingredient d'una teoria propensional: una aleatorització real dels processos físics dóna sentit a que la informació determinista es torni una informació ignorant, soroll o no significativa. Hi ha probabilitat real en l'estructuració de certs processos físics internivell. Podem entendre que el problema sobre el sentit de l'entropia davant els diversos sentits de la noció d'informació és una qüestió que té la teoria de la informació. En la física existeix una noció d'organització o ordre (determinista) vinculada a informació, on

entropia significa desordre determinista

Però, alhora, sota una interpretació realista de les seves probabilitats, les nocions d'informació i ordre són ara relativitzades per un nou concepte d'ordre, més ampli, en quant aquella caracterització propensional assumeix com a fonamental el compromís ontològic d'estendre la causalitat a una causació indeterminista o probabilista com a separada de la determinista i el seu clàssic concepte d'ordre, perquè no sembla tenir sentit situar la causalitat (ara indeterminista) en oposició a ordre. Això sense recórrer a la teoria d'informació per concloure en una subjectivització dels conceptes físics sota un enfrontament dels equipaments heurístics on són deixats de banda els continguts denotatius (els de la física, però no pas els de la teoria de la informació).

La conseqüència d'entendre que al punt de vista físic sobre la noció d'informació se li'n superposa un altre de més general que l'abasta i que no és físic és, sota els auspicis de les consideracions informacionals, que pel camí nocions presents en la física com aquesta mateixa d'informació i la de probabilitat es descarreguen de *fisicitat*, i també una noció donada al costat d'aquestes dues com és la d'entropia.

Exerceix una encisadora atracció per a la filosofia el possible i pretensions mèrit del suggeriment informacional: un caràcter més general per a nocions que la física arribà a entendre a la seva específica manera (informació, ordre) o construir en el seu si (entropia); i d'aquesta manera construir una mena de metaciència, en el sentit de disposar de nocions unificadores sobre totes les ciències, que construirien ponts entre els nivells de realitat que cadascuna d'elles descriu, sota una mateixa coherència conceptual omniabastadora. Però, l'abastament de la corba de la informació pel punt de vista físic no és un estrenyiment de la visió, perquè permet des del món físic una ampliació d'aquest món, una extensió des de la física vers fora seu. Perquè des de la perspectiva propensional l'estructuració, l'ordre de la realitat no càrrega a les seves espatlles amb la "plenitud" de la realitat. Simultàniament a un particular "estat mental" nostre hi ha nivells de realitat fins als nostres estats quàntics. Però ni un perllongament extraordinari de la nostra espècie en el temps permetria que arribés el dia que aconseguíssim identificar el nostres estats mentals en la nostra constitució atòmica de manera que això últim expliqués i constituís realment un estat mental paranoic, per exemple. Aquest *plenum*¹⁷ de realitat no és accessible al nostre coneixement, perquè, en quant éssers reals, no podem accedir a allò que la realitat mateixa és cega. És vàlid dir que Déu véu en el primer àtom l'estat futur de l'univers i la seva fi i els detalls de la vida de cadascun de nosaltres. Però, com a "realitat suprema", Déu és fora de la *realitat*.

L'enfocament propensional permet argumentar que la realitat, en la seva evolució, no s'estructura incorporant en els seus processos tota la informació que hi ha en la realitat. La idea d'un probabilisme físic convoca una visió no-reduccionista entre els nivells de realitat; el reduccionisme només és pot invocar en nom de Déu, per tant es troba lluny dels mecanismes propis amb els quals la realitat opera. L'aleatorització sobre el moviments individuals de les molècules és l'assignació probabilista (la presència d'un camp de propensions) a aquells moviments, i això vol dir que el micronivell no intervé estructuralment en tota la seva plenitud o condició en el macronivell; la informació o microrealitat determinista dels llançaments singulars de la moneda no intervé en la conformació del macrofenomen de les freqüències d'un col·lectiu de llançaments. La consideració propensional de la corba de la informació permet considerar una connexió probabilista (adequada a alguna mena d'emergentisme) en els salts a altres nivells de realitat que ha caracteritzat l'evolució de l'univers fins a la producció d'éssers vius amb consciència.

Sota la vigorosa inclinació antirealista d'una caracterització informacional, en el nou paradigma la naturalesa essencial del paradigma tradicional roman incòmode. El "nou paradigma" no apareix, llavors, correctament caracteritzat en la seva novetat com a tal paradigma. Els desenvolupaments conceptuals de la precisió informacional, amb la nova concepció d'ordre des de la dual noció de 'soroll' (soroll, 'probabilitat' en el canal i ordre des del nivell del sistema), semblen esclarir probabilisme i determinisme com a visions de la realitat que són caracteritzacions confuses, residu del paradigma tradicional, termes substituïbles en el desenvolupament d'un nou paradigma.

Hem de tenir en compte que si hi ha alguna noció d'ordre o d'informació, llavors és forçosament present la del sentit i la significació. Com que en la definició mecànic-estadística de l'entropia hi ha aquelles nocions, tenim aleshores que hi ha "significació". A més a més, les probabilitats en la teoria de la informació provenen del nostre coneixement "imperfet" i "global" del sistema, i: "Hem vist que, amb l'ajut de mètodes probabilistes com la teoria de la informació i la termodinàmica estadística, és possible representar sistemes naturals d'allò que només es posseeix un coneixement global i imperfet en els detalls."¹⁸

També, la posició de l'observador és fonamental; aquesta afirmació no s'elimina per als objectes i per a les magnituds físiques. Llavors, la definició entròpica de la mecànica estadística és el producte de la nostra posició d'observadors que tenim un coneixement imperfet i global del sistema on ometem significació.

Hem d'aclarir la situació de cadascuna d'aquestes nocions. La significació que ometem o desconsiderem, ens diu Atlan, és la de les molècules individuals. La posició, podríem dir, que la podem situar mitjançant la fixació del coneixement que opera, que és global i imperfet. Com que des d'un punt de vista "operatiu", l'entropia és disminució d'energia o calor no utilitzable, des d'un punt de vista "probabilista" és desordre (també, i/o complexitat i desinformació), però que acaba essent mesura d'incertesa. El punt de vista operatiu treballa amb variables macroscòpiques, el probabilista abordarà la naturalesa microscòpica d'aquests paràmetres fenomenològics, però d'això només en tenim una consideració global, estadística, que ignora les individualitats microscòpiques, caldria conèixer aquestes individualitats per prendre sentit, llavors sabríem en cada instant la posició i la velocitat de cada molècula individual. Popper diria que això no modificaria els resultats estadístics que ja teníem o que tindrem, però ara, si tot això ha de tenir "sentit", entraria en acció el diable maxwellià que, com ja sabem, seleccionaria i organitzaria aquests individus moleculars.

Però aquell paper de l'observació (que ja hem vist que destacà Atlan) en la situació

comunicativa va a ésser traduït a la situació física. Pel propi desenvolupament de l'enteniment de la teoria de la informació, quan aquesta teoria, atès l'analogia entre les fórmules shannonianes i boltzmannianes, ha estat usada per a llegir l'àmbit pròpiament físic de la mecànica estadística i la termodinàmica, deriva amb prou facilitat en narracions amb una explícita càrrega força subjectivista.

"Ara bé, de fet, se sap que un missatge sense significació no té interès i en últim terme, no existeix. I aquesta informació shannoniana reduïda a la incertesa probabilista no té més interès que l'operatori: (...) no pot oblidar-se que la significació del missatge continua essent-hi. La seva col·locació entre parèntesi només pot ésser provisional, tan sols per permetre una descripció "que funcioni" d'aquell fragment -limitat- de la realitat en la qual es pot ignorar dita significació. Una descripció i una comprensió d'una realitat més àmplia ja no pot evitar tenir-la en compte,...."

És important comprendre que la mateixa cosa succeeix pel que fa a la mesura de l'ordre en la natura, com ho suggereix la física. Prendre com a mesura del desordre la magnitud "entropia" implica una definició de l'ordre purament probabilista de la qual la significació o bé està absent o bé, com hem vist, queda reduïda i uniformitzada. Es tracta, també aquí, d'una definició operatòria que funciona en situacions on pot fer-se abstracció de les significacions. (De fet no és possible triar, ja que no se les coneix, individualment, l'estat de cada molècula i, per tant, l'efecte dels seus moviments només pot ésser observat globalment; i, per tant, es coneix encara menys l'efecte del moviment de cadascuna d'elles presa individualment, sobre una qualsevol de les seves veïnes.) Ara bé, també aquí, encara que s'ignori, continua essent-hi la significació. Un ordre observat en la natura només apareix en aquesta condició per a l'observador que hi projecta significacions conegudes o suposades. D'aquesta manera, mesurar l'ordre físic per l'entropia implica que només es contempla un aspecte molt particular de l'ordre. Bé perquè, (...) i llavors l'entropia és la mesura d'un desordre en relació a un ordre purament probabilista del qual és absent tota significació. O bé perquè (...), i llavors l'entropia és la mesura del desordre d'un sistema físic des del punt de vista d'aquesta mera significació d'ús d'una màquina tèrmica *artificial*, arbitràriament estesa a tota la natura. En qualsevol cas, la riquesa de les significacions naturals, possibles o realitzades, hi és absent."¹⁹

Es pot comprendre que l'extensió de la noció d'*ordre* a la natura física calgui de desenvolupaments d'aquest concepte on no només sigui associat a la seva "reducció" entròpica. Però, en principi, tinc inclinació a dubtar que la *comprensió física de l'ordre* pugui donar-se en una via clarificadora des de la perspectiva de Atlan, perquè si aquest autor no explica més quina és la "significació" d'aquestes frases, el seu comentari en el fons resultarà inintel·ligible; em refereixo, en particular, que no puc endevinar amb cap traç de sospita com pot comprendre's parlar de la *significació*, omesa o ignorada probabilísticament, de l'estat individual de cada molècula.

La reivindicació de l'estat dinàmic de cada partícula, 'ignorat' en la versió estadística (probabilista), semblaria una crida exigent a la efectiva realització de la reducció de la termodinàmica (el lloc de les mitjanes estadístiques que fa la ignorància dels estats individuals) a la mecànica (el lloc d'aquella coneixença). Però, no sembla que en propietat es tracti d'això; en general, Atlan considera el "reduccionisme" des del problema d'un enfocament global que també interactua:

"De fet, tot el punt de vista reduccionista, físico-químic, reposa sobre el postulat, tantes vegades verificat experimentalment, que les propietats del conjunt del sistema viu tenen el seu origen en les dels seus components físico-químics en nivells d'integració molt més elementals.

Aquest punt de vista, resultat de l'observació experimental, hauria, per a ésser formulat matemàticament, d'implicar una relació causal tal que les funcions solucions dels sistemes d'equacions diferencials [*que descriuen un sistema dinàmic i que caracteritzen el nivell (inferior) d'interès*] haurien de determinar les seves pròpies condicions en els límits [*les quals determinen les funcions solucions del sistema i caracteritzen el nivell superior*] i no a l'inrevés.

Però al mateix temps, l'*experiència matemàtica habitual* on les condicions en els límits determinen les funcions, la qual cosa correspon de fet a un punt de vista holístic, s'imposa també per nombroses *observacions experimentals* on les propietats globals del sistema apareixen com el resultat *no solament* dels seus components elementals, *sinó* de l'*organització* o connectivitat dels seus components que, abordats en un nivell més integrat, *és la que determina* justament les condicions *en els límits dels nivells elementals*."²⁰[*les cursives i acotacions són nostres*]

Més aviat, sembla que per comprendre la qüestió plantejada (on un nivell superior considerat per un punt de vista matemàtic clàssic que descriu un sistema d'un nivell per un sistema d'equacions diferencials, provoca l'assumpte del pas d'allò global a allò local i també viceversa, on un punt de vista empíric reduccionista ofereix la direcció del detall engendrant allò general) convé, sembla que apunta Atlan, atendre aquest problema mitjançant la il·luminació que podria ésser donada des de la teoria de la informació inaugurada per Shannon, on "els mecanismes de creació d'informació a partir del soroll dels quals hem parlat poden suposar cert progrés."²¹

En efecte, per aproximar-nos a l'enteniment del que diu Atlan, hem de comprendre que està narrat una situació física des de la perspectiva de la teoria de la informació. Sostenim (a) que aquesta lectura no ofereix cap "significat" si considerem què és el que es discuteix des de la ciència física sobre aquella situació física. També, proposem (b) que el "significat" d'aquesta situació física exigeix una narració justament en un "sentit" oposat al que fa Atlan, i aquesta narració arrenca d'una consideració propensional, això és, d'entendre les probabilitats involucrades com a objectives, en el sentit d'oposar-se a la seva consideració subjectivista, com a introduïdes per la ignorància de l'observador de les condicions rellevants.

A. 4.-2. 2.- *Conseqüències subjectivistes de la traducció de la teoria de la informació a la física. El problema amb la "observació" informacional*

Ara veiem la situació entesa per la teoria de la informació traduïda a la mecànica estadística boltzmanniana, les seves probabilitats, la seva entropia i les seves molècules identificades individualment. Atlan entén que l'ús de les *probabilitats* per Shannon és idèntic al seu ús en Boltzmann. En un cas mesuren la informació (sense significació) i en l'altre el grau de desordre molecular d'una mostra de matèria. Segons això, la consideració informacional de l'*entropia* permet veure amb molta claredat que la *definició estadística del desordre en física* exclou la preocupació per la "significació dels objectes constitutius del sistema considerat."²² Llavors, caldrà veure els aspectes de la teoria de la informació que identifiquen el contingut clar d'aquella exclusió per a entendre aquella significació.

En la primera exposició de la teoria de la informació, la de Shannon, es considera un missatge desposseït de la seva significació, la seva informació es redueix a la "incertesa probabilista"²³ operatòria, que només funciona en un fragment limitat de la realitat. (No hem de deixar de fer esment del comentari de Atlan quan considera que allò que val per a l'anàlisi de la comunicació, i.e., que s'ha de prendre la significació del missatge per a abordar un cert grau de generalitat i profunditat, també val per als "ordres *naturals*", els "sistemes materials no construïts per l'home, sistemes autoorganitzadors,"²⁴ on també s'ha de tenir en compte "les significacions implícites sempre presents").

Segons Atlan la intervenció probabilista en la mecànica estadística representa una posició de l'observador en la qual no es pot recollir el "sentit" o "significat". Ara bé, llavors és que hi ha algun "significat", en el sentit de Atlan, en algun lloc. És a dir, en alguna part podem considerar un 'canal' per al qual allò que és 'soroll', aleatorietat, pertorbació o sense sentit és 'sentit' en el 'sistema'.

Es diu que tenim, en primer lloc, un micronivell on l'abstracció de les interferències permet considerar les seves condicions rellevants com a controlades amb l'establiment d'una representació determinista de la trajectòria molecular. En segon lloc, també tenim un *nivell mecànic-estadístic* que és aquell micronivell, "pres en grans quantitats", on no s'abstrauen les condicions en la seva condició de pertorbacions, sinó que s'hi inclouen en la seva condició de pertorbacions, cosa que vol dir abstraure o ignorar el detall de les condicions que constitueixen la representació en aquell micronivell.

Com que aquella probabilitat és exercida sobre el nivell microscòpic, podríem pensar que allò que és soroll probabilista en aquest nivell és senyal o sentit en el nivell macroscòpic, on s'obté l'observació d'una regularitat estadística. Aquesta regularitat ens pot remetre a un 'ordre'; es tracta del que ens advertia Laplace o, si es vol, com feia Nagel²⁵, àdhuc podríem entendre, d'aquesta manera, una relació determinista entre l'estat inicial i el final. Ara bé, la regularitat estadística que estem considerant és la distribució maxwelliana de velocitats en l'equilibri, aquesta distribució freqüencial de valors de les velocitats moleculars és la que correspon a una distribució 'uniforme' i 'homogènia' de la qual, precisament, afirmem que constitueix una situació 'desordenada' del conjunt de sistemes microscòpics. És la interpretació microscòpica sobre el nivell macroscòpic la que permet la qualificació de 'desordre'; però, aleshores, com podem dir que en aquell nivell microscòpic, operat probabilísticament, no hi és el "sentit", quan és des d'aquell nivell des d'on, precisament, intentem buscar el "sentit" d'allò que passa macroscòpicament?

En efecte, hi ha un ordre microscòpic, i és la seva visió estadística operada per l'observador en prendre el conjunt probabilísticament allò que Atlan considera (as)significativament com a soroll aleatori. Però, ara, aquesta (as)significació no ha de buscar-se "cap amunt", vers allò macroscòpic, sinó, altra vegada més, "cap avall", en el nivell genuïnament microscòpic no observat o operat probabilísticament, allà on l'observació permetés detallar l'ordre determinista subjacent de totes les posicions i velocitats moleculars en tot instant (és a dir, aquella observació metaforitzada pel dimoni maxwellià).

Nosaltres, en canvi, diríem que la consideració (probabilista en el conjunt) del soroll en quant soroll sobre la situació determinista *indetermina* aquesta situació i permet integrar (probabilísticament, cosa que Atlan desconsidera) aquells "canals" en un sistema o macronivell. Després, en aquest macronivell s'observen certes regularitats que corresponen a la representació mecànic-estadística.

El 'soroll', que en el sistema o canal microdeterminista no "s'entén", és "sentit" o "enteniment" en el macrosistema. Mentre que, d'una banda, sembla que per a Atlan la probabilitat sobre el microsistema no recull el sentit que trobaríem en el macrosistema. D'altra banda, també sembla per a Atlan que la probabilitat no capti el sentit que seria real en el microsistema individual. Per la nostra part, una consideració propensional adverteix que les probabilitats es refereixen a una propietat real, el *set-up*, on s'ignora el microdeterminisme d'un nivell per a donar compte del macroordre o regularitat d'altre nivell.

Atlan trasllada el concepte de 'significació' segons la situació comunicativa estudiada des d'una teoria de la informació a la física. El cas físic no és tractable d'aquesta manera sense que la traducció no sigui il·lícita: no se correspon al que es troba en joc. Per tant, aquesta traducció aliena i fora de joc no és correcta. I la rebutgem: els objectes constitutius -els individus moleculars- en la "seva significació" no són significatius. És el tractament que considera la "significació individual" allò que constitueix una consideració (merament estadística) que destrueix el significat físic.

Hem vist, doncs, que l'enfocament 'canal-sistema'/soroll-sentit no suposa un afegiment qualitatiu a tot això, a menys que allò que realment inclogui aquest enfocament sigui l'afirmació interpretativa, d'altra banda tan insistida per Atlan, que tot allò no mostra res més que la relativitat del punt de vista de l'observador i que manifestació palesa d'això és l'exemple ofert pel concepte de l'entropia. En efecte, el que sembla clar des de

l'aplicació de la teoria de la informació desenvolupada és l'afirmació d'una consideració subjectiva de la probabilitat, encara que l'argument informacional, en veritat, no arribi a raonar aquesta afirmació.

Atlan recorre a l'intent de solució kantiana de l'herència humeana, a la seva diferenciació entre la intrínseca realitat en si, la ideal realitat del subjecte pensant, i la realitat intermèdia, la de les categories de la percepció i de la mesura; els nostres conceptes físics es refereixen a aquesta realitat de la interacció entre el nostre pensament i el món que ens envolta.

Popper, que argumenta una proposta de defensa del realisme, no es preocupà de 'definir' el realisme. Nosaltres tampoc no ho farem. Portar una definició de realisme és convertir la nostra tasca en una discussió sobre el realisme en general i les propostes rivals, en una discussió racional sobre propostes metafísiques irrefutables. El nostre propòsit, en canvi, consisteix de tractar un tema particular ressaltant la seva consideració favorable vers una perspectiva realista sense assumir quina sigui la definició més adequada d'aquella perspectiva; més aviat, per una via negativa, només pretenem assenyalar i sostenir els aspectes rebutjats per les perspectives no realistes, aspectes la consideració dels quals podrien contribuir a la construcció de definicions generals de realisme o, si més no, dels continguts per a afavorir-les. Per això, tampoc no procedirem a un estudi de la proposta kantiana a la qual Atlan s'acull. Però, en canvi, sí que hem de preguntar-nos per l'aplicació a la perspectiva informacional de Atlan d'aquella proposta metafísica general sobre l'especificació de la relació entre el nostre coneixement i la realitat.

Així, la teoria de la informació permet distingir el soroll i la informació com a relatius a un nivell d'observació, que és un nivell de jerarquia de realitat, un nivell de realitat en suma. Un nivell s'identifica assenyalant, segons sembla, quina cosa es considera 'canal' i quina cosa es considera 'sistema', perquè el signe de l'ambigüïtat o equivocitat depèn del nivell. Així, es mostra que allò que per a un 'sistema' (en veritat, un 'canal') és soroll aleatori sense significat (ambigüïtat negativa), en canvi, és informació, significat, en el nivell d'observació o de realitat (tot això també explicarà la relativitat de les nocions d'ordre i de desordre). El que per a les macromolècules és soroll (=probabilitat, incertesa), per a les cèl·lules és sentit, significat. Això, li serveix a Atlan, com sempre, per a ressaltar la posició, el punt de vista de l'observador. Ara bé, per aquesta banda esdevindran problemes; aquest observador no és res més que un organisme, això és, un sistema, que conté energia, electricitat, química,..., compostat d'àtoms, molècules, macromolècules, cèl·lules, teixits,...

Allò que és informació o soroll *per a una cèl·lula* és, en efecte, informació o soroll *per a la nostra observació de la cèl·lula*; i.e., és informació o soroll *per a la nostra interacció amb la realitat*, és informació o soroll per a la realitat de la nostra observació en interacció amb la realitat intrínseca de la cèl·lula.

Llavors, en primer lloc, informació o soroll per a una cèl·lula és vist des de la nostra observació, però, aleshores, correspondrà a la interacció de la realitat de la nostra observació amb la realitat en si de la cèl·lula. Com a resultat, el que considerem, per exemple, 'soroll' per a la cèl·lula no és, en realitat 'soroll' per a la cèl·lula (com a separada del seu 'sistema' que la inclou, i on el 'soroll' prendrà 'sentit') sinó 'soroll' per a aquella interacció.

Després, seguint amb l'associació de la teoria de la informació amb la proposta kantiana, el que és informació o soroll per a una cèl·lula, vist des de l'organisme (o 'sistema' que la inclou) adquireix diferents significacions o signes que corresponen a la interacció de la realitat de "l'organisme" amb la realitat intrínseca de la cèl·lula. Però, en veritat, "el que és informació o soroll per a una cèl·lula vist des de l'organisme que la inclou" és allò que correspon a la realitat de la interacció de la realitat de la nostra observació amb la realitat de la interacció de la realitat de l'organisme (o sistema que inclou la cèl·lula) amb la realitat pròpia de la cèl·lula.

Però el que és encara més important. Nosaltres posseïm cèl·lules. Nosaltres som un 'organisme' (o 'sistema' que inclou les cèl·lules com a canals). I nosaltres observem (entre altres coses, cèl·lules i organismes, inclòs el nostre organisme). Com que nosaltres, observadors, som "organisme", la informació o soroll per a una cèl·lula vist des de "l'organisme" (que la inclou...) adquireix un signe informatiu que correspondrà a la interacció de la realitat de "l'organisme" observador amb la "realitat en si" de "l'organisme" observat.

No podem oblidar que aquesta "realitat en si" de "l'organisme" observat som, en realitat, nosaltres mateixos (en quant som "organisme"); però ara queda que "l'organisme" que observa aquesta "realitat en si" de "l'organisme" observat també som nosaltres mateixos, però en quant -sembla que no hi hagi cap altra solució- "nosaltres" no som només "organisme", sinó alguna altra cosa més que els biòlegs i els teòrics de la informació ens diran algun dia. Mentrestant podríem, potser, pensar que aquesta cosa més que som -a més d'organisme- és la mateixa teoria de la informació; amb això aquesta teoria semblaria inexpugnable. Fins aquí el que podem entendre, i no sembla gaire, de l'aplicació kantiana a les precisions informacionals de Atlan. Les complicacions que tot això pugui representar no és a nosaltres a qui correspon aclarir-les.

Atlan, doncs, parla des de la posició de l'observador des de l'enfocament teòric que li proporciona la teoria de la informació, la distinció canal/sistema (amb la qual s'associa i s'explica la de soroll/significat) permeten relativitzar "l'observació" com també la noció de soroll o informació. Però, aleshores, aquestes "posicions de l'observació" semblen relatives als nivells de realitat. Allò que per al nivell o sistema de 'cèl·lula' és soroll, per a 'l'organisme', com nivell o sistema que inclou els canals cel·lulars és significat o informació. Atlan ens (i també a ell mateix) corregiria, perquè no es tractaria, en un llenguatge correctament kantiana, de relativització de l'observació a la informació intrínseca del nivell de realitat en si (sigui aquesta realitat la macromolècula, la cèl·lula, el teixit, l'òrgan, l'organisme o el que sigui). La realitat descoberta o interpretada per les nostres teories i la nostra observació no és mai la realitat en si, sinó la realitat que recull aquesta interacció entre el nostre aparell cognitiu i la realitat noümènica. Però aquesta apreciació no resulta decisiva. Podem seguir parlant, com faria Atlan i tants altres, de la informació que rep la cèl·lula, per exemple (sia que entenguem que es tracti de la cèl·lula en si o de la cèl·lula resultat de la connexió entre la cèl·lula noümènica i l'aparell perceptiu que

conflueix en el nostre cervell). El cas és que mentre es fa habitual aquesta forma de parlar, dir que “la cèl·lula rep una informació” (té un “coneixement” o una “consciència”, àdhuc s’ha dit des d’altres llenguatges), sigui això vist des del nivell “pròpiament” cel·lular o des d’un nivell més “gran” (i en ambdós sistemes des del nivell únic de la nostra observació, de la nostra interacció amb qualssevol altres nivells de realitat), en canvi, aquesta forma sovintejada de parlar es perd de sobte o queda molt minvada en l’anàlisi informacional que fa Atlan del concepte de l’entropia, això és, en l’anàlisi de les probabilitats sobre els microindividus en el macrosistema. Perquè, aleshores, a diferència de la intensitat emprada quan es parla, per exemple, d’una cèl·lula, no es miren les entitats purament físiques com parlant de la informació dels microconstituents, el soroll que reben del macrosistema, ni de la informació dels microconstituents individuals que resulta significativa per al sistema del qual aquells microesdeveniments són “canals”. Es perd completament la idea flotant però present d’un nivell de realitat que “veu” les coses a la seva manera. Aquesta pèrdua no s’aprecia a primera vista, perquè en efecte, bona part d’aquest llenguatge s’hi continua utilitzant, però hi ha un subtil canvi o desplaçament que modificarà les connotacions realment emprades i que resulten en el objectiu d’una accentuació d’una visió subjectivadora on probabilitats i entropia es caracteritzen desposseïdes de la força de la seva arrel amb la realitat. Ara, en caracterització de Atlan, únicament s’accentua, com no ocorria amb l’exemple de la cèl·lula, una esgerda entre la sencera realitat física en si, indistingida entre els nivells físics en interacció, d’una banda, i d’altra nosaltres mateixos, l’observació. Ara, implícitament, la concreció de la diferenciació ‘canal-sistema’ s’ha desdibuixat i traslladat metafòricament en primer lloc a la diferenciació simple entre realitat objecte i subjecte cognoscient, i, en segon lloc, a la diferenciació, dins aquest subjecte, entre unes teories o altres, o punts de vista que ja no són els de “canal-sistema” i “soroll-informació” focalitzats des d’un determinat nivell de realitat (“en si” o “en interacció” amb nosaltres, tant se val) sinó les meres posicions de l’observador (donades en l’evolució científica històrica o entre paradigmes teòrics rivals) davant la realitat. Però aquesta discriminació, quan es tracta de la física, ha de justificar-se o és que la teoria de la informació no té res a dir del tema en qüestió, sobre com interpretar les probabilitats entronitzades amb el concepte entròpic i físic de desordre, les probabilitats que operen entre un nivell d’informació microdeterminista i altre nivell fenomènic, res a dir que no sigui accentuar la insistència que aquells conceptes depenen del punt de vista de l’observador, i aquesta afirmació, si no és simplement una tradicional interpretació subjectivista, és trivial, perquè totes les teories i observacions són fetes per un “observador”. Aquesta caracterització subjectivista que fa Atlan esdevé perquè la teoria de la informació que Atlan hi aplica no resolc els problemes que teníem plantejats abans o sense aquesta consideració informacional, les qüestions segueixen presents, i pel que sembla engrevides en una consideració que agreuja sense motiu justificat una consideració realista del món físic d’una manera que no sembla succeir quan es consideren els assumptes biològics.

Estem d’acord en els trets generals de l’afirmació que fa Atlan que el nostre coneixement de la realitat ve donat per les possibilitats del nostre coneixement. Nosaltres havíem dit la mateixa cosa però, significativament, des de l’altra direcció i intenció. Una realitat indeterminista és la que correspon a les probabilitats subjectives del coneixement insuficient d’un (ideal) rerefons determinista. L’actitud de Popper era que si es necessita una teoria probabilista, llavors s’ha d’admetre que tractem amb probabilitats reals corresponents a una situació indeterminista; la negació que aquesta probabilitat sigui real, diem, no assoleix cap altre tipus de justificació que no sigui de caire ideològic. Atlan sembla dir que, donada la nostra subjectivitat (les nostres possibilitats de coneixement), així tindrem la realitat; quan podem determinar la realitat, llavors la realitat es presentaria com a determinista, i quan no ho podem fer, com a indeterminista. Però la qüestió és que les nostres possibilitats de coneixement *sobre la realitat* és un assumpte que, des del desenvolupament de la ciència, s’estableix progressivament i es decideix sobre el terreny. Per això ens trobem davant la situació on la consideració d’uns sistemes aïllats (i, per consegüent, permessa l’extrapolació a l’univers com a suposat sistema físic aïllat) duu a la segona llei termodinàmica i la seva interpretació estadística des del seu enfocament amb el nivell mecànic, però que, no obstant això, és qüestionada com a veritable llei de la natura com no sembla que passa de la mateixa manera amb cap altra llei; que té sentit per als físics plantejar-se la seva revocació mitjançant la ficció del dimoni maxwellià, i que una eina probabilista descriptiva de la realitat es considera només el mesurament de la nostra ignorància de la realitat. El problema de les “possibilitats” del coneixement és el problema del coneixement, de conèixer més, del qual forma part la decisió entre teories i la discussió racional sobre les seves interpretacions. Per tant, amb l’esmentada afirmació de Atlan sembla que ens quedem igual o que no s’hagi dit res. La força lògica que emes una afirmació com aquella que sentència que són les possibilitats del nostre coneixement les que ens donen el coneixement de la realitat i, per tant, el tipus de realitat, es converteix en un enunciat gairebé buit de contingut.

En el cas de l’univers físic, els seus elements, parts, nivells o totalitat són interpretats pel nostre coneixement, que és el coneixement d’un organisme que és, al seu torn, “part” del tot universal i també és constituït per altres “parts” o nivells de realitat que també constitueixen aquell tot. Per tant, quan descobrim o reconstruïm els aspectes estructurals del món estem, en la proposta kantiana, descobrint la realitat de la interacció entre un organisme (que no és aliè a l’univers, sinó que, en la manera i consideració que sigui, és també univers) i l’univers (hem de pensar, en si, com a aliè o, de la manera que es vulgui, separat d’aquell organisme, encara que serà difícil teoritzar aquesta separació). Entengui’s la proposta kantiana com s’entengui, tenim evidència que les nostres teories de la ciència física poden canviar, sofrir modificacions, tenir afegits o àdhuc ésser rebutjades, que la seva validesa és peremptòria, o que la seva validesa és millorable. Quan ens trobem davant les nostres probabilitats de la mecànica estadística hem de dir, com davant qualsevol altra teorització, si l’acceptem com a vàlida, amb tota la d’aquesta validesa que es vulgui fer. El cas és que no es considera vàlida de la mateixa manera que altres teories, que sembla menys vàlida o molt més

relativa que altres teories. La raó d'aquesta actitud ha estat el tema de discussió de tot aquest treball.

A. 4.-3.- *Assignificativitat física de la 'significació' informacional de Atlan*

Cal distingir entre informació microscòpica i informació macroscòpica per a veure com el dibuix informacional que fa Atlan de la probabilitat que intervé en l'explicació de l'entropia és deutor o conclou en l'acceptació del paradigma determinista. Des d'aquesta perspectiva sabem que es diu que la informació sobre l'especificitat de cadascun dels contextos individuals constitueix ordre enfront de la regularitat estadística que expressa l'estat d'equilibri, l'evolució vers la major entropia o desordre. Per tant informació (microscòpica) és ordre. Aquesta informació és l'evolució física determinista. Aquesta informació plena és certa, l'accés a major quantitat d'aquesta informació s'entén com major probabilitat (en el sentit que probabilitat 1 és certitud, i.e., que la probabilitat és una mesura del nostre coneixement). Per tant, si la noció d'ordre no ha de patir les mancances derivades de la seva consideració entròpica, ha de prendre la significació que aquesta consideració no li dona, és a dir ha de prendre en consideració la informació microscòpica. Justament la informació que nosaltres considerem que es presenta realment (i no per una projecció de l'observador) en qualitat d'*assignificativa* per a donar compte de l'ordre en el sentit de creació evolutiva a l'univers.

En efecte, els físics tindran tendència a vincular ordre a la natura amb situació de caire determinista; per tant, com que tenir fixada la situació com a determinista vol dir que d'aquesta situació se'n té un coneixement de les condicions necessàries i suficients, és a dir un informe complet respecte a rellevància casuística, llavors 'informació' s'associa a 'ordre'. I quan es parla d'informació en el problema del dimoni maxwellià es vol dir la informació que Atlan afirma que queda desconsiderada en la 'definició merament probabilista' d'ordre (on aquest ordre és mesurat per la magnitud entropia): la informació "significativa" sobre les molècules individuals.

Aquestes associacions entre paraules són les que es donen en el problema de Dimoni de Maxwell quan els físics comenten el problema exposat per aquesta metàfora. Però també, com aconseguint la força d'un automatisme cultural, aquestes associacions es mantenen encara que alhora es pugui mantenir l'argumentació que la segona llei no és violada i, per tant, que constitueix una autèntica llei de la natura. Però, si constitueix una llei física genuïna, la conseqüència és que no hi ha cap manca d'informació rellevant implícita en l'enunciació de la llei i, aleshores, que no correspon plantejar la qüestió exposada en la imatge del dimoni.

No veiem per què, parlant d'un mode general, la informació no ha d'ésser vinculada cooperativament a l'ordre. Però després és necessari especificar de quina informació es tracta. La teoria seleccionarà uns elements de la realitat identificativament rellevants. La qüestió en joc es que es tracta d'una informació específica, la informació entesa des del context teòric considerat bàsic en la ciència física, això obliga a considerar la segona llei i en general els fenòmens termodinàmics com a explicats des de consideracions mecàniques, i això planteja el problema de la informació, que és informació microscòpica, càlcul a la manera determinista des de les trajectòries moleculars individuals.

Quan es diu 'probabilitat' en el sentit de certa o predicibilitat, s'entén coneixement de la realitat determinista individual, però això és una interpretació afegida, on s'està parlant de probabilitats trivials. Aquestes probabilitats trivials són les que considera la teoria de la informació, on probabilitat 0 és incertesa, probabilitat 1 és certa, i en tots dos casos no hi ha informació. Hi ha un altre sentit o interpretació de probabilitat que és permès en l'equació de Boltzmann, on 'major probabilitat' també "era" entropia: els estats més probables eren els corresponents a l'estat d'equilibri. Ara bé, aquest sentit apunta a una altra interpretació de la probabilitat, perquè és un sentit objectiu que no coincideix amb l'enteniment exclusiu de la probabilitat com l'accés a major quantitat d'aquella (microscòpica) informació en relació directa amb major probabilitat (Brillouin i tants altres). La diferència que afegeix la teoria de la informació, assenyalada per Hayles, on resulta que, sigui el que sigui la cosa que aquí representa 'informació', aquesta informació no s'estableix en igualtat amb major probabilitat, perquè aquesta darrera no aporta més informació, no afegeix res significatiu a la caracterització probabilista que pot desprendre's de l'equació boltzmanniana. Qualsevol intent d'entendre tot plegat és un exercici de confusió de nocions que encara que fan servir les mateixes paraules, el seu tractament com si fossin commensurables sense complicacions, matisos i diferenciacions no pot autoritzar que els seus significats siguin traduïbles.

No solament poden diferir l'entropia física i la informacional. Tampoc no sembla haver-hi prou raó per a pensar que sigui un avançament presentar els seus conceptes, físic i informacional, d'ordre i desordre com essent la mateixa cosa. També, en les dues disciplines, les respectives nocions d'informació no arriben a entendre's. La física comparteix un paradigma que estimula a presumir com a rellevant una informació microscòpica determinista, d'altra banda, una regularitat estadística sembla reflex, com pensava Laplace, d'un ordre determinista (d'una informació completa) que resultaria de l'acció causal d'aquell context microscòpic. Atlan, amb la teoria de la informació, afirma, d'una banda, que l'ordre informacional no pot reduir-se a la noció d'ordre que sorgeix de la consideració mecànic-estadística de l'entropia. També, que la teoria de la informació ha aconseguit sotmetre l'entropia a una noció despulada de la seva naturalesa física. A més a més, les probabilitats involucrades en la teoria física són, com les probabilitats de la teoria primària o clàssica de la informació, resultat de manca d'informació sobre el sistema. Aquesta darrera afirmació s'explica amb les nocions de 'significat' que procura la teoria de la informació; però, per fer això, Atlan imita la física quan parla de la significació dels elements individuals, llavors oblida el significat físic que té la corresponent afirmació a la física: la situació casuística determinista que se suposa en aquests elements. De la mateixa manera que afirma que les probabilitats ignoren la informació significativa (completa) dels components individuals, Atlan hauria de

fer compatible aquesta afirmació amb les seves afirmacions on el que és aleatorietat per al canal (per al component elemental) es transforma en informació significativa per al sistema que l'engloba. També, llavors, hauria d'explicar per què i de quina manera la teoria de la informació diu que el sistema no és el gas, com a sistema termodinàmic interpretat estadísticament des de la “mecànica probabilitzada” dels seus components, sinó que és un sistema mecànic global que intervé determinísticament des de cadascun dels seus components vers els resultats estadístics globals. En realitat la teoria de la informació no pot dir res sobre això perquè no té les eines per fer-ho, perquè el seu esquema no abasta l'esquema de la situació física en discussió, encara que Atlan dissimula com si la teoria de la informació ho fes.

Hayles mostrava la confluència entre les afirmacions de la disciplina de la teoria de la informació amb la reflexió física sobre el dimoni maxwellià, i com s'acabaven complementant. Però Hayles s'oblidava d'indicar que aquella confluència era inevitable perquè l'analogia o extensió que fa la teoria de la informació dels conceptes sorgits en el context físic no suposa cap reducció o abastament d'aquest context per part d'aquella teoria, i, en conseqüència d'aquest oblit deixa desmentir que amb dos enfocaments, l'informacional i el “demoníac” es complementen en una mateixa caracterització subjectivista.

Atlan diu que aquells contextos d'on sorgeixen les nocions físiques (entropia, probabilitats, ordre) són un context tecnològic (les màquines tèrmiques) i un d'operatori (l'eina matemàtica probabilística), però la teoria de la informació sorgeix d'un trasbalsament de la noció d'informació sorgida en el context físic, aquest context té el sentit que té la relació determinista a la física, sobre això es parla quan es parla d'informació al voltant del dimoni maxwellià. Quan Atlan, amb el seu concepte d'informació, torna a la física, mostra l'herència que aquell concepte duu del seu context físic originari, amb un afegiment: que d'aquesta manera no sols no pot oferir cap reflexió sobre la qüestió física, sinó que a més hi ha una càrrega subjectivista resultat de la translació de la noció d'informació en la física a una noció d'informació en una situació on hi ha un canal físic entre una emissió i una recepció.

Nosaltres diem que el que mostra la intervenció probabilística a la teoria física és la neutralització físicament significativa (causalment rellevant) de la informació completa determinista.

La particularització que fa Atlan de l'entropia per la teoria de la informació acaba resultant mortal per a una interpretació ‘realista’ de l'entropia. I això no deixa de produir-se dins una considerable barreja confusionista que explota la “polisèmia” de les nocions utilitzades en la narrativa.

Encara que l'entropia física es defineixi més aviat com una mesura de la *complexitat* (com Atlan recorda que pretén fer, per exemple, J. Tonnelat) que com una mesura del desordre, l'important que sembla anunciar Atlan és que s'ha de tenir en compte que va a fracassar qualsevol intent de considerar l'entropia física sota qualsevol definició “de mode essencialista com una propietat de la matèria mateixa”; la complexitat “tampoc no pot ésser totalment dissociada del coneixement que té -o millor, *que no té*- l'observador físic de les compulsions interiors d'un sistema.”²⁶

L'entropia, o és un concepte operacional amb sentit limitat a determinat context tecnològic en el qual neix, o és l'artefacte matemàtic (probabilístic) instrumentat pel coneixement de l'observador que ignora l'ordre significant de l'estat individual de cada molècula. No podia ésser d'altra manera, perquè la intervenció probabilista és interpretada subjectivament: “El formalisme de la teoria de la informació és un formalisme probabilista que ens és imposat perquè tractem amb sistemes que només podem conèixer global i imperfectament.”²⁷ I, com hem dit, segons Atlan, l'ús probabilista a la teoria clàssica de la informació és idèntic que en la mecànica estadística, amb la qual cosa la qualificació donada per a les probabilitats a la primera es trasllada a la segona, i no hi ha cap reflexió sobre aquesta transsubstanciació que discrimini un matís contrari. En efecte, quan la informació es mesura de mode probabilista, ignora la “significació”, i això vol dir que encara es tracta “d'una informació que no es té sobre el sistema”²⁸; això, des de la teoria de la informació, resulta inevitable si la funció H , la quantitat d'informació d'un sistema, és una mesura d'incertesa sobre un sistema. Per tant, qualsevol altra noció que intenti comprendre's des de l'entropia com a ‘ordre’ o ‘complexitat’ (potser ‘informació’) patirà, des d'aquest enfocament, de les carències indicades per a l'entropia. Tant ordre com complexitat no poden ésser particularitzades a la noció estreta d'entropia.

Com estem dient, la teoria de la informació no té res a dir sobre allò que constitueix el seu punt de partida com a teoria general. Els conceptes informacionals d'ordre i desordre, entropia i informació, no decideixen sobre l'enfocament a aquests mateixos conceptes físics en el seu sentit físic i en el nostre context d'interès (tampoc no demostra que aquest interès no tingui cap interès). El sentit teòric d'aquelles nocions traduïdes informacionalment vingué promogut per generalització de la seva analogia amb aquells mateixos conceptes usats en el particular tema físic que ens ocupa.

Però, des d'aquest investment teòric, el seu regrés (de la teoria de la informació, sobre aquelles mateixes nocions físiques i les seves qüestions, per modelar-les sobre les seves formes i abastar-les en el seu esquema pretensiosament general) no resulta “informatiu” sobre el problema físic per a la seva interpretació. Pot contemplar la realitat física com un transmissor i com un oient la nostra teoria i observació, però sense resoldre el problema de ‘informació’ que es planteja des de la ciència física; encara més, omet què és el que es troba en joc, què és significatiu, en el contingut d'aquella informació: una idealització determinística, de bon rendiment com a guia en la ciència física, i de quina manera situar davant aquest paradigma la intervenció efectiva de l'utilatge probabilístic per a explicar, des de la connexió amb un nivell sota aquesta representació determinista, els fenòmens teoritzats i observats, d'altra banda, en el nivell fenomènic, suposat com la conjunció massiva d'elements d'aquell nivell determinístic. I amb això hem dit també que la teoria de la informació no emancipa de la qüestió aixecada pel dimoni maxwellià.

Quan Atlan comenta el concepte probabilístic que interpreta el concepte entròpic (amb la qual cosa, recordem, es troba associada una qualificació d'ordre, d'informació i d'aleatorietat) des de les nocions informacionals revela que aquells conceptes són relatius al punt de vista de l'observador amb la qual cosa no sembla dir res de nou: ens seguim confrontant al problema d'acceptar o no acceptar com a vàlida explicativament la teoria probabilista i amb la discussió de les raons per a cada decisió. La teoria de la informació no estimula una raó quasi concloent a favor de res, però, en canvi, sí que ofereix la seva pròpia manera de parlar-ne per accentuar els traços suggeridors d'una caracterització subjectivista de les probabilitats. Quan s'inspira en la realitat biològica, la teoria de la informació de Atlan encara hi distingeix "nivells". La qual cosa serveix per a identificar relativitats pel que es refereix a informació, ordre i aleatorietat en el pas entre nivells, i tingui això la rellevància que tingui, que no discutim. Però quan té com a referència el cas físic, com s'assumeix que només n'hi ha dos nivells a considerar, el de la pròpia realitat en si i el de la nostra observació, tot l'instrumental distingidor de nivells d'observació que són nivells de realitat es redueix a distingir que el nostre nivell d'observació de la realitat és un punt de vista, entre d'altres! En absència d'organismes intel·ligents d'altra espècie (i no sembla acceptable, llevat que es puguin redefinir tots els termes de la discussió, dir que la cèl·lula, la biosfera o l'univers sencer ho són) que acceptin que puguem confrontar el nostre punt de vista amb el seu, en el cas que fos "substancialment" diferent, el problema és que només hi ha un 'punt de vista'. Perquè tot això tingui més claredat podem recórrer al mode de parlar més tradicional, sense teoria de la informació, que hem indicat: l'evolució, mitjançant el desenvolupament o canvis, de les nostres teories científiques, el fet que el nostre coneixement no es realitzi ipso facto, sinó que precisa d'una evolució en el temps. Però, aleshores, ens seguim trobant amb el nostre problema del començament de decidir com interpretem les nostres probabilitats, sobre quines raons recolzem la interpretació acceptada. Sobre aquesta qüestió, ho repetim, la teoria de la informació només afegeix, en accentuar la dependència d'un 'punt de vista', una declaració fortament subjectivista. On es revela que la proposta kantiana a la qual sembla acollir-se Atlan (expurgant d'aquesta manera qualsevol acusació de subjectivisme) es manifesta, en veritat, desviada cap a l'afirmació del component subjectiu. Aquella realitat interactiva entre el nostre jo i l'objecte tal qual, que constituïria el descobriment de l'estructura del món, s'ha corregut a la realitat del nostre jo (ideal, en el sentit kantian), en fer-se indistingible del "punt de vista de la posició de l'observador". Punt de vista que ja no és la diferència entre l'observació de la macromolècula i la observació de la cèl·lula i la de l'organisme, sinó la mera distinció entre realitat i observació de la realitat, on la dependència d'això segon per a les probabilitats constitueix una interpretació d'elles que no pot distingir-se de la interpretació subjectiva; és la nostra ignorància del 'sistema' i la nostra observació del 'canal' allò –una considerable idealització- que caracteritza el desordre i les perturbacions aleatòries del soroll en o sobre el canal.

A més a més, en general, segons Atlan, cal afirmar com a enunciat concloent sobre l'esbrinament de la realitat que l'ordre que es pot observar a la natura només és ordre per a l'observador, el qual projecta "significacions conegudes o suposades".²⁹ D'això, només en podem pensar que o bé Atlan afirma que l'agnosticisme subjectivista és ineludible i la conclusió fonamental rere la ciència, o bé que en particular la noció d'ordre és una intromissió aliena en el llenguatge científic i que no hi pot haver un concepte físic d'ordre.

Per tant, és cert, com diu Atlan, que l'observador projecta en la seva noció d'ordre a la natura "significacions conegudes o suposades". Perquè això és el que passa quan Atlan afirma que la magnitud entròpica, com a mesura del desordre des d'una consideració estadística, omet el significat rellevant que té la situació individual de cada molècula. Aleshores, Atlan està projectant la concepció heretada que implica que la probabilització col·lectiva d'aquests individus mecànics mostra una manca d'informació rellevant. Des d'un punt de vista propensional, en canvi, aquella definició és la d'una teoria probabilista sobre un atzar o aleatorització objectiva. Juntament amb això, la projecció d'aquest significat per part de Atlan també ve promoguda, com hem indicat, per la importància de l'aspecte "observacional" en la situació comunicativa en la teoria de la informació. Teoria que sembla fortament carregada d'un subjectivisme oposat a la consideració propensional on l'atzar és objectiu, un element de la mateixa estructura més fonamental de la realitat, que realment (no per caprici de la nostra mancança de coneixement) crea ordre, tant si s'entén l'ordre com simple restitució d'una regularitat en un sentit de caire determinista, com si s'entén per emergència de novetat, creació de noves estructures. També aquest 'ordre' és un distanciament del desordre entròpic -i el desordre, entès entròpicament des de la consideració probabilista es presenta com a vàlid per a identificar una noció d'ordre, on ordre ja no és informació completa determinista.

Apèndix 5

Nota sobre reducció

Popper recorda que la segona llei termodinàmica s'interpreta per la mecànica estadística com una llei d'increment del desordre, com que el desordre molecular d'un sistema tancat només pot augmentar fins l'assoliment d'un desordre total o màxim. Recorda també l'aparent paradoxa de la universalització d'aquell principi de maximització de l'entropia i l'aparició còsmica de la tendència evolutiva de la vida lluny del desordre, com també esmenta la solució proposada de considerar com a sistemes oberts els sistemes biològics. En aquest sentit indica els avanços fets per l'estudi de Prigogine de sistemes oberts lluny de l'equilibri que, en lloc de moure's vers un estat d'equilibri o irreversible procés desestructurant, poden construir noves estructures o ordre intern encara que produeixin entropia que exportaran a l'entorn. Considera el treball de Prigogine "un pas en direcció reduccionista," "una estimulació reducció fiscalista" que permetria l'obertura d'un camí de no contradicció entre les lleis de la física i la creativitat de la vida en quant "dóna els primers passos vers una comprensió física de l'evolució de les estructures superiors", però, tot i així, encara és un pas "infinitament allunyat d'una reducció de les propietats creatives de la vida."¹ Abans ha qualificat la relació entre la termodinàmica i la mecànica estadística dient que la segona pel que fa a la primera "proporciona una explicació materialista i reduccionista d'èxit."²

La reducció d'acord amb la composició d'una ciència segons Nagel. Tipus de reduccions

Nagel distingeix en una ciència dos components principals. Els postulats teòrics fonamentals de la disciplina que formen la classe d'enunciats T, són les premisses en totes les deduccions. I, d'altra banda, la classe R de les definicions coordinadores (o regles de correspondència) per a un nombre de nocions teòriques en T o en enunciats formalment deduïbles dels de T. També, T ha d'acomplir amb els següents requisits: tots els postulats de T tindran com a mínim un terme teòric comú, hauran d'ésser 'simples' i no massa nombrosos, i les suposicions de T s'usen com a premisses –i, segons conveniència ocasional, com a principis conductors o com a regles metodològiques d'anàlisi.

Una reducció queda definida per una relació entre ciències on aquestes ciències han d'acomplir que els seus respectius axiomes, les hipòtesis especials i lleis experimentals, siguin expressats en enunciats formulats explícitament, els seus diversos termes constituents tinguin significats establerts sense ambigüitat mitjançant regles d'ús codificades o procediments apropiats a cada disciplina; això suposa, per tant, una classificació dels enunciats en grups diferents, segons els seus papers lògics.

També assenyalava que la termodinàmica usa conceptes, distincions, lleis que també s'empren en la mecànica (per exemple, el volum, el pes i la pressió, i lleis com la de Hooke i com les de la palanca), així com les seves nocions pròpies: temperatura, calor, entropia, i suposicions generals que no són corol·laris dels principis fonamentals de la mecànica.

Nagel anomena reduccions homogènies a aquelles on les lleis de la ciència secundària (teoria reduïda) no utilitzen termes descriptius que no hagin estat usats properament amb el mateix significat en la ciència primària (teoria reductora). Es tracta, per exemple, de l'extensió de l'àmbit d'aplicació d'una teoria macroscòpica d'un domini a altre homogeni amb l'anterior en el que es refereix a les característiques en estudi, de manera que s'empren substancialment els mateixos conceptes per a formular lleis d'ambdós dominis. Aquestes reduccions són acceptades comunament com a fases en el desenvolupament normal d'una ciència. Així, cita com a exemple en què es troba una accentuada semblança qualitativa –basada en l'anàlisi dels moviments dels respectius dominis- entre els fenòmens que apareixen en l'àmbit inicial i en l'àmbit aplicat de la teoria, aquell cas on la teoria de la mecànica elaborada primer per als moviments de masses puntuals és estesa després als moviments de cossos rígids i deformables. Un altre exemple citat és el de l'absorció en la teoria newtoniana de la mecànica i la gravitació, que fou formulada per a abastar tant els moviments terrestres com també als celestes, de les lleis de Galileu sobre els cossos terrestres en caiguda lliure. Aquesta absorció o unificació en un sol conjunt de principis teòrics consisteix en la incorporació de dues classes de fenòmens qualitativament similars en una classe més àmplia els membres de la qual són també qualitativament homogenis.

Un altre tipus prou diferent de reducció és aquell en què "la ciència secundària empra en les seves formulacions de lleis i teories una sèrie de predicats descriptius que no són es troben inclosos en els termes teòrics bàsics o en les regles de correspondència associades amb ells de la ciència primària"(pàg. 315). Així doncs, la teoria reductora ni tan sols inclou, dins el seu propi conjunt de distincions teòriques bàsiques, certs termes descriptius característics de la teoria reduïda, i àdhuc pogué haver estat elaborada inicialment per a l'afrontament d'elements qualitativament diferents. Malgrat això, dins l'àmbit de la teoria reductora entren un conjunt de característiques distintives de cert tipus de fenòmens que són l'objecte de la ciència secundària o teoria reduïda, aquest conjunt és 'assimilat' a allò que constitueix, manifestament, un conjunt de característiques molt diferent. El desconcert que això produeix és molt manifest en el cas on la ciència secundària tracti de fenòmens macroscòpics mentre que la ciència primària conté per a aquells processos la postulació d'una constitució microscòpica.

Per a explicar aquesta perplexitat Nagel pren el cas on distingeix entre dos coneixements del significat

de la paraula 'temperatura'. En el primer s'explica el significat de la paraula com el seu ús per a referir-se a cert estat dels cossos físics; i, per tant, això inclou la comprensió del mode en el qual pot usar-se significativament la paraula d'acord amb les diverses manifestacions que sovint prenen les variacions d'aquell estat: expansió del volum del mercuri, o canvis en la resistència elèctrica d'un cos, o generació de corrents elèctrics en condicions especificades. Aquesta comprensió de tot el possible àmbit d'aplicació de la paraula ve procurada per l'explicació de les lleis que formulen les relacions entre les conductes dels instruments usats per al registre de canvis en l'estat físic dels cossos sota la denominació de 'temperatura'. Però, a més d'aquest significat de la paraula temperatura d'acord amb l'enunciació explícita de les regles que regeixen el seu ús, existeix altre coneixement del significat de la paraula que es produeix quan es diu que la temperatura d'un gas és l'energia cinètica mitja de les molècules, que, per hipòtesi, constitueixen el gas; és a dir, que el significat de la paraula és igual "per definició" al significat de 'energia cinètica mitja de les molècules'. El salt en la variació de l'ús habitual de la paraula ha consistit que ara no pot dir-se que les molècules individuals d'un gas posseeixin una temperatura.

Nocions relacionades de la teoria cinètica i de la termodinàmica. Derivació de la llei de Boyle-Charles

Com hem vist, una adequada caracterització breu de la teoria cinètica de gasos, si més no fins Maxwell, seria que els moviments moleculars són analitzables en termes dels principis de la mecànica newtoniana, però amb suposicions de caràcter estadístic. Bàsicament es tracta d'aconseguir calcular la pressió mitja d'un gas de moltes molècules a partir d'aquesta teoria cinètica sense que coneguem els moviments de cada molècula individual en el gas. Del conjunt d'hipòtesis que intervenen en el model elemental, primitiu, d'aquella teoria en el seu estat inicial, només cal fer indicació de dues d'elles, per la naturalesa bàsica de la primera i per la importància per a la naturalesa formal del model que té la segona. La primera és la que aposta per trajectòries rectilínies de les partícules i pel xoc entre elles i contra les parets de recipient on és contingut el gas. La segona afirma que aquestes col·lisions són perfectament elàstiques, i.e., abans i després del xoc, a més de conservar-s'hi la quantitat de moviment (massa per velocitat), el valor mitja de l'energia cinètica de la molècula és el mateix.

Deixant de banda la mecànica de Boltzmann, que involucra la interpretació cinètica de l'entropia, i atenent al model cinètic elemental, ara podem veure els aspectes bàsics que habitualment es recullen quan es vol donar a entendre que la Termodinàmica és reduïda per la Teoria cinètica, T.C., o que aquesta darrera explica aquella primera. Es tracta aleshores de les següents relacions que s'entaulen entre els càlculs fets des dels supòsits de la T.C. amb nocions presents a la termodinàmica.

En primer lloc, la precisió de la relació entre la pressió del gas i el quadrat de la velocitat del moviment de les partícules que el constitueixen (és a dir, l'explicació pels xocs dels "àtoms" de la pressió d'un gas sobre les parets del contenidor): la pressió del gas és directament proporcional al nombre de molècules per unitat de volum, i, per tant, inversament proporcional al volum del gas. Aquesta és la llei de Boyle-Mariotte, la pressió és major si el volum és menor, i viceversa ($PV = \text{constant}$, si T és constant), ella descriu el comportament del gas ideal. L'expressió precisa de la relació és que la pressió del gas és proporcional a l'energia cinètica del moviment de translació de les molècules (a volum constant).

La interpretació cinètica de la temperatura consisteix en l'afirmació que la temperatura absoluta és proporcional a l'energia cinètica. Més precisat: la temperatura absoluta és proporcional a l'energia cinètica total mitja de translació per molècula per a qualsevol gas. (Aquesta energia cinètica total és presa com la suma de l'energia cinètica mitjana de cadascuna de les molècules que el componen).

En Nagel, la seva enunciació de les condicions formals generals de la reducció pren base, segons ell mateix manifesta, en l'esbós que exposa de la derivació de la llei de Boyle-Charles per a gasos ideals a partir de les suposicions de la T.C. dels gasos. Perquè el resultat final d'aquella derivació, diu Nagel, "és que la llei de Boyle-Charles és una conseqüència lògica dels principis de la mecànica, quan se'ls agrega una hipòtesi sobre la constitució molecular d'un gas, una suposició estadística concernent als moviments de les molècules i un postulat que vincula la noció(experimental) de temperatura amb l'energia cinètica mitja de les molècules"(pàg. 317). (La suposició estadística de la que parla és que la probabilitat que una molècula ocupi un volum assignat és la mateixa per a totes les molècules i és igual a la probabilitat que una molècula ocupi qualsevol altre element de volum, i que la probabilitat que una molècula ocupi un element de volum és independent de l'ocupació d'aquest element per qualsevol altra molècula).

Es tracta d'aconseguir que el supòsit, en forma qualitativa, que la pressió del gas contra el recipient és deguda als xocs incessants de molècules del gas altament agitades, sigui expressat en l'existència d'una relació entre la pressió i l'energia cinètica de les molècules gasoses. Aquesta expressió és:

$$PV = 2/3 Nm mv^2/2 = 2/3 (\text{total Ectrans. Total del gas}) \quad (2)$$

$$\text{La llei de Boyle-Charles: } PV = nRT \quad (1)$$

Fins aquí el pas que s'ha assolit en la deducció de $PV = nRT$ ha estat que de l'anàlisi s'ha obtingut altra equació de la forma $PV = XYZ$ (on XYZ és vàlid per a alguns factors com la massa i velocitat de les molècules). La equació (2) no és una conseqüència directa de l'experiment, com era el cas de $PV = nRT$, sinó que és el resultat d'una anàlisi matemàtica basada en hipòtesis sobre detalls que defineixen un model per al gas ideal. Així doncs, es té el producte PV en el membre esquerrà d'ambdues expressions ((1) i (2)) i obtingut en cadascuna d'elles per un mètode diferent.

Si es busca que teoria i experiment siguin consistents, ambdós termes, els membres de la dreta de cadascuna de les equacions, han d'ésser iguals. És a dir, la prova que el model és vàlid depèn de mostrar que $XYZ = nRT$, (o que l'equació $PV = XYZ$ realment justifica, experimentalment, conseqüències comprovables).

$$(3)nRT = 1/3 Nm m v^2 \text{ que pot escriure's: } T= 2/3 (Nm/nR)(mv^2/2)$$

El que s'ha fet és introduir el postulat que la temperatura absoluta d'un gas ideal és proporcional a l'energia cinètica mitja (de translació) per molècula de gas. En fer això, s'està duent a terme la buscada deducció de la llei (Boyle-Charles) a partir de suposicions del model, mitjançant la relació entre temperatura i energia cinètica mitja dels moviments moleculars.

Aspectes reductius segons Moulines

Una teoria cinètica de gasos conté elements de convergència amb la mecànica de xoc -que Moulines¹ formalitza, MCH, en el seu llibre. L'axioma (7) de MCH(x) és la llei de conservació del moment que és la llei fonamental. També s'hauria d'introduir en aquella formalització, com a cas especial per als xocs elàstics, la llei de la conservació de l'energia cinètica, la qual apareix com a llei especial, però no en el paper de teorema deduïble de l'anterior llei i la resta d'axiomes. Per tant, segons Moulines, hauria de tenir una naturalesa sinòptica similar a la de l'axioma (7), Una formalització de la T.C. de gasos requerirà al començament assenyalar la distància o proximitat formal respecte a MCH, així com també decidir la llei o principi que la representa. També la T.C. participa de dominis bàsics de MCH, i així Moulines assenyala que el domini bàsic reduït (de la termodinàmica: un conjunt d'estats) es posaria en correspondència amb varis dominis bàsics de la teoria reductora (la teoria cinètica: entre els quals figurarien com a mínim, un conjunt de partícules, una regió espacial, un interval temporal).

El xoc de les molècules amb la paret constitueix la impressió d'una força en la qual consisteix la pressió. Però aquestes col·lisions moleculars en què consisteix la força que explica la pressió són expressables en la seva energia cinètica, per tant, l'energia cinètica queda, en principi, relacionada amb la pressió.

A més a més, el treball mecànic és definible com la força per la distància, i les col·lisions moleculars, en l'exercici d'una pressió (força), produeixen una certa quantitat de treball mecànic. En efecte, el treball és proporcional a la pressió, i com que les col·lisions es resolien en una pressió, les col·lisions produeixen treball. Precisant això darrer, resulta que si hi ha subministrament de treball mecànic a un sistema adiabàtic (aïllat) llavors el treball mecànic es converteix en energia cinètica. Aleshores es diu que això darrer constitueix la interpretació microscòpica de la primera llei termostàtica (tenint en compte que el treball apareix en l'equació d'aquesta llei relacionat amb la resta de nocions que la conformen).

Però les vinculacions reductives queden molt dificultades. La pressió és l'equivalent hidrodinàmic de la noció de força, i certament apareix com a terme primitiu. En quant al treball és evidentment una noció mecànica i que es defineix en la teoria; a més a més, per si sol no permet una determinació de l'energia si no és amb intrusió de l'aparell conceptual termodinàmic. Hi ha una relació molt important de la T.C. amb la termodinàmica i que no hem esmentat anteriorment. Es tracta de la connexió entre la funció de distribució i la temperatura: "quant major és la temperatura, tant més àmplia és la dispersió dels valors de la velocitat"². La noció de temperatura per la seva arrel i diferenciació en intuïtiva, empírica, i significativa (termodinàmica) pot donar lloc a bastant discussió. Per a Moulines, encara que el seu significat no és previ a la termodinàmica, no és una noció primitiva, i s'hi introdueix com la derivada parcial de l'energia respecte a l'entropia.

Funcions primitives i alhora TSS-teòriques són l'entropia i l'energia. Quant a l'energia, el que es fa és, en la deducció de la llei de Boyle-Mariotte, prendre l'energia cinètica de translació com l'energia interna total del gas, això implica l'exclusiva dependència de l'energia cinètica respecte a la temperatura, després es mostra que la temperatura absoluta és una mesura de l'energia cinètica mitja de les molècules i que es pot obtenir la llei dels gasos ideals. L'esmentada llei és aplicable als gasos ideals i dins un interval de valors. Però no és general, i aquesta llei no és l'única llei especial d'una termodinàmica dels sistemes simples. Per tant, no s'acompleix el requisit exigint per Moulines per a una reducció pròpia. És a dir, la seva deducció en la T.C. no és suficient per a mostrar que la teoria reductora és més forta que la reduïda; aquesta deducció no prova per si sola que la T.C. (com a teoria reductora) cobreixi molts més sistemes (i per tant models) que la termodinàmica (com a teoria reduïda), la qual, a més a més, conté l'establiment d'una llei-guia que permet subsumir especificacions seves.

Malgrat que és habitual llegir declaracions que afirmen que la termodinàmica ha estat reduïda a la mecànica estadística i que aquesta reducció és exemplar, podem resumir l'intent reductiu com fa Bunge quan reconeix que només amb la teoria cinètica elemental -contemplada en aquest Apèndix- es pot pretendre haver aconseguit una certa reducció, però queda fora la termodinàmica sencera, és a dir la seva reducció per la mecànica estadística, que conté l'intent boltzmannià de donar compte mecànic-estadística del concepte d'entropia, això és, de la segona llei termodinàmica. Llavors tampoc s'ha reduït "la dinàmica de fluids, la mecànica dels cossos deformables, i altres branques de la física del continu." Avisa que la reducció encara es troba lluny de realitzar-se i que exigeix pregonar més enllà de les simplificacions del model clàssic de mecànica amb l'afegiment, aleshores inevitable, de supòsits estadístics no justificats o sota sospita de no evadir-se d'un rerefons determinista. Així, Bunge³ indica que no hi ha una reducció homogènia o directa, sinó heterogènia, parcial i àdhuc qüestionable.

"Una cosa, nogensmenys, sembla indiscutible: puix que els constituents elementals de la matèria no es comporten clàssicament sinó, més aviat, quànticament, la matèria no pot ésser explicada en termes de partícules clàssiques, esferes dures o d'altres models clàssics."

També qualifica de «ardit» l'intent reductiu fent servir les equacions bàsiques de la mecànica clàssica de partícules puntuals enriquides amb hipòtesis accessòries estocàstiques (com la del caos molecular i que la

probabilitat és proporcional al volum en l'espai de fases). Recorda la proposta de Grad d'intentar la reducció des de la mecànica quàntica, per la insatisfacció que produeixen els supòsits estocàstics i les matemàtiques usades.

"La reducció de la termodinàmica no és un fet sinó un programa.

Encara més, no hi ha acord entre els especialistes pel que fa a com podria acomplir-se en general una reducció de la termodinàmica -no només per a gasos en gammes molt especials de pressió i temperatura. Una possible línia d'atac és tractar d'obtenir la termodinàmica i altres teories dels cossos a partir de la mecànica quàntica sense l'ajuda de cap de les usuals hipòtesis estocàstiques auxiliars,..."

En fer-se ressò de la tesi de Grad, Bunge apunta que la font de l'aleatorietat prové del teixit entre nombroses entitats d'una mateixa naturalesa. Ara bé, Bunge aleshores també declara una afirmació que aniria a complementar l'anterior: només és tècnica (el problema del "maneig de grans sistemes d'equacions diferencials, algunes de les seves propietats s'aproximen al comportament aleatori") la naturalesa de les dificultats per a provar que les lleis del moviment són suficients per a la reproducció de tots els aspectes estocàstics. Llavors en principi és evitable l'ús d'aquelles hipòtesis accessorïes, les quals, amb la intervenció de la mecànica quàntica es mostrarien implicades per les mateixes lleis mecàniques bàsiques del moviment. Sense cap altres especificacions, aquesta darrera declaració sembla tenir un aire subjectivista. Bunge ha tingut declaracions a favor de la interpretació propensional, però només se n'ha ocupat a l'àmbit quàntic.

Si la reducció satisfactoria i plena de la termodinàmica a la mecànica estadística exigeix l'evitació de certes hipòtesis afegides, sobretot de les probabilistes, llavors pensem que és difícil que aquesta reducció no compleixi un programa determinista. Era la dificultat expressada en l'apèndix 3, també en IX.5. i n'havíem donat una resposta adequada a la nostra posició en XI.3.3. A més a més, en aquella reducció, aconseguida amb l'evitació de la mecànica clàssica i amb una intervenció decisiva de la mecànica quàntica, encara es trobarà sota discussió la qüestió del determinisme atès que en l'àmbit quàntic també es defensa una interpretació propensional enfront una visió ortodoxa subjectivista, i encara restaria, aleshores, veure com són aquestes propensions, si, per exemple, s'han de caracteritzar de propensions cas singular, com sembla ésser l'opinió comú, o si també algunes caracteritzacions poden fer pensar que és més adient parlar de propensions de llarg termini.

En qualsevol cas, davant aquesta remissió quàntica de la qüestió reductiva, i pel que fa a la nostra focalització dels objectes d'exploració conceptual en varietats de la M.E. clàssica amb l'omissió de la M.E. quàntica, s'ha d'assenyalar l'advertència feta per Sklar¹: que per a les dues versions, M.E. clàssica i M.E. quàntica, presenten similar aspecte la major part de les qüestions fonamentals que ens interessin, com l'origen i racionalitat de les assumpcions de la distribució de probabilitat sobre els estats inicials, o la justificació de les equacions cinètiques irreversibles sobre la base de subjacents equacions dinàmiques reversibles, i que l'intent exploratiu és partir del cas tècnicament més simple (la M.E.c.) amb l'esperança de conduir a una comprensió de la versió correcta de la teoria.

El tret general del panorama reductiu és dibuixat per Sklar com el propòsit de l'explicació mecànic-estadística d'intentar establir una associació entre quantitats estadístiques amb les quantitats termodinàmiques. Llavors es tracta de la determinació de la relació correcta entre construccions probabilistes de la M.E. i quantitats observables que tenen una descripció termodinàmica de la seva conducta. Precisament, assenyala Sklar, el postulat de la distribució de probabilitat s'aplica per a la determinació de les quantitats observables amb un ús directe només d'una manera ocasional. Una funció directa la té en les prediccions de les distribucions de les velocitats moleculars i en els intents per a la confirmació d'aquelles prediccions pels exàmens directes de les distribucions de velocitats en mostres de població de molècules. Però és més comú el seu ús per al càlcul d'algun valor que tot seguit s'associa amb una quantitat determinable macroscòpicament. En la teoria del no-equilibri, hi ha massa perspectives diferents en la comprensió de l'apropament a l'equilibri, corresponents amb opinions diferents sobre la manera de construir l'entropia d'un sistema; això dificulta establir quines quantitats estadístiques es troben associades amb la quantitat tèrmica de l'entropia. Lavis² comenta que aquesta darrera quantitat és una propietat del conjunt representatiu que no es troba relacionada amb cap funció fase del nivell mecànic d'un sistema particular, i que la superació d'aquesta dificultat que l'entropia no pugui concebre's com el resultat d'una seqüència de mesuraments sembla requerir una interpretació de la probabilitat com la que "per exemple usa la idea de propensió de Popper, on la probabilitat es troba més estretament relacionada a un sistema individual". Hem exposat la interpretació objectivista de Popper sobre l'entropia en X.3. i X.4., però al llarg de la tesi ha estat central la naturalesa col·lectiva, de conjunt, que té la propensió de cas singular, les crítiques sobre aquesta qüestió havien dut Fetzer a interpretar subjectivament la M.E. i d'aquesta manera enfonsava la teoria propensional sencera, com hem intentat mostrar. Per últim, hem de tenir en compte que la reducció de la termodinàmica no pot fer-se només amb les tècniques reductives habituals en formats axiomàtics. Aquesta estructuració omet la qüestió del problema del temps, i aquesta pèrdua no és un avantatge que expurgui la reducció de problemes metafísics, aquests problemes són inherents a la comprensió i aclariment de la dimensió reductiva. Dels problemes de la reconstrucció racional de la M.E.c., de les seves relacions interteòriques amb la Termodinàmica, se'n ha donat compte Lavis. Ell assenyala que la qüestió de la reducció no s'abasta només amb els dos nivells més tècnics (els que anomena '1' i '4') sinó que pel camí queda un nivell que compartiria concepcions antagòniques de la probabilitat, i que se sobreposaria interpretativament en un altre nivell on almenys cabrien quatre mètodes o aproximacions mecànic-estadístiques a la termodinàmica (els mètodes subjectivista, d'evolució, de conjunts representatius i, finalment, l'ergòdic).

Notes

Capítol 1

- ¹ Transcrivim la descripció exposada per Batterman* del procés estocàstic markovià en la regió de l'espai de fases Γ_E , un espai d'esdeveniments que es veurà més endavant quan s'examini la mecànica-estadística:
"Un procés Markov és caracteritzat per les probabilitats de transició $P(t,x,\Delta) \geq 0$ que determinen la probabilitat que un sistema en $x \in \Gamma_E$ es trobarà en el temps t en la regió $\Delta \subseteq \Gamma_E$. Es té $P(t,x, \Gamma_E) = 1$ i P ha d'ésser comptablement additiva, $P(t,x, \bigcup_{i=1}^{\infty} \Delta_i) = \sum_{i=1}^{\infty} P(t,x,\Delta_i)$, on $\Delta_i \cap \Delta_j = \emptyset$ quan $i \neq j$. P descriu un procés de Markov si també satisfà l'equació Chapman-Kolmogorov $P(t+s,x,\Delta) = \int P(t,x,dx') P(s,x',\Delta)$."
- *Batterman, Robert W.: 'Randomness and Probability in Dynamical Theories: On the Proposals of the Prigogine School', *Philosophy of Science*, vol. 58, n° 2, pp. 241-263, pàg. 251.
- ² A. Hobson, que com Jaynes representa la tesi filosòfica subjectivista sobre la probabilitat en els estudis sobre la mecànica estadística, precisa que no convé identificar la seva posició amb la habitualment coneguda en medis filosòfics acadèmics 'interpretació subjectiva (o de graus de creença) de Ramsey i de Finetti', la qual no tindria rellevància per a les ciències físiques. (Hobson, Arthur: 1971. *Concepts in Statistical Mechanics*, Gordon and Breach Science Publishers, New York, London, Paris, pàg. 33).
- ³ Mill, J.S.: 1874. *Collected Works of John Stuart Mill*. Volume VII. 'A System of Logic Rationativa and Inductive', Books I-III. Editor of the Text J. M. Robson. University of Toronto Pres. Routledge & Kegan-Paul, 1973. Chapter XVIII, Secc. 1, pàg. 535.
- ⁴ Fetzer, J. H.: 1983. Probability and Objectivity in Deterministic and Indeterministic Situations, *Synthese*, 57, pàgs. 367-386, pàg., 381.
- ⁵ Popper, K. R.: 1957. The Propensity Interpretation of the Calculus of Probability, and the Quantum Theory' en S.Körner (ed.), *Observation and Interpretation*, Butterworths Scientific Publications, London, pp.65-70. Emprada la traducció castellana de 'Propensiones, probabilidades y la teoría cuántica' en *Popper. Escritos selectos*. David Miller (compilador), Fondo de Cultura Económica, México, D.F., 1995, pàgina, 217. Original en anglès: *Popper Selections*, Princeton University Press, 1985. Publicació original: *A Pocket Popper*, Fontana Paperbacks, London, 1983).
- ⁶ Carnap, R.: 1945. 'The Two Concepts of Probability'. *Philosophy and Phenomenological Research*, Vol. V, pàgs. 513-532.
- ⁷ Carnap, R.: 1947. 'Probability As a Guide in Life'. *The Journal of Philosophy*, 44, pàgs. 141-148, pàgs. 141-142.
- ⁸ Carnap, R.: 1945. Op. cit., pàgs. 523-4.
- ⁹ Popper, K. R.: 1983. *Realism and the Aim of Science*. Vol I del Postscript to 'The Logic of Scientific Discovery', Hutchinson, London, pàg. 300.
- ¹⁰ Hacking, Ian: 1975. *The Emergence of Probability*. Cambridge University Press, reprinted 1978, pàg. 12.
- ¹¹ *Ibíd.*, pàg. 147:
"En recents escrits, s'anomenen subjectives tres classes diferents de probabilitat. El subjectivisme més extrem és aquell de Bruno de Finetti. L. J. Savage l'ha denominat amb encert "personalisme". Després tenim les teories de la probabilitat lògica o inductiva desenvolupades per J. M. Keynes i les altres que, encara que insisteixen en una mesura d'objectivitat, són sovint denominades "subjectives" pels seus detractors. Tercer, hi ha encara altre concepte de subjectivitat, corrent entre molts filòsofs actuals de la física quàntica."
- ¹² *Ibíd.*, pàg. 14.
- ¹³ Popper, K. R.: 1990. *A World of Propensities* (Traducció castellana: *Un mundo de propensiones*. Tecnos. Madrid, 1992, pàg. 18).
- ¹⁴ Bohm, David: 1957. *Causality and Chance in Modern Physics*. Routledge and Kegan Paul Ltd., London. (Traducció castellana: *Causalidad y azar en la física moderna*. Universidad Nacional Autónoma de México, 1959, pàgs. 46-47).

Capítol 2.

¹⁾ Eells Ellery: 1983. "Objective Probability Theory Theory". *Synthese* 57, pàgs. 387-442.

2 Quan considera la demanda de Suppes d'una definició formal de la interpretació propensional, Popper recorda que ell ha substituït el problema del *significat* de la 'probabilitat', cosa que necessita una única resposta, pel problema de les diverses maneres en les quals poden interpretar-se els enunciats probabilistes –els enunciats del càlcul de probabilitat-, resposta que permet moltes respostes, "que poden ésser interessants totes elles i pot ésser que cap d'elles no ens proporcioni 'l'essència d'allò que la probabilitat significa'." Admet que podem exigir de les diverses interpretacions que satisfacin un sistema axiomàtic per al càlcul de probabilitat de manera que les regles formals les distingeixin formalment; també, considera una bona axiomatització per a la teoria general de la probabilitat la seva formalització oferta en *La lògica ..* (Popper, K. R.: 1974b. 'Suppes's Criticism of the Propensity Interpretation of Probability and Quantum Mechanics', en '*Replies to my Critics*'. *The Philosophy of Karl Popper*, P. A. Schlipp (ed.), Open Court, La Salle, IL, pàgs. 1125-40, pàgs. 1126 i 1130).

³ Quan considera la demanda de Suppes d'una definició formal de la interpretació propensional, Popper recorda que ell ha substituït el problema del *significat* de la 'probabilitat', cosa que necessita una única resposta, pel problema de les diverses maneres en les quals poden interpretar-se els enunciats probabilistes –els enunciats del càlcul de probabilitat-, resposta que permet moltes respostes, "que poden ésser interessants totes elles i pot ésser que cap d'elles no ens proporcioni 'l'essència d'allò que la probabilitat significa'." Admet que podem exigir de les diverses interpretacions que satisfacin un sistema axiomàtic per al càlcul de probabilitat de manera que les regles formals les distingeixin formalment; també, considera una bona axiomatització per a la teoria general de la probabilitat la seva formalització oferta en *La lògica ..* (Popper, K. R.: 1974b. 'Suppes's Criticism of the Propensity Interpretation of Probability and Quantum Mechanics', en '*Replies to my Critics*'. *The Philosophy of Karl Popper*, P. A. Schlipp (ed.), Open Court, La Salle, IL, pàgs. 1125-40, pàgs. 1126 i 1130).

⁴ Salmon (*The Foundations of Scientific Inference*, University of Pittsburgh Press, Pittsburgh, 1967, pàgs. 62-63) presenta l'adequació formal com un *criteri* que Eells proposa com una *condició* d'admissibilitat.

⁵ Les referències de P. Suppes corresponen als següents escrits:

-1973. 'New Foundations of Objective Probability: Axioms for Propensities', en P. Suppes i altres editors, *Logic, Methodology and Philosophy of Science IV*, North-Holland, Amsterdam, London, pp. 515-29.

-1974. 'Popper's Analysis of Probability in Quantum Mechanics', en P. A. Schlipp (ed.), *The Philosophy of Karl Popper*, Open Court, La Salle, Illinois, pp. 760-74.

la terna $\langle E, F, \# \rangle$ és una estructura FRF, on:

E és una classe finita,

F és el conjunt potència (conjunt de tots els subconjunts) de E,

és la funció cardinalitat, que assigna a qualsevol membre de F el seu nombre d'elements (la seva cardinalitat).

La freqüència relativa d'un conjunt $A (\in F)$ en els primers n termes de E es defineix per ésser

$\#(A,n)/n$. L'estructura FRF satisfarà certs axiomes, els quals garantiran que F és 2^E i que # és la funció cardinalitat -el nombre d'elements del conjunt.

⁶ Eells, Ellery: 1983. Op. cit., 391-2.

⁷ La qual exigeix:

"l'especificació del model projectat, (...), un model de, una idealització de, alguns conceptes compresos, objectes o fenòmens –idealment, trets del món observable, empíricament accessible- de manera que constitueixin una interpretació dels constituents [del model], que si més no d'una manera aproximada obeeixin els axiomes rellevants que aconsegueix [el model]." (Ibíd., 389. L'expressió 'el model' es troba substituïda en l'original pel símbol utilitzat per Eells).

⁸ Fetzer, James H.: 1983. "Probability and Objectivity in Deterministic and Indeterministic Situations". *Synthese* 57, pàgs. 367-386, pàg. 378.

⁹ on:

E és una seqüència (= una funció el domini de la qual són els números naturals. 'E_i' (o 'E(i)') vol dir el valor de la funció amb argument i.

F és el conjunt potència del rang de E.

és la funció binària tal que per a un número natural i element de, # (A,n) és la cardinalitat del conjunt $\{E_i: i \leq n \text{ i } E_i \in A\}$

¹⁰ Eells, Ellery: 1983. Op. cit., pàg. 398.

¹¹ Encara que no apareixen en la presentació que fa Eells, sí que es presenten en l'axiomatització de von Mises l'axioma de convergència o del límit i l'axioma d'aleatorietat o principi d'exclusió de regla, estratègia o sis-

tema de joc.

¹² Popper, K. R.: 1959. *The Logic of Scientific Discovery*. Hutchinson 6 Co. Ltd., London. (Traducció castellana: *La lògica de la investigació científica*, Edit. Tecnos, Madrid, 8ª reimpressió, 1990, pàgs. 173-177.)

¹³ Von Mises, Richard: 1961. *Probability, Statistics and Truth*. George Allen and Unwin Ltd., London, 2ª impressió, basada en l'edició alemanya de 1951. Publicació original en alemany per J. Springer, 1928.

“Un col·lectiu apropiat per a l'aplicació de la teoria de la probabilitat ha de satisfer dues condicions. Primer, les freqüències relatives dels atributs han de posseir valors límits. Segon, aquells valors límits han de romandre els mateixos en totes les seqüències parcials que puguin ésser seleccionades des de l'original en una manera arbitrària. Sens dubte, aquestes seqüències parcials només poden ésser preses en consideració si poden ésser esteses indefinidament, de la mateixa manera que la mateixa seqüència original. (...) L'única condició essencial és que la qüestió de si o no un cert membre de la seqüència original pertany a la seqüència parcial seleccionada ha d'ésser resolta independentment del resultat de la corresponent observació, i.e., abans que alguna cosa sigui sabuda sobre el resultat. Anomenarem una selecció d'aquest tipus una *selecció de lloc*. Els valors límits de les freqüències relatives en un col·lectiu han d'ésser independents de totes les possibles seleccions de lloc. Per selecció de lloc signifiquem la selecció d'una seqüència parcial de tal manera que decidim si un element hauria d'ésser inclòs o no sense fer ús de l'atribut de l'element, i.e., del resultat del nostre joc d'atzar.”(pàg. 24,5)

“Des d'un col·lectiu donat, se'n poden formar molts de nous per seleccions de diversos tipus. El col·lectiu seleccionat és una seqüència parcial derivada de la seqüència completa per l'operació de *selecció de lloc* [També els procediments de *mescla, partició, combinació, mostreig correlacionat*]. Els atributs en el col·lectiu seleccionat són els mateixos com en l'original. La distribució dins el nou col·lectiu és la mateixa com en l'original.”(pàg. 39)

¹⁴ *Ibid.*, pàg. 143.

“Direm que un col·lectiu és un fenomen massa o un esdeveniment repetitiu, o, simplement, una llarga seqüència d'observacions per les quals hi ha raons suficients per a la creença que la freqüència relativa de l'atribut observat tendirà a un límit fix si les observacions són continuades indefinidament. Aquest límit s'anomenarà la *probabilitat de l'atribut considerat dins el col·lectiu donat*.” (*Probability, Statistics and Truth*, von Mises, pàg. 15)

¹⁵ *Ibid.*, pàgs. 147-162. Popper conclou que no hi ha cap diferència que pugui ésser recollida per la formalització entre la interpretació propensional i la subjectiva, atès que la noció de ‘independència’ entre proves pot ésser definida formalment i estesa a la segona interpretació. Sota el punt de vista propensional cada nou assaig és completament independent dels seus predecessors, on no hi ha influència causal, això només pot ésser ofert com a (informació) irrellevant en l'aposta probabilista per a una nova prova (Popper, 1974b, *Replies to...*, pàgs. 1130-1131). La interpretació subjectiva, en canvi, recull la informació donada per proves realitzades, infringint d'aquesta manera el requisit d'independència.

¹⁶ Richard von Mises es feu ressò d'aquesta qüestió (*Probability, Statistics and Truth*, edició de 1957):

“... gairebé tothom qui ha seguit la direcció tradicional en la teoria de la probabilitat contestarà que la teoria clàssica proporciona l'enllaç que connecta les dues definicions de probabilitat (...) Se suposa que aquest enllaç es fonamenta en la Llei dels Grans Nombres, la qual fou primerament suggerida per Bernoulli i Poisson. (...) Mitjançant aquesta llei, es pot provar matemàticament que els valors de probabilitat, obtinguts com a quocients entre el nombre de casos favorables dividit pel nombre total de casos equipossibles, són, amb un cert grau d'aproximació, iguals als valors obtinguts per la determinació de freqüències de freqüències relatives en prolongades sèries d'observacions. Molts autors ja han assenyalat la perillosa feblesa d'aquest enllaç; no obstant això, ha estat usat una i altra vegada, degut a l'absència d'alguna cosa que pugues substituir-lo.” (pàg. 79)

Encara dècades després podem trobar els següents comentaris de Bas C. Van Fraassen, (*The Scientific Image*, Oxford University Press, 1980, pàgs. 183-186):

“Les lleis dels grans nombres provades en la teoria de la probabilitat són esmentades sovint com a proporcionant l'enllaç entre la probabilitat i la freqüència. Certament aquestes lleis proporcionen una baula, però no fan possible la interpretació freqüencial estricta. Sense entrar en els detalls tècnics, puc resumir les implicacions de la Llei Forta dels Grans Nombres per a la qüestió de si Reichenbach podria mantenir consistentment que la probabilitat és la freqüència relativa:

6. Si E_1, \dots, E_k, \dots , són un nombre comptable d'esdeveniments-resultat en l'espai de probabilitat S (amb K, F, P com abans) llavors hi ha un llarg termini $s = s_1, \dots, s_m, \dots$, de tal manera que $P(E_i) = \text{frel}(E_i, s)$ per a tota $i = 1, \dots, k, \dots$

No obstant això, en el cas de la majoria de les probabilitats discernides en la física, la família F de esdeveniments-resultat no és comptable.”(pàg. 186)

(17) Bunge, M.: 1973. *Philosophy of Physics*, D. Reidel Publishing C., Dordrecht. (Traducció castellana:

Filosofia de la física, Edit. Ariel, Barcelona, 2^a edic., 1982, pàg. 181:

"El significat d'un símbol físic no hauria de confondre's amb el valor numèric de la magnitud corresponent segons ve estimada per l'observació –encara que només sigui perquè el disseny i interpretació requereixen diverses teories que estan ja dotades de significat."

¹⁸ *Ibid.*, pàg. 89:

"mentre que les probabilitats poden ésser propietats d'individus (v.g., esdeveniments), les freqüències relatives són propietats col·lectives, això és, propietats de conjunts estadístics."

"Des d'un punt de vista de la interpretació estadística, ha de dir-se que els enunciats de probabilitats singulars són singulars només en la forma (o 'formalment singulars'):cf. L.I.C., secció 71), en realitat, han d'interpretar-se amb ajuda d'enunciats estadístics sobre poblacions o col·lectius de cert tipus." (Popper, K.R.: 1982b. *Quantum Theory and the Schism in Physics. From the Post Scriptum to the Logic of Scientific Discovery*. Edited by W. W. Bartley III. (Traducció castellana: *Teoría cuántica y el cisma en física. Post Scriptum a la La lógica de la investigación científica. Vol. III*. Edit Tecnos, S. A., Madrid, 2^a edic., 1992, pàg. 124))

¹⁹ Salmon, W. C.: 1970. 'Statistical Explanation,' en *Nature and Function of Scientific Theories*, ed. Robert G. Colodny, pp. 173-231, University of Pittsburgh Press. Edició utilitzada: 'Statistical Explanation', pàgs. 29-87 en *Statistical Explanation & Statistical Relevance*, amb R. C. Jeffrey i J. G. Greeno. University of Pittsburgh Press, 1971, pàg. 39.

(20) Salmon, W. C.: 1970. 'Statistical Explanation,' en *Nature and Function of Scientific Theories*, ed. Robert G. Colodny, pp. 173-231, University of Pittsburgh Press. Edició utilitzada: 'Statistical Explanation', pàgs. 29-87 en *Statistical Explanation & Statistical Relevance*, amb R. C. Jeffrey i J. G. Greeno. University of Pittsburgh Press, 1971, pàg. 39.

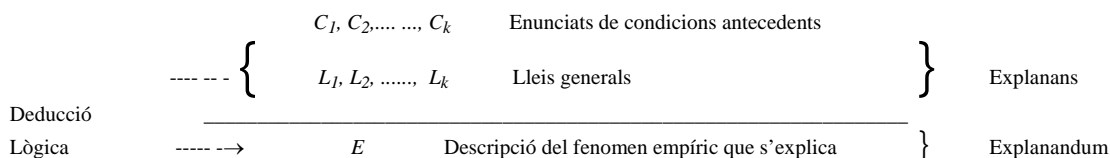
(21) Popper, K.R.: 1959. *Op. cit.*, pàg. 196.

²² Eells, E.: 1983. *Op. cit.*, pàgs. 399-401.

²³ Hempel, Carl G.: 1965. *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*. The Free Press, Macmillan Co. (Traducció castellana: *La explicación científica*. Paidós, Buenos Aires, 1979). Pot convenir deixar aclarit quin és l'objectiu i paper d'aquests models segons puntualitza Hempel:

"... no pretenen descriure la manera com els científics formulen realment les seves descripcions explicatives. El seu propòsit és més aviat indicar en termes raonablement precisos l'estructura lògica i la justificació de les diverses maneres en què la ciència empírica respon a les preguntes que demanen una explicació. La construcció dels nostres models, doncs, suposa cert grau d'abstracció i d'esquematzació lògica."(pàg. 405)

Aquest és l'esquema d'explicació D-E (pàg. 251):



I una explicació de la forma estadística bàsica (pàg. 393):

$$P(G, F) = r$$

Fb

(suport inductiu) ===== [r]

Gb

²⁴ von Wright, Georg Henrik: 1971. *Explanation and Understanding*, Cornell University Press. (Traducció castellana: *Explicación y comprensión*. Alianza Edit., Madrid, 1979, pàg. 32-33):

"No deixa d'ésser aleshores pertinent preguntar en quin sentit, si n'hi ha cap, és escaient assegurar que aquest tipus de base i de cobertura legal expliquen l'ocurrència efectiva d'un esdeveniment.

El que fa que una explicació nomològico-deductiva "expliqui" és, podem dir-ne, que ens indica per què E hagué d'ocórrer, per què un cop que la base s'hagué realitzat i s'accepten les lleis corresponents E fou necessari. Ara bé, l'admissió de la possibilitat que E no arribi a ocórrer és part constitutiva d'una explicació probabilístic-inductiva. Això dona peu per consegüent a una pregunta addicional sobre l'explicació: per què en aquesta ocasió E ocorre efectivament i no es frustra. Podria ésser competència d'una explicació nomològico-deductiva respondre a aquesta qüestió."

²⁵ Hempel, C. G.: 1965, 1979. Op. cit., pàg. 181, Nota 8: “atès que la concepció clàssica de la causalitat es troba lligada a la idea de lleis estrictament universals que relacionen causa i efecte, seria millor reservar el terme ‘explicació causal’ per a alguns arguments explicatius que tenen la forma (1.1) en els quals totes les lleis adduïdes són de forma estrictament universal.”

D'altra banda, quan es refereix a les *lleis* identifica, seguint una llenguaatge tradicional, determinisme amb causalitat, d'aquesta darrera queda separada el probabilisme: “..es denominen habitualment lleis causals o deterministes. Aquestes lleis hauran de distingir-se de les anomenades lleis estadístiques, les quals expressen que.....” (pàg. 252).

²⁶ *Ibíd.*, pàg. 385.

²⁷ *Ibíd.*, pàg. 387.

²⁸ *Ibíd.*, pàg. 410. Tot seguit continua:

“Indubtablement, els primers usos explicatius de lleis i teories estadístiques per exemple, en la física del segle XIX, sovint s'inspiraven en la creença que els microfenòmens implicats en els processos físics sota investigació eren subjectes a lleis estrictament universals, i que l'ús d'hipòtesis i teories estadístics era necessari només per les limitacions de la nostra capacitat individual per al mesurament de tots aquells microfenòmens, i després realitzar els grans i complexos càlculs que es requerien per a explicar un fenomen físic amb tot detall microscòpic. Però aquesta idea ha estat abandonada gradualment: en certes branques de la física, com la teoria quàntica, s'han acceptat les lleis de forma estadística com a lleis bàsiques de la natura. I qualsevol que sigui el futur de la teorització científica, aquest desenvolupament reflecteix clarament la comprensió que l'explicació estadística és per lògica independent de la suposició de lleis universals estrictes i constitueix un mode d'explicació *sui generis*.”

Per a Hempel, les explicacions estadístiques són completes encara que el fet que expliquin no sigui *deduït* per raó que no queda subsumit sota una llei universal, això és, encara que siguin deductivament incompletes. Hempel es planteja la qüestió com una extensió de la noció de completesa explicativa aplicada a les explicacions *D-N* a les estadístiques, però sense acceptar que totes les explicacions estadístiques siguin qualificades de formalment incompletes. La incompletesa o parcialitat de les explicacions estadístiques es restringirà al cas en què no és el contingut enunciat en l'explanandum al qual l'explanans, en veritat, confereix una determinada probabilitat, sinó a altra oració més feble relacionada amb aquella enunciativa.

²⁹ *Ibíd.*, pàg. 417, nota 107: “La idea suggerida aquí és que (...), però no que tots els fenòmens empírics siguin científicament explicables i, encara menys, per descomptat, que tots ells siguin governats per un sistema de lleis deterministes.”

³⁰ *Ibíd.*, pàg. 380.

“En termes aproximats, un experiment d'atzar és un tipus de procés o succés que pot ésser repetit indefinidament per l'home o per la natura i que, en cada cas, dona un resultat d'un cert conjunt finit o infinit de “resultats”, de manera que si bé els resultats varien d'un cas a l'altre d'un mode irregular i impredecible, les freqüències relatives amb què apareixen els diferents resultats tendeixen a ésser més o menys estables a mesura que augmenta el nombre de fets. El llançament d'una moneda, els resultats possibles del qual són cara o creu, és un exemple familiar d'experiment d'atzar.”

³¹ Hempel també indica (en Nota 62, pàg. 381) que la mateixa conclusió s'aplica a la probabilitat estadística definida explícitament com “el límit de la freqüència relativa d'aquell resultat en un sèrie infinita de realitzacions de l'experiment d'atzar corresponent.” Diu que la definició basada en aquesta idea de límit és “un concepte teòric idealitzat”, que “no subministra cap criteri per a l'aplicació d'aquest concepte a qüestions empíriques observables”, que un enunciat que contingui aquella noció “no té implicacions deductives concernents a la freqüència [del resultat] en un conjunt finit d'execucions, per gran que aquest sigui”, que els criteris per a la seva aplicació empírica també hauran de contenir “termes vagues” com aquells del tipus de “és pràcticament segur”. Que també és una relació inductiva la que s'ha d'establir (atès que “les sèries infinites d'execucions no són realitzables ni observables”) entre els enunciats freqüencials finits i els corresponents probabilístics establerts segons el concepte de límit.

³² *Ibíd.*, pàg. 379.

³³ Popper, K. R.: 1983. *Realism and the Aim of Science*. Vol I del Postscript to ‘The Logic of Scientific Discovery’, Hutchinson, London, pàg. 393.

³⁴ *Ibíd.*, pàg. 300.

“explica les estimacions de freqüència objectiva relativa com a determinades per la probabilitat subjectiva (considera, de fet, que l'estimació òptima del valor de la probabilitat objectiva és idèntica al valor de la probabilitat subjectiva); i això ens interessa aquí: Carnap sosté que el nostre *b* (ell ho anomena ‘*e*’ o ‘evidència’) [el nostre *F*] de la probabilitat objectiva és sempre el mateix coneixement total que entra en les fórmules subjectives.”

"la nostra b -és a dir, la e de Carnap- canvia constantment amb cada nova tirada, ja que cada resultat canvia la nostra experiència pertinent. I això ha d'ésser així àdhuc encara que la nostra evidència impliqui informació definitiva respecte a la constitució de l'urna."

³⁵ *Ibíd.*, pàg. 353.

³⁶ *Ibíd.*, pàg. 296.

³⁷ *Ibíd.*, pàg. 299.

³⁸ *Ibíd.*, pàgs. 302-303.

³⁹ *Ibíd.*, pàg. 290,1.

⁴⁰ *Ibíd.*, pàg. 297.

⁴¹ *Ibíd.*, pàg. 296,7.

⁴² Així la teoria objectiva explica que la regla funcioni (quan ho fa i després que Popper hagi mostrat el seu fracàs). L'ús lícit de la regla és incompatible amb "la teoria probabilística de la inducció" on s'afirma utilitzar-la sense respectar la independència, la qual és condició per a aquell ús lícit. (*Ibíd.*, 347, edició castellana)

⁴³ Hempel, C. G.: 1965, 1979. Op. cit., pàgs. 387-396.

⁴⁴ *Ibíd.*, pàg. 387.

⁴⁵ Carnap, R.: 1950. *Logical Foundations of Probability*. Chicago, University of Chicago Press; 2^a ed. revisada 1962. Hempel cita d'aquesta obra:

"En l'aplicació de la lògica inductiva a una situació cognoscitiva determinada, han de prendre's en consideració els elements de judici totals com a base per a determinar el grau de confirmació".(1950, pàg. 211)

⁴⁶ Hempel, C. G.: Op. cit., pàg. 391.

⁴⁷ *Ibíd.*, pàg. 392. (Es refereix a: Reichenbach, H.: 1949. *The Theory of Probability*. Berkeley i Los Angeles, The University of California Press; secció 72) L'objectiu de Reichenbach queda descrit per Popper de la següent manera en la nota 71:

"l'intent de demostrar que és possible assignar probabilitats a successos particulars dins el marc d'una concepció estrictament estadística de la probabilitat. Reichenbach proposava que la probabilitat d'un succés aïllat, tal com la realització exitosa d'un vol programat de determinat avió comercial, fos concebuda com la probabilitat estadística que el tipus de succés considerat (la realització exitosa d'un vol) posseeix dins la classe de referència més reduïda a la qual pertany el cas en qüestió (el vol especificat de l'avió donat) i de la qual es disposa d'una informació estadística confiable (per exemple, la classe dels vols programats realitzats fins ara pels avions de la línia a la qual pertany l'avió donat, i en condicions climàtiques similars a les prevaecients en el moment del vol en qüestió)."

⁴⁸ Reichenbach, Hans: 1949. *The Theory of Probability*. University of California Press, pàg. 376-377.

"D'aquesta manera la sentència concernent a la probabilitat del cas singular produeix un *significat fictici*, construït per una *transferència de significat des d'allò general al cas particular*. L'adopció del significat fictici se justifica, no per raons cognitives, sinó perquè serveix al propòsit de l'acció tractar amb aquestes afirmacions com a significatives."

⁴⁹ *Ibíd.*, pàg. 375. Atès que "existeix només un concepte legítim de probabilitat, el qual es refereix a classes," I, en conseqüència: "La dependència de la probabilitat de cas singular del nostre estat de coneixement s'origina de la impossibilitat de donar d'aquest concepte una interpretació independent".

⁵⁰ Aquest terme (*weight*) apareix en Reichenbach com a nom del "valor de veritat del postulat; la probabilitat del cas singular, per tant, es considera, en la interpretació lògica, com el pes d'un postulat."(1949, Op. cit., pàgs. 378-379)

⁵¹ *Ibíd.*, pàg. 373.

⁵² *Ibíd.*, pàg. 374:

"Procedirem considerant la classe més estreta per a la qual pot recollir-se estadística confiable. Si tenim al davant dues classes superposades, triarem la seva classe comuna. Així, si un home de 21 anys té la tuberculosi, considerarem la classe de persones de 21 anys que tenen tuberculosi. Poden desconsiderar-se les classes que sabem que són irrelevantes per a l'estadística. Una classe C és irrelevant pel que fa a la classe de referència A i la classe atribut B si la transició a la classe comuna $A \cap C$ no canvia la probabilitat, això és, si $P(A \cap C, B) = P(A, B)$. Per exemple, la classe de les persones que tenen les mateixes inicials és irrelevant per a l'expectativa de vida d'una persona."

⁵³ Fetzer, J. H.:

-1977. 'Reichenbach, Reference Classes, and Single Case 'Probabilities'', *Synthese* 34, pàgs. 186-195.

-1981. *Scientific Knowledge*, D. Reidel Publishing Company, pàgs. 78-86.

⁵⁴ Fetzer, J. H.: 1977. Op. cit., pàgs. 188-9.

⁵⁵ *Ibíd.*, pàgs. 190-1.

⁵⁶ *Ibíd.*, pàgs. 191.

⁵⁷ *Ibid.*, pàgs. 191-192.

⁵⁸ *Ibid.*, pàgs. 193-195.

La següent afirmació de Reichenbach (pel que fa al seu mètode de l'estrenyiment de la classe i justificar llavors el límit trobat com la identificació de la probabilitat per a l'esdeveniment individual) no resulta cap prevenció davant la crítica posterior de Fetzer:

"No es necessita per a la justificació d'aquest mètode que el límit de la probabilitat sigui, respectivament, $=I$ o $=0$, com assumeix la hipòtesi de la causalitat. Això tampoc no es necessita *a priori*; la moderna mecànica quàntica assegura un resultat contrari. Es fa obvi que amb el límit I o 0 la probabilitat encara es refereix a una classe, no a un esdeveniment individual, i que la probabilitat I no pot excloure la possibilitat que la predicció sigui falsa en el cas particular considerat." (1949, *Op. cit.*, pàg. 376).

Malgrat aquest determinisme subjacent denunciat per Fetzer, Reichenbach fa una renúncia explícita a qualsevol compromís ontològic, sobretot indeterminista, amb una consideració del següent tipus:

"Hem de renunciar a tots els residus d'absolutisme pel que fa a la comprensió del significat de la interpretació freqüencial d'un enunciat de probabilitat sobre un cas singular. Però no hi ha lloc en la teoria dels enunciats de probabilitat que concerneixen a la realitat física. Aquests enunciats es fan servir com a regles de conducta, com a regles que determinen la conducta més satisfactòria assolible sota un cert estat de coneixement. Qualsevol que vulgui trobar alguna cosa més en aquests enunciats descobrirà al cap i a la fi que ha estat perseguint una quimera." (1949, pàg. 378)

⁵⁹ Eells, Ellery: 1983. *Op. cit.*, pàg. 405.

⁶⁰ *Ibid.*, pàg. 404.

⁶¹ Reichenbach, H.: 1949. *Op. cit.*, pàg. 377. També: "la probabilitat construïda per al cas singular dependent de l'estat del nostre coneixement." (pàg. 375).

⁶² Fetzer, J. H.: 1981. *Op. cit.*, pàg. 82.

⁶³ Salmon, Wesley C.: 1971. 'Statistical Explanation' (1970), pàgs. 29-87, en *Statistical Explanation & Statistical Relevance*, AA. VV., University of Pittsburgh Press.

⁶⁴ *Ibid.*, pàg. 108, ('*Post Scriptum*').

⁶⁵ *Ibid.*, pàg. 42.

⁶⁶ *Ibid.*, pàg. 55:

"Prenent prestat una útil noció de Reichenbach [*], podem dir que, pel que fa a l'ocurrència de la tempesta, el sobtat descens general de la pressió atmosfèrica desplaça la lectura d'una baixada en el baròmetre. No és manté la relació inversa. La probabilitat d'una tempesta un dia quan la lectura del meu baròmetre registra una brusca davallada no és igual a la probabilitat d'una tempesta un dia que la lectura del meu baròmetre registra una davallada improvisa i hi ha una baixada general de la pressió atmosfèrica."

[*] H. Reichenbach, 1956, *The Direction of Time*, University of California Press, pàg. 189.

⁶⁷ Salmon (*op.cit.*, p. 42) usa la noció introduïda per von Mises de 'selecció de lloc' que opera la partició.

⁶⁸ Papineau, David: 1985. 'Probabilities and Causes'. *The Journal of Philosophy* vol. LXXXII, NO. 2 February, pàgs. 57-72.

⁶⁹ Fetzer, J. H.: 1977. *Op. cit.*, pàg. 200.

⁷⁰ *Ibid.*, pàg. 200. O també: 1981. *Op. cit.*, pàg. 92-94.

⁷¹ Fetzer, J. H.: 1993. *Philosophy of Science*, Paragon House, New York, pàg. 70.

⁷² Hempel, C. G.: 1965, 1979. *Op. cit.*, pàg. 371.

⁷³ *Ibid.*, pàg. 372.

Una llei universal, com la llei de la dilatació dels gasos amb el seu augment de temperatura a pressió constant implica condicionals contrafàctics i subjuntius que afirmen que "si s'hagués escalfat o s'escalfés una massa determinada de gas a pressió constant, el seu volum hauria augmentat o augmentaria." (pàg. 371).

⁷⁴ *Ibid.*, pàg. 373.

⁷⁵ *Ibid.*, pàg. 335 i següents.

⁷⁶ Kyburg, Henry E.: 1974. 'Propensities and Probabilities', *British Journal for the Philosophy of Science* 25, vol. 25, pàgs. 359-375, pàgs. 366-71. També després reescrita i comentada per Ellery Eells, 1983, pàgs. 406-415. Un altre versió és, per exemple, la de Ronald N. Giere, 1976, 'A Laplacean Formal Semantics for Single-Case Propensities', *Journal of Philosophical Logic* 5, pàgs. 321-353, pàgs. 323-327.

⁷⁷ *Ibid.*, pàg. 367.

⁷⁸

Per als models $\langle U, R \rangle$ i $\langle U', R' \rangle$,

(i) per a cada símbol predicat A del llenguatge,
si $U \subseteq U' \rightarrow R(A) \subseteq R'(A)$;

(ii) per a una funció k -Diàdica símbol f del llenguatge,
si x, U^k ,

$$U \subseteq U' \rightarrow \bigwedge_{x \in U^k} (R(f)(x) = R'(f)(x) \vee R(f)(x) = \emptyset)$$

⁷⁹ Eells, Ellery: 1983. Op. cit., pàg. 407. I Kyburg, 1974, pàg. 367.

- (iii) x és una seqüència, infinita, no decreixent, de conjunts finits, x_1, x_2, \dots , on si $i < j$, $x_i \subseteq x_j$,
 (iv) y és un conjunt,
 (iii) z és un número real, i
 (iv) $z = \lim_{i \rightarrow \infty} \frac{\text{el nombre de membres de } y \cap x_i}{\text{el nombre de membres de } x_i}$

⁸⁰ *Ibíd.*, pàg. 408-9.

⁸¹ *Ibíd.*, 409-410.

⁸² Giere, Ronald N.: 1976. "A Laplacean Formal Semantics for Single-Case Propensities". *Journal of Philosophical Logic*, 5, pàgs. 321-353, pàg. 325,6.

⁸³ Eells, E.: 1983. Op. cit., pàg. 413-5.

⁸⁴ *Ibíd.*, pàg. 415.

⁸⁵ Salmon, W. C.: 1971. Op. cit., pàgs. 33-35.

⁸⁶ Eells, E.: 1983. Op. cit., pàg. 416.

⁸⁷ Fetzer, J. H.: 1977. Op. cit., pàgs. 199-200.

⁸⁸ Fetzer, J. H.: 1993. Op. cit., pàg. 71.

⁸⁹ Fetzer, J. H.: 1981. Op. cit., pàg. 100. I 1977, pàg. 209:

"Nogensmenys, precisament perquè l'explicació de Hempel és *epistèmica*, *i.e.*, relativa a un context de coneixement *Kzt* que pot contenir sentències que satisfan les condicions especificades, no es troba subjecta a la crítica que les úniques explicacions adequades són *no-estadístiques*, *i.e.*, aquelles per a les quals la probabilitat $r = 0$ o $r = 1$. D'altra banda, *es troba* subjecta a la crítica que no hi ha adequades explicacions *no-epistèmiques* per a les quals la probabilitat $r \neq 0$ i $r \neq 1$, *i.e.*, no hi ha explicacions *estadístiques* òntiques (o vertaderes)."

⁹⁰ Per exemple, Salmon (1971, Op. cit., pàgs. 64-65):

"Si a la llum dels moderns desenvolupaments en física i filosofia el determinisme no sembla sostenible com un principi *a priori*, podem tractar de recuperar l'exigència que una explicació no necessita que el seu explanandum hagi de tenir com a mínim alta probabilitat. Això era el que demandava l'informe de Hempel. He argumentat, a la llum de diversos exemples, que àdhuc aquest requisit és excessiu (...) "Bé, aleshores -hom podria dir-, si l'explicació no ens mostra que l'esdeveniment era esperat, si més no hauria de mostrar-nos que l'esdeveniment era més esperat que la seva no ocurrència." Però aquesta actitud sembla derivar de la manera desafortunada que considera les explicacions en qualitat d'arguments. En aquest moment és crucial assenyalar que l'èmfasi en el present informe de l'explicació és assolir una partició rellevant d'una classe de referència no homogènia en subclasses homogènies. Sota aquesta concepció, una explicació no és un argument que es projecta per a produir convenciment; en lloc d'això, és un intent d'associar els factors que són rellevants per a l'ocurrència d'un esdeveniment."

⁹¹ Fetzer, J. H.: 1983. Op. cit., pàg. 379.

⁹² Fetzer, J. H.: 1993. Op. cit., pàg. 71; 1981. Op. cit., pàg. 101; 1977. Op. cit., pàg. 209-211.

"... que l'explicació òntica de Salmon és afligida de manera similar [a la de Hempel, vegeu nota anterior], precisament perquè el defecte fatal no es troba en l'*epistemicitat* de l'explicació de Hempel, sinó més aviat en la dependència del criteri freqüencial de la rellevància estadística per a una explicació òntica." (pàg. 209)

Capítol 3.

¹ Popper, K. R.: 1959. *The Logic of Scientific Discovery*. Hutchinson 6 Co. Ltd., London. (Traducció castellana: *La lógica de la investigación científica*, Edit. Tecnos, Madrid, 8ª reimpressió, 1990, pàg. 197).

² *Ibíd.*, pàg. 192.

³ *Ibíd.*, pàg. 193.

⁴ Entre els enunciats que tenen forma d'una llei estadística Hempel assenyala els que es troben formulats en termes de valors mitjans de certes variables (com la 'vida mitjana', l'energia cinètica mitjana o la trajectòria lliure mitjana), en general els que contenen el terme 'probabilitat estadística' o un d'equivalent; també que

les "afirmacions d'*independència estadística* tenen la forma de *lleis estadístiques*, si bé no són de forma estadística bàsica. Anàlogament, un enunciat que afirmi una dependència o un "efecte posterior" estadístic té la forma d'una llei estadística; per exemple, l'enunciat que, en una zona determinada, la probabilitat que un dia sigui ennuvolat quan segueix després d'un dia ennuvolat és major que quan segueix després d'un dia esclariat." [Les cursives són nostres], *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*. The Free Press, Macmillan Co., 1965 (Traducció castellana: *La explicación científica*. Paidós, Buenos Aires, 1979, pàgs. 373-374). [Vid. el minvament d'aquesta atribució hempeliana de legalitat als enunciats estadístics en XI. 3. 1.)

De la mateixa manera havia afirmat poc abans:

"... la suposició addicional que la selecció de casos individuals de la població total tingui el caràcter d'un experiment d'atzar amb certes característiques estadístiques generals. Però aquesta suposició, quan se l'enuncia explícitament, té la forma d'una llei general de forma estadístico-probabilística; ..." (pàg. 370).

⁵ Popper, K. R.: 1980. *Die beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie. Aufgrund von Manuskripten aus den Jahren 1930-1937*. (Traducció castellana: *Los dos problemas fundamentales de la epistemología. Basado en manuscritos de los años 1930-1933*, Editorial Tecnos, s.a., Madrid, 1998, pàg. 204).

⁶ *Ibíd.*, pàg. 203.

⁷ *Ibíd.*, pàg. 202.

⁸ *Ibíd.*, pàg. 204. Vegeu III.2.1.

⁹ *Tractatus logico-philosophicus*, en proposicions 5.154 i 5.153 de la traducció castellana en Alianza Editorial Madrid, 5ª edic., 1981, pàg. 123.

¹⁰ Popper, K. R.: 1959. *Op. cit.*, pàg. 191.

¹¹ *Ibíd.*, pàg. 192, Nota 3. Aquest argument de la ganiveta de Landé apareix en Popper, 1982a, capítol IV, 29 (*90) i 30 (*91). També, una altra il·lustració com a argument a favor d'un atzar objectiu: l'anomenat 'billar romà', en 1982b (pàgs. 91-110 de la traducció castellana). Els texts de Alfred Landé esmentats per Popper són els següents:

'Probability in Classical and Quantum Theory', *Scientific Papers Presented to Max Born*, 1953, pp. 58 i ss. *Foundations of Quantum Theory*, 1955, pp. 3 i ss. *From Dualism to Unity in Quantum Physics*, 1960, pp. 3-8. *New Foundations of Quantum Mechanics*, 1965, pp. 29-32. *Ed.*

¹² Popper, K. R.: 1959. *Op. cit.*, Així, per exemple a les pàgs. 137-138, 140, 141, 155, 162, 197-198. També l'autor remet a les parts del *Post Scriptum* on anuncia aquesta nova interpretació.

¹³ Popper, Karl R.: 1956, 1982a. *The Open Universe. An Argument for Indeterminism. From the Post Scriptum to the Logic of Scientific Discovery*. Edited by W. W. Bartley III. (Traducció castellana: *El universo abierto. Un*

argumento a favor del indeterminismo. Post Scriptum a la La lógica de la investigación científica. Vol II. Edit. Tecnos, S. A., Madrid, 2ª edic., 1994, pàgs. 126-127).

¹⁴ Popper, K. R.: 1974b. 'Suppes's Criticism of the Propensity Interpretation of Probability and Quantum Mechanics', en Karl Popper, 'Replies to my Critics'. *The Philosophy of Karl Popper*, P. A. Schlipp (ed.), Open Court, La Salle, IL, pàgs. 1125-40, pàg. 1135. Amb *Ln* Popper es refereix a la classe de teories causals (vertaderes), o lleis deterministes de la natura.

¹⁵ Bunge, Mario: 1973. *Philosophy of Physics*, D. Reidel Publishing C., Dordrecht. (Traducció castellana: *Filosofía de la física*, Edit. Ariel, Barcelona, 2ª edic., 1982, pàgs. 91-92.

¹⁶ Settle, Tom: 1974. 'Peirce Versus Popper on Probability as Propensity', en *The Philosophy of Karl Popper*, P. A. Schlipp (ed.), Open Court, La Salle, IL, pàgs. 721-749, pàg. 723.

¹⁷ Popper, K. R. : 1956. 'The Propensity Interpretation of Probability'. *British Journal of Philosophy of Science*, 10, pàgs. 25-42.

¹⁸ Popper, K.R.: 1974a. *Unended Quest. An Intellectual Autobiography*. The Library of Living Philosophers, Inc. (Traducció castellana: *Búsqueda sin término. Una autobiografía intelectual*. Tecnos, Madrid, 1994, 3ª edició, pàg. 206).

¹⁹ Stegmüller, Wolfgang: 1970. *Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie Band II: Theorie und Erfahrung*, Springer-Verlag, Heidelberg. (Traducció castellana: *Teoría y experiencia*, Ariel. Barcelona, 1979, pàg. 245).

²⁰ Bunge, Mario: 1973. *Op. cit.*, pàg. 89.

²¹ Moltes vegades per a referir-nos a la 'situació' o 'situació física' també farem servir les expressions 'condicions generadores' que, al seu torn, pot ésser entesa com a 'preparatiu experimental'. Aquesta darrera expressió correspon a *arrangement* experimental i de vegades es costum traduir-la per 'disposició experimental'; aquesta expressió no la volem fer servir per a no sobrecarregar la ubiqüitat de la noció de 'disposició', perquè, en realitat, 'disposició experimental' no es refereix a 'disposició', sinó que és una expressió que vol dir 'ordenació'. En lloc de 'preparatiu' també podíem fer ús del mot 'dispositiu', potser la primera paraula accentua més el caràcter de direcció cap a un fi, de proximitat d'un esdeveniment. Volem, per tant, quan fem

ús de 'preparatiu' en lloc de 'dispositiu', inclinar el significat cap al sentit d'aptitud per a l'acompliment d'una determinada destinació constituïda pels resultats possibles, de manera que s'accentuï l'èmfasi en la realitat inserida en l'experiment que tenen aquestes possibilitats; i això malgrat que 'preparatiu' té una connotació més antropomòrfica o volitiva que 'dispositiu', però precisament aquesta 'volició' del 'dispositiu' com a 'preparatiu' vol d'alguna manera remarcar que la situació física conté les seves possibles realitzacions futures com a característica real de la seva constitució. Moltes vegades parlem del *preparatiu* experimental com un tipus d'experiment o el tipus experimental com a expressió crucialment diferenciadora de l'experiment vist com a manifestació, esdeveniment o realització. Encara continua essent vàlida l'expressió de 'experiment d'atzar'. També emprarem amb el significat de situació física (condicions generadores, preparatiu o tipus experimental o senzillament experiment d'atzar) l'expressió *chance set-up* o simplement *set-up*, que es podria traduir com a ordenació, arranjamant, atzarós o fortuït. Hem triat la següent caracterització de *chance set-up* de Bas C. van Fraassen, *The Scientific Image*, pàg. 181; vegeu també capítol VI.1.-1.

"...hem d'insistir que un model probabilístic no necessita ésser un model d'un experiment (realitzable per humans). Per això alguns autors parlen més aviat d'un *chance set-up*. O sia, com un experiment, llevat que pot ocórrer de manera espontània a la natura; així, qualsevol estat de coses amb resultats possibles. És un preparatiu experimental una persona que té una moneda llesta per a ésser tirada; també un mol-lusc a punt de sortir a la seva percaça diària d'aliments."

- ²² Popper, Karl R.: 1982b. *Quantum Theory and the Schism in Physics. From the Post Scriptum to the Logic of Scientific Discovery*. Edited by W. W. Bartley III. (Traducció castellana: *Teoría cuántica y el cisma en física. Post Scriptum a la La lógica de la investigación científica. Vol. III*. Edit Tecnos, S. A., Madrid, 2ª edic., 1992, pàg. 175-176). O també en Popper, 1977. *The Self and Its Brain*, traducció castellana, pàgs. 30-34, on es ressalta la relació amb la naturalesa emergent de la realitat que té d'una manera essencial aquesta caracterització propensional.
- ²³ *Ibid.*, pàg. 209.
- ²⁴ Popper, K. : 1957. 'The Propensity Interpretation of the Calculus of Probability, and the Quantum Theory' en S. Körner (ed.), *Observation and Interpretation*, Butterworths Scientific Publications, London, pp.65-70. Emprada la traducció castellana de 'Propensiones, probabilidades y la teoría cuántica' en *Popper. Escritos selectos*. David Miller (compilador), Fondo de Cultura Económica, México, D.F., 1995, pàgina, 218. Original en anglès: *Popper Selections*, Princeton University Press, 1985. Publicació original: *A Pocket Popper*, Fontana Paperbacks, London, 1983.)
- ²⁵ Rudner, Richard S.: 1966. *Philosophy of Social Science*. Prentice-Hall Inc. (Traducció castellana : *Filosofia de la Ciencia Social*. Alianza Madrid, 1980, 2ª edició, pàg.47).
- ²⁶ Bunge, Mario: 1973. *Op. cit.*, pàg. 89.
- ²⁷ Thompson, Ian J.: 1988. 'Real Dispositions in the Physical World', *Brit. J. Ph. Sci.*, 39, pàgs. 67-79, pàg. 72.
- ²⁸ *Ibid.*, pàg. 72.
- ²⁹ *Ibid.*, pàg., 72-73.
- ³⁰ *Ibid.*, pàg., 75.
- ³¹ Popper, K. R.: 1982b. *Op. cit.*, pàg. 178:
"L'univers en bloc de Parmènides. El no-res (el buit, l'espai desocupat) no pot existir: el món és ple, és un bloc. El moviment i el canvi són impossibles. Una imatge vertadera del món ha d'ésser racional, és a dir, basada en la deducció i en el principi de no-contradició."
- ³² Thompson, I. J.: *Op. cit.*, pàg., 71.
- ³³ *Ídem*
- ³⁴ *Ibid.*, pàg. 69.
- ³⁵ Popper, K. R.: 1983. *Realism and the Aim of Science*. Vol I del Postscript to 'The Logic of Scientific Discovery', Hutchinson, London, pàg. 397.
- ³⁶ Popper, K. R.: 1957. *Op. cit.*, pàg. 218.
- ³⁷ Popper, K. R.: 1983. *Op. cit.*, pàg. 356 [Les cursives són nostres]. En aquestes cites es troben expressades tant l'afirmació d'una teoria propensional de llarg termini com l'obligació de connectar aquesta teoria amb la *probabilitat* de la teoria del cas singular.
- ³⁸ Rudner, Richard S.: 1966. *Op.cit.*, pàg. 45.
- ³⁹ Hempel, C. G.: 1965, 1979. *Op. cit.*, pàg. 127.
- ⁴⁰ *Ibid.*, pàg. 130. Per a Popper, l'operacionalisme presenta definicions 'circulars', i els termes universals o *disposicionals* no és poden definir d'aquesta manera perquè transcendeixen l'*experiència* (*La lógica...*, p. 410).
- ⁴¹ Settle, Tom. W.: 1971. 'Peirce Versus Popper on Probability as Propensity' en *The philosophy of Karl Popper*, P. A. Schilpp (ed.), pàgs. 721-749, pàg. 729.
- ⁴² *Ibid.*, pàg. 741.
- ⁴³ Popper, K. R.: 1990. *A World of Propensities* (Traducció castellana: *Un mundo de propensiones*. Tecnos. Madrid, 1992, pàg. 30)

-
- ⁴⁴ *Ibíd.*, pàg. 31
- ⁴⁵ *Ídem.*
- ⁴⁶ *Ibíd.*, pàg. 26.
- ⁴⁷ *Ibíd.*, pàg. 28.
- ⁴⁸ Fetzer, J.H.: 1983. Probability and Objectivity in Deterministic and Indeterministic Situations, *Synthese*, 57, pàgs. 367-386, pàg. 383.
- ⁴⁹ Bunge, M.: 1973. *Op. cit.*, pàg. 89.
- ⁵⁰ Fetzer, J. H.: 1993. *Philosophy of Science*, Paragon House, New York, pàg. 95.
- ⁵¹ Popper, K. R. i Eccles, J. C.: 1977. *The Self and its Brain*. Springer-Verlag, Berlín, Heidelberg, New York. (Traducció castellana: *El yo y su cerebro*. Labor. Barcelona, 1982, pàg. 29).
- ⁵² Popper, K. R.: 1957. *Op. cit.*, pàg. 218-219.
- ⁵³ Bunge, M.: 1973. *Op. cit.*, pàg. 90.
"L'argumentació operacionalista popular que afirma que només els enunciats pragmàtics són significatius, de manera que les assignacions de significat requereixen d'una referència a operacions empíriques, es recolza sobre una confusió entre significat i verificació, confusió que fa temps fou aclarida pels filòsofs."(pàg. 88)
- ⁵⁴ *Ídem*
- ⁵⁵ Settle, T.: 1971. *Op. cit.*, pàg. 726.
La possibilitat de contrastació planteja un problema de demarcació que permet distingir les teories científiques:
"Pel 'problema de la demarcació' entenc el problema de donar amb un criteri mitjançant el qual puguem distingir els enunciats de la ciència dels enunciats no empírics. La meua solució consisteix a dir que un enunciat és empíric si hi ha conjuncions (finites) d'enunciats empírics singulars ('enunciats bàsics' o 'enunciats contrastadors') que el contradiguin. D'aquest 'principi de demarcació' se segueix la conseqüència que un enunciat purament existencial aïllat (per exemple: "En algun moment hi ha en alguna part del món una serp marina") no és un enunciat empíric, encara que naturalment, pot contribuir a plantejar la nostra situació problemàtica empírica." (*Popper, 1972, Objective Knowledge*. The Clarendon Press Oxford. (Traducció castellana: *Conocimiento objetivo*. Edit. Tecnos, S.A., Madrid, 4^a edic., 1992, pàgs. 24-25, nota 19)
- ⁵⁶ Bunge, M.: 1973. *Op. cit.*, pàg. 181.
- ⁵⁷ Popper havia considerat com la probabilitat absoluta una de les seves majors reserves a l'axiomatització de Kolmogorov (*Popper, 1974b, Replies to..*, pàgs. 1131-1132).
- ⁵⁸ Settle, Tom: 1971. *Op. cit.*, 735.
- ⁵⁹ Popper, K.: 1983. *Realism and the Aim of Science*. Vol I del Postscript to 'The Logic of Scientific Discovery', Hutchinson, London, pàg. 359.
- ⁶⁰ Popper, K. R.: 1956, 1982a. *Op. cit.*, pàg. 115.
- ⁶¹ Popper, K. R.: 1957. *Op. cit.*, pàg. 221.
- ⁶² Popper, K. R.: 1990. *Op. cit.*, pàg. 31.
- ⁶³ Popper, K. R.: 1974b. *Op. cit.*, pàg. 1130.
- ⁶⁴ *Ibíd.*, pàg. 1129.
- ⁶⁵ Popper, K. R. : 1982a: *Op. cit.*, pàg. 127.
- ⁶⁶ Tornarem a aquest tema de la 'irreductibilitat' de les disposicions i propensions en el capítol VIII.
- ⁶⁷ Thompson, Ian J.: 1988. *Op. cit.*, pàg. 72.
- ⁶⁸ *Ídem.*
- ⁶⁹ *Ibíd.*, pàg. 74-75.
- ⁷⁰ *Ibíd.*, pàg. 73.
- ⁷¹ *Ibíd.*, pàg. 75.
- ⁷² *Ibíd.*, pàg. 72.
- ⁷³ Salmon, W. C.: 1984. *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, Princeton University Press, pàgs. 202-205.
- ⁷⁴ Seguim una part de l'estudi de Salmon de la interactivitat causal, els exemples emprats són seus. No hem de deixar d'advertir que aquesta concepció salmoniana de la propensió no sembla ésser genuïnament disposicional..
- ⁷⁵ *Ibíd.*, pàg. 203.
- ⁷⁶ Salmon, W. C.: 1979. "Propensities. A Discussion Review. D. H. Mellor, 'The Matter of Chance'", *Erkenntnis* 14, pàgs. 183-216, p.212.
- ⁷⁷ Popper, K. R. i Eccles, J. C.: 1977. *Op. cit.*, pàg. 29, Nota 4.
- ⁷⁸ *Ibíd.*, pàg. 30.
- ⁷⁹ Settle, T.: 1971. *Op. cit.*, pàgs. 723, 731.

També, per a una confrontació de les teories disposicionalistes de la probabilitat de Peirce i Popper, es pot veure, per exemple: Richard W. Miller, 'Propensity: Popper or Peirce?', *The Br. J. For the Ph. of Sci.* vol 26, 1975, pàgs. 123-132. Aquest autor nega que es pugui reconciliar el punt de vista de Peirce amb el de Popper en la qüestió de la probabilitat de l'esdeveniment singular.

⁸⁰ Popper, K. R.: 1990, 1992. Op. cit., pàgs. 33-34. Vegeu més avall en exposar el canvi situacional.

⁸¹ Popper, K. R.: 1957. Op. cit., pàg. 219.

⁸² Les crítiques ressenyades en el capítol VI giren al voltant d'aquesta idea.

⁸³ Popper, K. R.: 1982a. Op. cit., pàg. 127.

⁸⁴ Popper, K. R.: 1982b. Op. cit., pàg. 176.

⁸⁵ Popper, K. R.: 1990. Op. cit., pàg. 34.

⁸⁶ *Ibíd.*, pàg. 30.

⁸⁷ *Ibíd.*, pàg. 51.

⁸⁸ *Ibíd.*, pàg. 37.

⁸⁹ Popper, K. R.: 1990, 1992. Op. cit., pàg. 27.

⁹⁰ Per exemple en K. R. Popper, 1977, 1982, Op. cit., pàg. 31.

⁹¹ Popper, K. R.: 1972. *Objective Knowledge*. The Clarendon Press Oxford. (Traducció castellana: *Conocimiento objetivo*. Edit. Tecnos, S.A., Madrid, 4ª edic., 1992)

⁹² Popper, K. R.: 1980. Op. cit., pàg. 297.

⁹³ Hume, David: *Treatise*. (Traducció castellana: *Tratado de la naturaleza humana*, vol 1, Editora Nacional, 1981, Madrid. Libro Primero, 'Del conocimiento y la probabilidad', Sección VI, 'De la inferencia de la impresión a la idea', pàgs. 195-196:

"En efecte, atès que s'aprecia que la transició des d'una impressió present a la memòria o als sentits, a la idea d'un objecte que denominarem causa o efecte, es troba fundada en l'experiència passada i en el record de la seva *conjunció constant*, ara s'haurà de preguntar si l'experiència produeix la idea mitjançant l'enteniment o la imaginació; si és la nostra raó allò que ens obliga a realitzar la transició, o si això es degut a una certa associació i relació de percepcions. Si fos la raó, procediria aleshores segons el principi que *casos dels quals no hem tingut experiència han d'ésser semblants a aquells casos en què sí n'hem tinguda, ja que la natura segueix uniformement el mateix curs*. Per tant, i a fi de dilucidar aquesta qüestió, examinarem tots els arguments on pugui suposar-se basada aquella proposició; i com que aquests hauran de derivar-se o del *coneixement* o de la *probabilitat*, atendrem a cadascun d'aquests graus d'evidència, per tal de veure si proporcionen cap conclusió vàlida en aquest sentit."

⁹⁴ Popper, K. R.: 1972. Op. cit., pàg. 87.

⁹⁵ *Ibíd.*, pàgs. 20-22. Sobre la *provisionalitat* de les nostres teories vegeu també l'*antinòmia de la cognoscibilitat del món* en 'XI. 3. 1.

⁹⁶ *Ibíd.*, pàg. 83.

⁹⁷ *Ibíd.*, pàg. 244.

⁹⁸ *Ibíd.*, pàg. 37.

⁹⁹ *Ibíd.*, pàg. 33-34. *Vid.* també el final de XI.3.1.

¹⁰⁰ Encara que poden resultar inquietants aquestes afirmacions:

"Resumint, hi ha molts mons actuals i possibles en els quals fracassarà la recerca de regularitats i el coneixement. Fins i tot en el món, del mode com el coneixem per les ciències, la presència de condicions en què pot sorgir -i prosperar- la vida i la recerca del coneixement sembla ésser gairebé infinitament improbable. Donar la impressió, a més, que, encara que sorgissin condicions d'aquest tipus en algun moment, estarien abocades un cop més a la desaparició després d'un període molt breu, cosmològicament parlant." (Popper, 1972, Op. cit., pàg. 34)

"També podem preguntar: ¿perquè tenim èxit en la nostra construcció de teories? Resposta: fins ara hem tingut èxit, però podem fracassar demà. Tot argument que mostri que hem de tenir èxit provarà massa. L'única cosa que podem fer és la conjectura que vivim en una part del cosmos on les condicions per a la vida i per a l'èxit de la nostra empresa cognoscitiva semblen ésser favorables de moment. Però si coneixem quelcom, *sabem també que a gairebé tota la resta de parts del cosmos són altament desfavorables les condicions per a la vida i el coneixement, ja que la cosmologia ens ensenya que el món està quasi en totes parts completament buit i quan no està buit, està gairebé sempre ardent.*" [*Les cursives són nostres*] (Popper, 1972, pàg.99)

També *vid.*, Nota 94, Capítol 8, corresponent a VIII.2.2. 'Raó filosòfica del concepte propensional'.

¹⁰¹ Popper, K. R.: 1972. Op. cit., pàg. 99. En 1959a, pàg. 409, Apèndix X, Popper considera que encara que no tinguem coneixement de l'existència de vertaderes lleis ens és suficient per a la *justificació de la nostra recerca de lleis* la nostra curiositat o la *nostra esperança en l'èxit*.

¹⁰² "Si la imatge del món traçada per la ciència moderna s'apropa d'alguna manera a la veritat -en altres pa-

raules, si posseïm quelcom així com un "coneixement"- llavors les condicions vigents a quasi-totes parts de l'univers fan quasi impossible el descobriment de lleis estructurals del tipus buscat i, per consegüent, l'assoliment del "coneixement científic". *La raó d'això és que quasi-totes les regions de l'univers estan plenes de radiacions còsmiques i les regions que queden estan quasi-totes ocupades per matèria en un estat de caos similar.* Malgrat això, la ciència ha aconseguit avançar miraculosament fins allò que, en la meua manera de veure-ho, constitueix la seva meta." (Popper, 1972. *Op. cit.*, pàg.191)

¹⁰³ *Ibíd.*, pàg. 22.

¹⁰⁴ *Ibíd.*, pàg. 92.

¹⁰⁵ *Ibíd.*, pàg. 39.

¹⁰⁶ *Ibíd.*, pàg. 27.

¹⁰⁷ *Ibíd.*, pàg. 243.

¹⁰⁸ *Ibíd.*, pàg. 39.

¹⁰⁹ *Ibíd.*, pàg. 82.

¹¹⁰ *Ibíd.*, pàg. 60.

¹¹¹ Els textos de Fetzer que han estat preferentment utilitzats són:

-1977. 'A World of Dispositions'. *Synthese* 34, pàgs. 397-421.

-1986. 'Methodological Individualism: Singular Causal Systems and their population manifestations'. *Synthese* 68, pàgs. 99-128.

¹¹² Fetzer, J. H.: 1986. *Op. cit.*, pàg. 101.

¹¹³ Fetzer, J. H.: 1981. *Scientific Knowledge*, D. Reidel Publishing Company, pàg. 34 .

¹¹⁴ *Ibíd.*, pàg. 28-29.

¹¹⁵ *Ibíd.*, pàg. 148. No podem deixar de recordar que deixem de banda altra controvèrsia, només estem sota l'acceptació implícita d'unes certes concepcions. Altre territori de conflicte on cap tota una gama de matisos; per exemple (i en divergència amb les nostres posicions):

"Sense dubte que hi ha trets realment accidentals de l'univers -el cas dels *moes* de Popper o el diàmetre de les peces d'or- i universalitats genuïnament còsmiques -la llei newtoniana de la gravitació-. Però en quina mesura el color dels corbs i de les llimones es troba relacionat amb altres conegudes regularitats per a la denominació d'aquells enunciats com a lleis vertaderes de la natura? Les molècules de llet, dispersades en aigua, mai no es tornaran a agrupar en el doll original: tenim gran confiança en afirmar aquest fet, no obstant això no és una llei de la natura.

Aquesta distinció entre generalitzacions accidentals i universalitats còsmiques es fa secundària, si depèn del grau d'interrelació amb altres regularitats conegudes. Hi ha casos clars, però són punts en un continu. En resposta a la nostra evidència de les investigacions reconeixem els casos que trobem al llarg d'aquell continu. Així, les nostres actituds epistemològiques hi juguen la seva part. L'èmfasi no hauria d'ésser si un cas falla la prova contrafàctica mentre un altre la supera. Això pot descriure's com un fenomen superficial, l'estructura profunda del qual resideix en el grau d'interrelació amb altres regularitats conegudes." [Friedel Weinert, 'Laws of Nature', *Philo. Naturalis Band 30 (1993) Heft 2*, pàgs. 147-171, pàgs. 167-168].

¹¹⁶ Popper, K. R.: 1959. *Op. cit.*, Apèndix X, pàg. 399.

¹¹⁷ *Ibíd.*, pàg. 403.

¹¹⁸ *Ibíd.*, pàg. 408.

¹¹⁹ *Ibíd.*, Apèndix X, pàg. 404. Popper advertí l'aspecte circular de la seva definició d'un enunciat necessari físicament (la qual cosa permet dir que és una llei de la natura) com a vertader en tots els mons que, com a molt, difereixen del nostre món en relació a les condicions inicials, atès que aquest *definiens* conté implícitament la idea de lleis de la natura, ja que es tracta de tots els mons que tenen la mateixa estructura que el nostre món, en el sentit de les mateixes lleis naturals. Però, la cosa important és que recull la idea habitual dels experimentadors de variació en les condicions inicials, i recorda com un aspecte circular d'aquest caire correspon a la naturalesa deductiva i en general a totes les definicions.

¹²⁰ En *La lògica...* (pàg. 409, Apèndix X) Popper suposa que el que ha suggerit inicialment la idea de 'connexió necessària' entre causa i efecte, que necessàriament ocorre una cosa perquè ha succeït una altra, és la conjectura que existeix una dependència lògicament necessària d'enunciats vertaders de major "profunditat" o universalitat. Això és, el condicional corresponent a un condicional nòmic se segueix amb necessitat lògica d'aquesta llei de la natura; i la necessitat de tota llei natural procedeix, al seu torn, de la seva deducció lògica des d'una llei amb un grau d'universalitat més elevat. Però la paraula 'necessari' merament indica la distinció entre la universalitat 'accidental' i la universalitat de les lleis o estructural.

¹²¹ *Ibíd.*, pàgs. 400-404. Donada la naturalesa conjectural del nostre coneixement, Popper comenta que mai no podem saber l'autenticitat d'una llei. No podem esbrinar tots els mons -ni tan sols la totalitat del nostre món- que difereixen del nostre món només en relació a les condicions inicials per tal de veure si la llei en qüestió "depèn, en realitat, de certes condicions inicials peculiars existents en la nostra zona de l'univers." (p.404) Cal,

llavors, una via negativa per on la necessitat d'una llei quedaria rebutjada quan trobéssim condicions inicials on no és vàlida.

¹²² Ibíd., Apèndix X, pàg. 407.

¹²³ Ibíd., pàg.406.

¹²⁴ Fetzer, J. H.: 1993. Op. cit., pàgs. 34-36.

¹²⁵ Fetzer, J. H.: 1981. Op. cit., pàg. 34.

¹²⁶ Popper: 1957. Op. cit., pàg. 218.

Aquesta versió castellana tradueix l'expressió '*experimental arrangement*' de la redacció original igualment per *disposición experimental* (al començament del fragment) i per *orden experimental* després. En canvi, hem fet la traducció per 'preparatiu experimental' (o simplement 'experiment' o 'situació experimental') sense usar dues expressions diferents per a '*experimental arrangement*'. L'expressió 'disposició experimental' produeix confusió, perquè la *disposició* (o propensió) és una propietat del *arrangement experimental*.

¹²⁷ Kyburg atribueix aquest fragment a Popper, 1957, *The Propensity of the Calculus of Probability, and the Quantum Theory*, pp. 88-9.

¹²⁸ Popper, K.: 1956. 'The Propensity Interpretation of Probability', *British Journal for the Philosophy of Science*, 10, pàgs. 25-42.

¹²⁹ Salmon, W. C.: 1979. Op. cit., pàgs. 183-216.

¹³⁰ Popper, K. R.: 1990, 1992. Op. cit., pàg. 28-29.

¹³¹ Per exemple en 1982b, Op. cit., pàgs. 90-91 i 99.

¹³² Com s'exposarà en el capítol VI.

¹³³ Sklar, L.: 1970. 'Is Probability a Dispositional Property?', *The Journal of Philosophy*, 67, pàgs. 355-366.

¹³⁴ Kyburg, Henry E.: 1974. 'Propensities and Probabilities', *British Journal for the Philosophy of Science* 25, vol. 25, pàgs. 359-375, pàg., 368.

¹³⁵ Ibíd., pàg. 368.

¹³⁶ Von Mises, Richard: 1961. *Probability, Statistics and Truth*. George Allen and Unwin Ltd., London, 2^a impressió, basada en l'edició alemanya de 1951. Publicació original en alemany per J. Springer, 1928.

Per a von Mises el principi de la impossibilitat d'un sistema de joc és el procediment que tenim per a saber que realment existeixen els col·lectius que satisfan el requisit de l'aleatorietat:

"... no hi ha sistema capaç de millorar les seves oportunitats de guanyar en el llarg termini, i.e., per a influir les freqüències relatives amb les quals apareixen diferents o números en una seqüència seleccionada de la seqüència total del joc. Aquesta experiència forma la base experimental de la nostra definició de probabilitat." (pàg.25)

Després de comentar una discussió de l'analogia d'això amb la conservació de l'energia en la física, von Mises termina:

"El fet que prediccions d'aquest tipus han estat repetidament verificades per l'experiència ens autoritza a assumir l'existència de fenòmens massa o esdeveniments repetitius als quals s'aplica el principi de la impossibilitat d'un sistema de joc."(pàg. 26,7)

¹³⁷ Kyburg, Henry E.: 1974. Op. cit., pàg. 368.

¹³⁸ Fetzer, J. H.: 1981. Op. cit., pàg. 55.

¹³⁹ Ibíd.,

"la forma bàsica d'una sentència legal sota la interpretació disposicional és la d'un *condicional subjuntiu*, el qual pot ésser representat per l'operador "força" no-extensional de la següent manera: (A)

$(x)(t)(Kxt \supset \chi xt)$; el qual afirma, 'Per a tot x i tot t , si x fos K en t , llavors x seria χ en t '; per exemple, «Per a tot x i tot t , si x fos or en t , llavors x seria mal·leable en t », ... "(pàg. 47)

Llavors continua Fetzer, un esdeveniment de tipus T causa l'ocurrència d'un esdeveniment de tipus O . El predicat χ pot ésser parcialment definit mitjançant les condicions de prova rellevant T^1, T^2, \dots i les apropiades respostes resultants ' O^1, O^2, \dots ' de la següent manera:

(B) x és χ en $t \stackrel{\text{def}}{=} (T^1 xt \supset_m O^1 xt^*) \cdot (T^2 xt \supset_n O^2 xt^*) \cdot \dots$; ("el condicional causal és *probabilístic*, i.e., és aplicable amb graus de força n els valors de la qual poden anar a través de forces estadístiques n variants de zero a u , i.e., ' \supset_n ', a força universal u , i.e., ' \supset_u ' (no confondre amb probabilitats de valor u), on l'apropiat valor numèric és determinat per la força de la disposició involucrada") Llavors (C) $(x)(t)[Kxt (T^i xt \supset_n O^i xt^*)]$; "el qual afirma, 'Per a tot x i tot t , si x fos K en t , llavors la força de la tendència disposicional per a x en t essent T^i per a la producció de x en t^* essent O^i és n ' "(pàg. 48)

"Diferenciem terminològicament entre sentències legals (siguin en la forma condicional subjuntiva o causal) i instanciacions de sentències d'aquest tipus a les quals després ens referirem com a "condicionals nomològics" (de forma condicional causal o subjuntiva). Posteriorment distingirem els dos tipus de condicionals nomològics com a "simple" i com a "causal", respectivament." (p.49)

¹⁴⁰ Kyburg, H. E.: Op. cit., pàg. 370.

¹⁴¹ Ibíd., pàg. 358-359.

- ¹⁴² *Ibíd.*, pàg. 362.
- ¹⁴³ Eells, Ellery: 1983. "Objective Probability Theory Theory". *Synthese* 57, pàgs. 433-434-435 i pàg.423.
- ¹⁴⁴ *Ibíd.*, pàgs. 434-435.
- ¹⁴⁵ *Ibíd.*, pàg. 417.
- ¹⁴⁶ Milne, Peter.: 1987. 'Physical Probabilities'. *Synthese* 73, pàgs. 329-359, pàg. 331.
- ¹⁴⁷ *Ibíd.*, pàg. 419.
- ¹⁴⁸ Fetzer, J. H.: 1981. Op. cit., pàg. 56.
- ¹⁴⁹ *Ibíd.*, pàg. 73.
- ¹⁵⁰ Eells, E.: 1983. Op. cit., pàg. 434.
- ¹⁵¹ *Ibíd.*, pàg. 425. I Fetzer, 1981, op. cit., pàgs. 56-58.
- ¹⁵² *Ibíd.*, pàg. 426. Fetzer, 1981, op. cit., pàgs. 56-58 i J. H. Fetzer i Donald E. Nute, 'Syntax, Semantics, and Ontology: A Probabilistic Causal Calculus', *Synthese* 40, 1979, pàgs. 453-495.
- ¹⁵³ Eells, E.: 1983. Op. cit., pàg. 426.
- ¹⁵⁴ Hempel, C. G. : 1965. Op. cit., pàg. 373.
- ¹⁵⁵ *Ibíd.*, pàgs. 375-376.
- ¹⁵⁶ *Ibíd.*, pàg. 371.
- ¹⁵⁷ Precisament, Hempel interpreta *disposicionalment* aquest tret nomològic.
- ¹⁵⁸ Fetzer, J.H.: 1993. Op. cit., pàg. 73.
- ¹⁵⁹ Fetzer, J.H.: 1974. A Single Case Propensity Theory of Explanation, *Synthese* 28, pàgs. 171-198, pàg. 190.
- ¹⁶⁰ Ídem.
- ¹⁶¹ Fetzer, J. H.: 1983. Op. cit., pàg. 383.
- ¹⁶² Fetzer, J. H.: 1974. Op. cit., pàg. 184.
- ¹⁶³ *Ibíd.*, pàg. 186.
- ¹⁶⁴ *Ibíd.*, pàg. 184. També, Fetzer, 1981, Op. cit., pàgs. 129-131.
- ¹⁶⁵ Eells, E.: 1983. Op. cit., pàg. 422.
- ¹⁶⁶ *Ibíd.*, pàg. 423.
- ¹⁶⁷ *Ibíd.*, pàgs. 435-436.
- ¹⁶⁸ Milne, Peter: 1987. Op. cit., pàg. 332.
A més a més, per a Milne, la teoria PCS dona opció per a permetre robar a les propensions la seva essència disposicional o "disponibilitat", perquè des d'una teoria PCS té sentit afirmar probabilitat en una *chance set-up* únic, en el sentit de no repetible, aïllat, que només existeix en un assaig singular. Milne entén que això implica la impossibilitat de manifestació repetida, que trauria (en opinió d'aquest autor) a la propensió la seva naturalesa disposicional. Una disposició expressa la seva capacitat (fins i tot, encara si mai no arriba l'ocasió per a la seva manifestació) per a ésser repetidament manifestada.
- ¹⁶⁹ Eells, E.: 1983. Op. cit., pàg. 419.
- ¹⁷⁰ Fetzer, J. H.: 1981. Op. cit., pàgs. 77-78.
- ¹⁷¹ Eells, E.: 1983. Op. cit., pàgs. 434-435.
- ¹⁷² *Ibíd.*, pàgs. 436, 437.
- ¹⁷³ *Ibíd.*, pàg. 434.
- ¹⁷⁴ *Ibíd.*, pàgs. 429-430.
- ¹⁷⁵ *Ibíd.*, pàgs. 431-432 i 433.
- ¹⁷⁶ *Ibíd.*, pàg. 435.
- ¹⁷⁷ Milne, P.: 1987. Op. cit., pàg. 333.
- ¹⁷⁸ Eells, E.: 1983. Op. cit., pàg. 435.
- ¹⁷⁹ Ídem.
- ¹⁸⁰ Milne, P.: 1987. Op. cit., pàg. 332.
- ¹⁸¹ Milne, P.: La propensió és un universal, una propietat física, i la segona és un nombre. Diu Milne que això és similar a la diferència entre angle i la seva grandària, això darrer és un nombre, la raó de dues longituds, (*Ibíd.*, pàg. 331-332).

Capítol 4.

¹ Fetzer, James H.: 1993. *Philosophy of Science*. Paragon House, New York, pàgs. 93-95.

² En aquest apartat seguim l'argumentació de Humphreys, P.: 1985. 'Why propensities cannot be probabilities. *The Philosophical Review*, vol. XCIV, núm.4, pàgs. 557-570.

³ Popper, K. R.: 1959. *The Logic of Scientific Discovery*. Hutchinson 6 Co. Ltd., London. (Traducció castellana: *La lógica de la investigación científica*, Edit. Tecnos, Madrid, 8ªreimpresión, 1990. Vegeu Nota 7 cap. 3.

⁴ *Ibíd.*, pàg. 197 Nota *2.

⁵ Humphreys, P.: 1985. Op. cit. en Nota 2, pàg. 558.

Humphreys dona uns exemples de l'efecte asimètric de la causalitat inserida en les disposicions tant deterministes com indeterministes:

Com exemple d'una disposició determinista tradicional tenim la del vidre d'una finestra per a trencar-se quan es colpeja per un objecte pesat, on la asimetricitat es palesa perquè la finestra no té cap disposició a ésser colpejada per l'objecte pesat quan es trenca. Un altre exemple: la propensió del meu veí a cridar a la seva esposa en els dies calorosos de l'estiu; hi ha asimetricitat en el fet que el que el meu veí estigui de mal humor (la seva disposició causada en dies calorosos) no afecta la climatologia (no és cert que hi hagi una disposició a la producció d'una temperatura d'uns 40° al voltant del meu veí sota la condició del seu mal humor). D'altra banda tenim que sota la circumstància de l'efecte fotoelèctric, són emesos electrons per una làmina de metall. Però és una qüestió indeterminista si un electró particular serà emès o no. Per consegüent, es diu que, sota la condició que un metall sigui exposat a la llum amb una freqüència per sobre d'algun valor llindar, hi ha un propensió, amb un cert valor, per a l'emissió d'un electró. Però no podem en termes disposicionals dir que sota la condició que un electró estigui essent emès, hi ha un valor propensional de la làmina de metall a ésser exposada a aquella radiació.

⁶ Meixner, Uwe: 1993. 'Propensity and Possibility', *Erkenntnis* 38, pàgs. 323-341, Nota 2, pàg. 338.

⁷ Salmon, W.C.: 1984. *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*. Princeton University Press, pàgs. 204-205.

En conseqüència amb la nota anterior (116) es té una inadequació de les propensions per a ésser tractades amb probabilitats condicionals; n'oferim un exemple tret de Salmon, Op. cit., pàg. 205 (També, un altre en 1979, p. 214): En un taller hi ha dues màquines. La màquina A produeix al dia aproximadament 1000 unitats de les quals hi ha un percentatge de defectuoses del 2,5%; és a dir, aquesta màquina A té una propensió de 0,025 per produir unitats defectuoses. La màquina B produeix 10.000 unitats per dia amb una mitja d'un 1% d'unitats defectuoses, llavors la seva propensió respectiva és de 0,01. Ens posem en la situació de futur on a la fi del dia col·locades totes les unitats fallides en una caixa n'extraem una a l'atzar i plantejem la qüestió de la seva probabilitat d'ésser producte de la màquina B. Aplicant-hi una propensió de 0,8 d'haver estat produïda per la màquina B. Però això no sembla gens satisfactori.

Salmon, W. C.: 1979. "Propensities. A Discussion Review. D. H. Mellor, 'The Matter of Chance'", *Erkenntnis* 14, pàgs. 183-216, pàg. 213, 4.

"Donades les adequades probabilitats "directes" podem, per exemple, fer servir el teorema de Bayes per a calcular la probabilitat d'una causa particular d'una mort". Tenim un conjunt de probabilitats que permeten deduir que la probabilitat per a una determinada persona de la seva mort com a resultat d'un tret que li travessa el cap és de 3/4. Resulta estrany dir que el mort té una propensió de 3/4 per a haver tingut el seu crani perforat per una bala."

⁸ Humphreys, P.: 1985. Op. cit., pàg. 559.

Com que les propensions, en la seva condició de tendències causals cas singular, no són probabilitats -en el sentit de satisfer axiomes estàndard com és el cas del teorema de Bayes- perquè la seva 'directedness' causal no pot ésser adientment representada com a probabilitat condicional, Fetzer* desenvolupa un càlcul formal adequat a aquest reconeixement de la asimetria de les relacions causals i que qualifica** com l'únic sistema formal que reflecteix la 'directedness' causal de les propensions com a tendències causals *single-case*. També assenyala que per a la confecció del seu càlcul fou fonamental la noció que *les propensions no són probabilitats*, però que tal idea no tingué reconeixement general abans de la publicació de l'article de Humphreys en 1985.

⁹ Fetzer, J. H.: 1981. *Scientific Knowledge*, D. Reidel Publishing Company, pàg. 72.

¹⁰ Humphreys, P.: 1985. Op. cit., pàgs. 569-570.

¹¹ Giere, Ronald N.: 1976. 'A Laplacean Formal Semantics for Single-Case Propensities'. *Journal of Philosophical Logic* 5, pàgs. 321-353, pàgs. 326-327.

¹² En afrontar la consistència de la identificació de la probabilitat amb la freqüència relativa, van Fraassen (*The Scientific Image*, 1980, pàgs. 181-187) explica que la freqüència relativa límit no és comptablement additiva (G. Birkhoff, *Lattice Theory*, Providence, American Mathematical Society, 1940, cap. XII, sec. 5, i B. De Finetti, *Probability, Induction, and Statistics*, Wiley and Sons, New York, 1972, secc. 5.22) no és un camp Borel, i que segons certs resultats no és un camp (B. de Finetti, *Ibid.*, secc. 5.8, i P. Suppes, *Set-Theoretical Structures in Science*, ciclostilat, Stanford, 1967). Encara que la versió de R. von Mises (*Mathematical Theory of Probability and Statistics*, New York, 1964, pàgs. 18-20) permet afirmar que "la identificació de la probabilitat amb la freqüència relativa és lògicament consistent si es limita a classes d'esdeveniments especialment restringides" (pàg. 186), això, per a van Fraassen, no és suficient per a una interpretació de la probabilitat.

Sobre l'additivitat comptable en la probabilitat subjectiva: l'esmentada obra de B. de Finetti, i sobre la teoria de la probabilitat amb la teoria quàntica diversos treballs en poden ésser exemples: A. Fine, 'Probability and the Interpretation of Quantum Mechanics', *British Journal for the Philosophy of Science* 24 (1973), pàgs. 1-37; Olivier

- Costa de Beauregard, 'Space-Time and Probability: Classical and Quantal, en *The World View of Contemporary Physics. Does It Need A New Metaphysics?*, edited by Richard F. Kitchener, pàgs. 105-124; W. Stegmüller, *Teoría y experiencia*, 'Apèndice. Inconsistència probabilística de la física quàntica i de la lògica quàntica', pàgs. 487-514.
- ¹³ Kolmogorov, A. N.: 1956. *Foundations of the Theory of Probability*, New York: Chelsea, pàg. 5.
- ¹⁴ Skyrms, Brian: 1980. *Causal Necessity. A pragmatic Investigation of the Necessity of Laws*. Yale University Press, pàg. 30, [tot en cursives en l'original].
- ¹⁵ *Ibíd.*, pàg. 31.
- ¹⁶ Giere, R. N.: 1979. 'Propensity and Necessity', *Synthese* 40, pàgs. 439-451, pàg. 449.
- ¹⁷ No és un objectiu donar un aclariment de precises definicions de *realisme*. Podem conformar-nos-hi amb les següents paraules de Popper: "Penso que hi ha bones raons per a conjecturar que el nostre món existí molt abans de l'existència de plantes i animals, i que hi ha fets increïbles d'emergència i evolució." (Karl Popper, 1974b. 'Suppes's Criticism of the Propensity Interpretation of Probability and Quantum Mechanics', en Karl Popper, *Replies to my Critics. The Philosophy of Karl Popper*, P. A. Schlipp (ed.), Open Court, La Salle, IL, pàgs. 1125-40, pàg. 1140). Com és costum en Popper, ell no afronta tasques definicionals: "Així doncs, encara que estic aquí a favor del *realisme* en física, no penso definir "realisme" ni "realitat". (1982b. *Quantum Theory and the Schism in Physics. From the Post Scriptum to the Logic of Scientific Discovery*. Edited by W. W. Bartley III. (Traducció castellana: *Teoría cuántica y el cisma en física. Post Scriptum a la La lógica de la investigación científica. Vol. III*. Edit Tecnos, S. A., Madrid, 2ª edic., 1992, pàg. 67)
- ¹⁸ Giere, R. N.: 1979. Op. cit., pàg. 448.
- ¹⁹ Fetzer, J. H.: 1981. Op. cit., pàg. 122.
- ²⁰ Giere, Ronald N.: 1976. Op. cit., pàg. 327. L'obra assenyalada de Bruno de Finetti és *Theories of Probability*, Academic Press, New York, 1974.
- ²¹ Salmon, W. C.: 1984, Op. cit., pàgs. 203-205 i 1979, Op. cit., pàgs. 213-214.
- ²² Salmon, W. C.: 1979. Op. cit., pàg. 214.
- ²³ Milne, Peter: 1986. 'Can There Be a Realist Single-Cas Interpretation of Probability?' *Erkenntnis* 25, pàgs. 129-132.
- ²⁴ Encara que, segons Milne, els propensionalistes ho podrien mantenir de la següent manera: ja que en aquell informe:
"una distribució de probabilitat és una funció d'un argument simple des d'un àlgebra de resultats possibles -l'espai de successos- en el interval tancat [0,1]. Les probabilitats condicionals s'introdueixen, com a termes definits, per parelles d'elements de l'espai de successos. Les probabilitats de causes, probabilitats d'hipòtesis, probabilitats inverses no entren en consideració. Els exemples tradicionals per a aquest informe són els jocs d'atzar. Que els valors numèrics de les probabilitats atribuïts als elements de l'espai de successos hagin de dependre de les condicions generadores que donen lloc als resultats possibles és una qüestió interpretativa no reflectida en el càlcul formal matemàtic." (pàgs. 129-130, Milne, 1986, op. cit.)
- ²⁵ Popper, K. : 1957. The Propensity Interpretation of the Calculus of Probability, and the Quantum Theory' en S. Körner (ed.), *Observation and Interpretation*, Butterworths Scientific Publications, London, pp.65-70. Emprada la traducció castellana de 'Propensiones, probabilidades y la teoría cuántica' en *Popper. Escritos selectos*. David Miller (compilador), Fondo de Cultura Económica, México, D.F., 1995, pàgina, 219. Original en anglès: *Popper Selections*, Princeton University Press, 1985. Publicació original: *A Pocket Popper*, Fontana Paperbacks, London, 1983.)
- ²⁶ Milne, P.: 1986. Op. cit., encara que " les probabilitats condicionals no plantegen problemes per a una teoria que interpreti les probabilitats com a propensions per a produir freqüències de llarg termini..." (pàg. 131)
- ²⁷ Popper, K. R.: 1959. Op. cit., pàg. 197.
- ²⁸ *Ídem*
- ²⁹ *Ibíd.*, pàg. 192.
- ³⁰ *Ibíd.*, pàg. 192, Nota *2.
- ³¹ *Ídem*.
- ³² Popper, K. R.: 1974a. *Unended Quest. An Intellectual Autobiography*. The Library of Living Philosophers, Inc. (Traducció castellana: *Búsqueda sin término. Una autobiografía intelectual*. Tecnos, Madrid, 1994, 3ª edició, pàg. 201).
- ³³ Giere, Ronald N.: 1976. Op. cit., pàg. 348.
- ³⁴ Fetzer, J. H.: 1993. Op. cit., pàg. 89.
- ³⁵ Popper, K. R.: 1974a. Op. cit., pàg. 201.
- ³⁶ Popper, Karl R.: 1982b. *Quantum Theory and the Schism in Physics. From the Post Scriptum to the Logic of Scientific Discovery*. Edited by W. W. Bartley III. (Traducció castellana: *Teoría cuántica y el cisma en física. Post Scriptum a la La lógica de la investigación científica. Vol. III*. Edit Tecnos, S. A., Madrid, 2ª edic., 1992, pàg. 89). Per cert, aquesta concreció de la qüestió de la probabilitat en la problemàtica de les seves

interpretacions realistes/no-realistes, sense cap esment introductori, encara que sigui ornamental, a un intent definicional, no només és resultat de l'especificitat de l'àrea acotada, cosa que permet ometre detalls no gaire útils, sinó també d'una aversió definicional popperiana expressament defensada en altres llocs. Per exemple:

"Si els *concepts* són relativament poc importants en comparació, les *definicions* han d'ésser també poc importants. Així doncs, encara que estic advocant en favor del realisme en física, no penso definir 'realisme' ni 'realitat'."(Ibíd., pàg. 67)

"Així, allò que és 'observable' depèn sempre de la teoria que fem servir. Tanmateix, hom no hauria, un cop més, de discutir sobre les paraules; ni més ni menys sobre la paraula 'observable' que sobre la paraula 'real'. Les definicions, com de costum, no ens porten a cap lloc".(Ibíd., pàg. 104)

³⁷ Popper, K. R.: 1983. *Realism and the Aim of Science*. Vol I del Postscript to 'The Logic of Scientific Discovery', Hutchinson, London, pàg. 360.

³⁸ Ibíd., pàg. 361.

³⁹ Popper, K. R. : 1982b. Op. cit., pàg. 177.

⁴⁰ Giere, Ronald N.;1976 Op. cit., pàg. 332.

⁴¹ Popper, K. R.: 1982b, Op. cit., pàg. 222.

⁴² Ibíd., pàg. 123.

⁴³ Ibíd., pàg. 212.

⁴⁴ Ibíd., pàg. 209.

⁴⁵ Eells, Ellery: 1983. "Objective Probability Theory Theory". *Synthese* 57, pàgs. 434-435, pàgs. 438-439

⁴⁶ Popper, K. R.: 1982b. Op. cit., pàg. 89.

⁴⁷ Milne, Peter: 1987. 'Physical Probabilities'. *Synthese* 73, pàgs. 329-359, pàg. 347-348. Milne argumenta a favor de 'probabilitats físiques' en contra de la utilitat de la seva reducció a quantitats subjectivament acceptables, fins i tot per als casos dels usos quotidians de les probabilitats ("jocs d'atzar, apostes, càlcul d'atzars per a esdeveniments diaris."(p.347)).

⁴⁸ Suppes, Patrick: 1987. 'Some Further Remarks on Propensity: Reply to Maria-Carla Galavotti', *Erkenntnis* 26, pàgs. 369-376, pàg. 375.

⁴⁹ Ídem

⁵⁰ Ibíd., pàg. 371.

⁵¹ Galavotti, Maria Carla: 1987. 'Comments on Patrick Suppes "Propensity Interpretations of Probability"', *Erkenntnis* 26, pàgs. 359-368.

⁵² Milne, P.: 1987. Op. cit., pàg. 341.

⁵³ Ibíd., pàg. 342.

⁵⁴ La diferenciació de la prova-esdeveniment del preparatiu o tipus d'experiment és un argument crític contra les disposicions, com es mostrarà en el Cap. VI.

⁵⁵ Giere, R. N.: 1979. Op. cit., pàg. 443.

⁵⁶ Ibíd., pàg. 440.

⁵⁷ Ibíd., pàg. 444.

⁵⁸ Ídem

⁵⁹ Sapiro, David: 1991. 'General Causation', *Synthese* 86, pàgs. 321-347.

⁶⁰ Fetzer, J. H.: 1981. Op. cit., pàg.121.

⁶¹ Ibíd., pàg. 123.

⁶² Ibíd., pàg. 116:

"... recomanaré quatre *desiderata* que ha de satisfer una adequada interpretació de la probabilitat estadística; és a dir, tal concepció *ha* d'imaginar aquestes probabilitats (i) com a disposicions estadístiques cas singular (ii) que atribueixen connexions causals no-extensionals (iii) a preparatius experimentals apropiadament especificats, on (iv) queda traçada una distinció entre tendències disposicionals de força estadística i tendències disposicionals de força universal *u*."

⁶³ Sens dubte, alguns autors no serien d'aquesta opinió; això semblaria, per exemple, en Peter Milne. Ell no aposta per la identificació entre probabilitats i tendències causals.

"Un esdeveniment pot tenir probabilitat zero i no obstant això no ésser impossible. Les distribucions contínues, tantes vegades usades en estadístiques, són una font disponible de aquests esdeveniments. Aparentment, no hi ha tendència causal que assenyali l'ocurrència de cap d'aquests esdeveniments; però passa que succeeixen. Això no ajuda gens ni mica a assenyalar quins intervals de punts tenen probabilitats que no són de valor zero, perquè llavors no hi ha tendència causal per a instanciar qualsevol valor puntual singular en el interval, però resulta que hi ha una tendència causal per a algun valor en el interval per a ésser instanciat -i això depèn només del fet que el nombre de punts en el interval sigui prou gran (incomptablement infinit). Excloure les densitats de probabilitat de l'estadística és filosòfica lesa majestat en el pitjor dels casos. Introduir probabilitats infinitesimals no alleuja la dificultat, perquè llavors cap valor singular té una tendència finita per a la seva ocurrència, però hi ha una tendència finita

perquè algun valor en el interval hagi d'ocórrer. Intuïtivament, petites causes no es combinen per a la formació d'una causa gran. Més aviat, els efectes de petites causes poden agregar-se per a la creació d'un gran efecte. *La probabilitat es presenta no per ésser ella mateixa una tendència causal, sinó a tot estirar una mesura dels efectes de tendències causals diverses.*” (1987. Op. cit., pàg. 343, *cursives són nostres*).

⁶⁴ Sapire, D.: 1991. Op. cit., pàg. 337.

⁶⁵ Popper, K. R.: 1990. *A World of Propensities. Un mundo de propensiones*. Edit. Tecnos, Madrid, 1992, pàg. 43. També fa la mateixa afirmació en la il·lustració de la noció propensional mitjançant la de força: “Les propensions poden, en el límit, esdevenir forces newtonianes. Això és el límit “causal” de les propensions iguals a 1.” (Karl Popper, *Replies to my Critics*, pàg. 1130)

⁶⁶ Popper, K. R.: 1990. Op. cit., pàgs. 31-32.

És a dir, propensió zero significa el valor per a la força d'un esdeveniment que no forma part de l'espai de resultats, on s'implanta una distribució de probabilitats. Popper (pàgs. 378-384) usà la denominació ‘problema del pont’ entre les hipòtesis probabilistes i les freqüències relatives contrastadores per a una de les dues formes (l'altra concerneix a la contrastabilitat dels enunciats probabilistes (vegeu VII.3.)) que pren una paradoxa de la teoria de la probabilitat presentada en el fet de l'ocurrència efectiva però rara dels successos assenyalats en el principi de Cournot, formulat com que “els successos la probabilitat dels quals és molt petita són pràcticament impossibles.”(p.379)

Només sota una interpretació freqüencial, en la deducció d'enunciats freqüencials a partir d'enunciats probabilístics, mitjançant l'ús dels teoremes de Bernoulli o de Poisson s'adopta ja, analitza Popper, una interpretació freqüencial (l'axioma del límit) per a la qual ja es necessita tota la teoria freqüencial, atès que es necessita algun principi auxiliar (*ad hoc*) que afirmi que un succés amb una probabilitat *molt propera a 1* implica la seva ocurrència en *quasi-totes* les repeticions de l'experiment. Aquest tipus d'afirmació es pot fer per a una seqüència *infinita, i.e.*, per tant requereix de l'aplicació del concepte de límit.

La interpretació freqüencial de la probabilitat que segueix la perspectiva de von Mises afirma que la *probabilitat* d'un succés significa el *límit* de la freqüència dels successos d'aquell tipus dins *quasi-totes* les seqüències d'un conjunt *infinit* de seqüències aleatòries. L'afinament de la perspectiva freqüencial límit conté la idea de conjunts de conjunts de seqüències (característica que Kyburg considerarà el desenvolupament natural i adequat de la teoria de von Mises).

Encara sota una visió freqüencial la distribució de probabilitat té sentit en relació a un conjunt de seqüències de referència, constituït per *totes* aquelles seqüències de referència que pertanyen a aquella classe de seqüències amb una mateixa distribució. Aquest ‘conjunt de referència’ de seqüències de referència inclou seqüències anormals, les freqüències de les quals estan desviades de les freqüències que convergeixen amb el valor de la probabilitat. Aquesta interpretació freqüencial, en termes de les freqüències de *quasi-totes* les seqüències, de la teoria neoclàssica no pot usar-se com una explicació de la probabilitat. Popper considera que aquell enunciat que defineix la probabilitat com el límit freqüencial és una interpretació possible però insatisfactòria, perquè encara requereix d'un substrat probabilista que, per tant, no interpreta i, al contrari, del qual sembla dependre; el que fa l'enunciat freqüencial definidor de la probabilitat és traduir un enunciat probabilista sobre ‘mesura zero’ com ‘quasi-tot’, és a dir, en últim terme segueix relatiu a la suposició d'una distribució de probabilitat inicial on es constitueix aquella mesura.

En canvi, adverteix Popper, sota una teoria neoclàssica no s'amaga, sinó que constitueix el seu tret essencial, que podem parlar de probabilitats o de mesures només en relació amb un espai de resultats on s'erigeix una distribució fonamental, es requereix de l'establiment d'aquesta distribució de probabilitats per a poder dir quelcom sobre alguna mesura d'un conjunt de seqüències. On la teoria freqüencial és una espècie de ‘primera aproximació’ a una teoria neoclàssica que és més general que la freqüencial i que la conté. Al ‘conjunt de referència’ se li assigna la mesura un i al ‘conjunt excepcional’, la mesura zero. Aquest conjunt excepcional té aquella mesura respecte a una distribució inicial (per a una altra diferent, *i.e.*, disposada en un espai diferent, el conjunt de mesura un es podria convertir en el de mesura zero).

Com aspecte principal de la nova teoria Popper destaca la seva atribució de genuïnes probabilitats de cas singular. Llavors, la probabilitat assignada al succés individual concorda amb el límit freqüencial en *quasi-totes* les seqüències; però, en l'observació d'alguns segments, hi pot haver una radical divergència freqüencial.

En aquesta nova derivació de la teoria freqüencial (de la llei forta dels grans nombres i del teorema que exclou els sistemes de joc; lleis que expressen la convergència i l'aleatorietat) a partir de la teoria neoclàssica, aquells enunciats freqüencials es deriven amb una probabilitat *exactament* igual a 1 i no amb una probabilitat *pròxima* a 1. Aleshores no es poden presentar ocurrències que siguin contraexemples reals a la teoria, si tenen probabilitat *igual* a zero i no merament *pròxima* a zero.

Per tant, conviuen les dues afirmacions. La que afirma la possibilitat d'observat seqüències que presenten un valor freqüencial molt divergent de la probabilitat assignada en el succés individual segons la distribució de probabilitat, i la probabilitat zero de trobar aquestes seqüències anòmales; una probabilitat zero (o mesura

zero) que "significa, en el cas dels successos aleatoris, una probabilitat que pot menysprear-se com si fos una impossibilitat."(p.380) I és que en la nova definició que Popper defensa, probabilitat significa *quelcom relacionat amb la freqüència, però no s'assegura una connexió precisa*, perquè l'axioma del límit i el d'aleatorietat tenen una validesa limitada als casos que tenen una mesura un.

Popper afirma que la resposta que proposa com a resolució a aquell problema de la teoria de la probabilitat ofereix alhora un *pont* entre la probabilitat i la freqüència. Es tracta de la substitució de certs teoremes del límit en la teoria neoclàssica "per teoremes que mostren que certs conjunts tenen la mesura zero (o la mesura u)".(379) donada la crítica a la interpretació subjectivista (sobretot en el seu fracàs en la teoria de la independència), es requereix d'una interpretació objectiva per a la construcció del pont entre la teoria clàssica i l'estadística. La freqüencial no pot ésser el pont cap a si mateixa. Si no hi ha més interpretacions objectives que la freqüencial i la propensional, és aquesta darrera la que constitueix aquell pont a través del qual "la teoria freqüencial és quasi deduïble" de l'enfocament de la mesura teòrica."(p.347), perquè "la millor manera d'interpretar una probabilitat singular que "quasi entranya" una freqüència, és interpretar-la com a propensió física." (p.347) [Karl. R. Popper. 1983. Op. cit.]

⁶⁷ Bunge, Mario: 1959. *Causality. The place of the causal principle in modern science*. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press. (Traducció castellana: *Causalidad. El principio de causalidad en la ciencia moderna*. Eudeba Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1961, pàgs. 15-42).

⁶⁸ Lucretius Carus, Titus: *De rerum natura. De la Naturaleza*. Bosch, Casa Editorial, S. A., 1985 Barcelona, pàg. 76:[285] "(...) de nilo quoniam fieri nil posse uidemus." [295] "Nam neque adaugescit quicquam neque deperit inde[de la matèria]."

⁶⁹ Bunge, Mario: 1959. Op. cit. A fi de caracteritzar que la *determinació* en ciència no correspon pròpiament a allò que anomena 'determinació causal' per la seva manca de 'productivitat', Bunge mostra exemples de relacions que expressen una connexió necessària entre propietats (qualitats i disposicions) d'un objecte físic, per exemple, "el valor numèric d'una de les propietats és *determinat* pels valors de la propietat que participa de la relació."(pàg. 22) Però això no és suficient per a reflectir una relació causal, perquè les qualitats i les disposicions dels objectes físics no tenen tret productiu com a característica pròpia, com sigui que no són agents externs o esdeveniments físics; amb això, aquesta determinació, si bé com també resulta una característica del vincle causal, denota connexió constant o invariable i unívoca, no expressa l'activitat i la productivitat inserides en la causació, i, per tant, no constitueixen lleis causals. Però la *determinació causal*, com la *determinació mecànica*, són només tipus -cadascú amb la seva rèplica ontològica corresponent- del concepte de *determinació* en sentit ampli o general, que Bunge també anomena '*producció legal (o nomogènesi)*'.

⁷⁰ Resulta palès que aquesta concepció del 'indeterminisme' no és la usual reflectida en la caracterització de Bunge: "La doctrina indeterminista nega tot vincle legal entre esdeveniments i qualitats; en particular no reconeix l'existència de lligams causals i afirma que els esdeveniments ocorren i res més, i que les qualitats són tan sols idiosincràsies, o característiques que, essent aïllades, podrien haver estat diferents. No sembla que aquest desenvolupament extrem de l'empirisme hagi estat sistemàticament defensat per ningú."(p.41), 1959, Op. cit.

En canvi, sí que segueix el tarannà de la concepció que de l'indeterminisme en té Popper i que queda reflectida en la seva teoria propensional, i.e., un indeterminisme sense negació d'una certa dependència causal que doni compte de l'ordre o de les regularitats, però sense la predeterminació determinista del futur en el passat (minvant la idea de canvi o d'emergència):

"L'única cosa que afirma l'*indeterminisme* -o, més exactament, l'*indeterminisme físic*- és que *no tots* els esdeveniments del món físic són predeterminats amb absoluta precisió en tots els seus detalls infinitesimals. Al marge d'això, resulta compatible pràcticament amb qualsevol grau de regularitat que es desitgi i, per tant, no implica l'opinió que hi hagi "esdeveniments" sense "causes", per la senzilla raó que les paraules "esdeveniments" i "causes" són suficientment vagues com per a permetre la compatibilitat de l'indeterminisme físic amb la doctrina que tot esdeveniment té una causa. Enfront del determinisme físic, que exigeix una predeterminació física completa i infinitament precisa sense *cap* excepció, l'indeterminisme físic només afirma que el determinisme és fals i que *almenys* hi ha, aquí i allà, algunes excepcions a la determinació precisa.

Per tant, fins i tot la fórmula "Tot esdeveniment *físic* observable o mesurable posseeix una causa física observable o mesurable" segueix essent compatible amb l'indeterminisme físic, per la senzilla raó que cap mesura pot ésser infinitament precisa. "(p.205-206, 1972, *Conocimiento objetivo, Cap.6*)

La noció de propensió com la noció causal bàsica es correspon amb la idea de Popper on a les diferents propensions corresponen condicionals subjuntius diferents; els condicionals subjuntius que expressen l'anomenada "necessitat física o natural" en són un cas especial (Popper, 1974b *Replies to ...*, pàg. 1136).

⁷¹ (i) $0 < P(A) < 1$;

(ii) $P(A \cup B) = P(A) + P(B)$ per als esdeveniments A i B mútuament
exclusius en &;

(iii) $P(\&) = 1$.

' $P(A)=r$ ' significarà 'la probabilitat d'una ocurrència d'un esdeveniment de tipus A que succeeix com un resultat donada una ocurrència o realització de $\$$ és r '.

⁷² $s(A)$ és la funció sobre els subconjunts de $PR(C)$ definida abans; $p(A)$ és la força de la propensió de C per a produir algun dels efectes capturats pel conjunt A, és, per tant, una mesura de la força proporcional o relativa a la força productiva total de C, $s(PR(C): p(A)=s(A)/s(PR(C))$; llavors de les propietats de $s(x)$ se segueixen directament el següent grup de característiques formals de les *propensions (probabilistes) estructurades*:

(i) $0 < p(A) < 1$;

(ii) $p(A \cup B) = p(A) + p(B)$ per a A i B disjunts;

(iii) $p(PR(C)) = 1$.

[A i B són subconjunts de $PR(C)$, C és una causa general estructurada en el conjunt de efectes E en S.]
(Com veiem, es desprèn d'aquestes condicions que $p(\emptyset)=0$)

⁷³ Però és la interpretació propensional la que consideraria el conjunt de totes les seqüències infinites com un veritable espai de probabilitat, mentre que per a von Mises seria més aviat una idealització matemàtica, segons Richard E. Neapolitan*. Aquest darrer autor considera que el procediment propensional no és filosòficament convincent. La interpretació propensional *assumeix* els axiomes de la teoria de la probabilitat i la independència entre proves separades. Dels axiomes i de la independència probabilística el propensionalisme dedueix la llei forta dels grans nombres i el fet que una seqüència aleatòria és altament probable. Des de la llei forta dels grans nombres es té la base que permet afirmar sense cap mena de dubte que ocorrerà una seqüència aleatòria la freqüència relativa de la qual convergeix al valor probabilístic. Per tant, d'aquella manera es pot derivar l'enfocament freqüencial de von Mises. Però aquella afirmació només declarava la *probabilitat molt alta* de la convergència, en lloc de l'assumpció de von Mises d'*estricta* convergència, la qual, aleshores, resulta inconsistent amb els resultats de la teoria de la probabilitat. Pel camí de la derivació de l'afirmació de convergència es fa l'assumpció auxiliar, no establerta, que "un esdeveniment que té probabilitat igual a 0 pot ésser rebutjat com si fos una impossibilitat" i té probabilitat igual a 0 el conjunt de totes les seqüències infinites que no són aleatòries.

Per la seva banda, l'enfocament de von Mises *dedueix* els axiomes de la teoria de la probabilitat de l'assumpció de la convergència de les freqüències relatives. Com que aquesta darrera assumpció és l'equivalent teòric als fenòmens observables, llavors aquells axiomes de la teoria resulten inevitables, però si merament els assumim, com Neapolitan atribueix a la interpretació propensional, aleshores la fonamentació no és raonable.

Neapolitan es proposa, en les seves pròpies paraules, completar els esforços iniciats per von Mises de fonamentar amb una matemàtica rigorosa una teoria de la probabilitat basada empíricament. Des de l'assumpció de convergència només en el sentit de la llei dèbil dels grans nombres, Neapolitan derivarà els axiomes de la teoria de la probabilitat i la regla de la probabilitat condicional. En la derivació no intervé la noció d'aleatorietat, que queda fora dels axiomes, perquè no és una noció basada en la evidència empírica. La convergència relativa de freqüències en el sentit de la llei dèbil és entesa com l'equivalent teòric de l'evidència física per a l'assumpció de les probabilitats ("mentre que en la interpretació «propensional» els axiomes de la teoria de la probabilitat simplement s'assumeixen."(p.396)) És evidència mostrada pels experiments, encara que "mai no podem arribar a estar absolutament segurs que una freqüència relativa assolirà el límit."(p.397) Un cop feta la deducció, "un procés aleatori pot definir-se com aquell on són probabilísticament independents els assaigs separats de l'experiment.

* Richard E. Neapolitan, 'A Limiting Frequency Approach to Probability Based on The Weak Law of Large Numbers', *Philosophy of Science*, vol. 59, number 3, 1992, pàgs. 389-407.

⁷⁴ Popper, K. R.: 1982b. Op. cit., 86-87; i també 1959, op. cit., secc. 62.

⁷⁵ El problema del pont pot ésser posat en les paraules de la visió freqüencialista de Richard von Mises (*Probability, Statistics and Truth*. 1961. George Allen and Unwin Ltd., London, 2^a impressió, basada en l'edició alemanya de 1951. Publicació original en alemany per J. Springer, 1928) de la següent manera:

"...ells han oblidat que totes les seves lleis i teoremes estan basats en una definició de probabilitat fundada només en casos equipossibles. Els autors passen com si això fos una qüestió sense importància, des de la consideració de probabilitats *a priori* a la discussió de casos on la probabilitat no és coneguda *a priori*, sinó que ha de ésser fonamentada *a posteriori* determinant la freqüència dels diferents atributs en sèries suficientment llargues d'experiments. Tots els teoremes demostrats per a probabilitats de la primera classe s'assumeixen, amb una extraordinària intrepidesa, com a vàlids per a les de la segona classe. Si un autor desitja justificar aquest esglaió, normalment es referirà a l'anomenada Llei dels Grans Nombres de Bernoulli, la qual se suposa constitueix un pont entre el concepte de probabilitats *a priori* i la determinació de probabilitats des de les observacions."(pàg. 70)

"Aquells que pensen que la probabilitat pot ésser definida independentment de la freqüència de l'ocurrència d'un atribut en una seqüència d'experiments creuen que la proposició anterior, per la qual probabilitat i freqüència coincideixen aproximadament en un llarg termini d'observacions, constitueix un 'pont' entre allò que realment succeeix i el concepte de probabilitat que han introduït. No obstant això, sabem que això és una il·lusió. Des de la definició de probabilitat com la raó entre casos favorables i equipossibles, cap raonament lògic conduirà a les proposicions discutides damunt -ni l'enunciat Bernoulli-Poisson ni el seu invers bayesià. Tot el que podem deduir lògicament des d'aquesta premissa són enunciats concernents a aquelles raons. Roman un buit: la manera en la qual es travessat és arbitrària i no justificable lògicament."(pàg. 117)

⁷⁶ *Ibíd.*, pàg. 125.

⁷⁷ Popper, K. R.: 1956, 1982a. *The Open Universe. An Argument for Indeterminism. From the Post Scriptum to the Logic of Scientific Discovery*. Edited by W. W. Bartley III. (Traducció castellana: *El universo abierto. Un argumento a favor del indeterminismo. Post Scriptum a la La lógica de la investigación científica. Vol II*. Edit. Tecnos, S.A., Madrid, 2ª edic., 1994, pàgs. 118,9).

⁷⁸ Un sumari d'aquestes objeccions en von Mises, *Probability, Statistics and Truth*. (Primera edició alemanya en 1928. Traducció anglesa en George Allen and Unwin Ltd., 2ª reimpressió, 1957, pàg. 80, 1.

⁷⁹ Popper, K. R.: 1982b. *Op. cit.*, 90-91.

⁸⁰ Popper, K. R.: 1956, 1982a. *Op. cit.*, pàg., 121.

⁸¹ Milne, P.: 1987. *Op. cit.*, pàgs. 342-343.

⁸² Segons Galavotti (1987, *Op. cit.* en Nota de la pàg. 364) la propensió no s'aplica a totes les situacions a les quals les consideracions causals semblen aplicar-se. Això és el cas amb un nombre de correlacions estadístiques, que semblen obertes a una interpretació causal, però que no obstant això encara romanen tancades per a una interpretació en termes de propensió. Per exemple, prenem la relació entre certs tipus de mercaderies classificades segons alguna propietat d'ordenació, com el grau de manufactura i el seu preu. Una vegada s'aplica una mesura estadística de correlació a una relació d'aquesta classe, el que tal mesura ens diu és en quin grau la classificació aplicada a les donades mercaderies influencia el seu preu ¿Pot una correlació d'aquesta classe se donada una interpretació causal? Em sembla que, en la construcció d'un model, hom podria molt bé estar llest per a donar una interpretació causal, però jo no veig manera d'interpretar això en termes de propensió.

⁸³ Milne, P.: 1986. *Op. cit.*, 130-131.

⁸⁴ Sapire, D.: 1991. *Op. cit.*, pàg. 338,339; següent cita: 340.

⁸⁵ Popper, K.R.: 1972. *Objective Knowledge*. The Clarendon Press Oxford. (Traducció castellana: *Conocimiento objetivo*. Edit. Tecnos, S.A., Madrid, 4ª edic., 1992, pàg. 147:

"La nostra tasca fonamental com a filòsofs consisteix en l'enriquiment de la nostra imatge del món contribuint a la construcció de teories imaginatives, alhora que raonades i crítiques, d'ésser possible, amb interès metodològic."

⁸⁶ Popper, K. R.: 1990. *Op. cit.*, pàgs. 32, 33.

⁸⁷ *Ibíd.*, pàgs. 30-31.

⁸⁸ *Ibíd.*, pàg. 40.

⁸⁹ Popper, K. R.: 1982b. *Op. cit.*, pàg. 175.

⁹⁰ Popper, K. R.: 1990. *Op. cit.*, pàg. 39.

⁹¹ Prigogine, I. i Stengers, I.: 1979. *La nouvelle alliance -Metamorphose de la science*. Gallimard. (Traducció castellana: *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia*, Alianza. Madrid, 1990, pàg. 35).

⁹² *Ibíd.*, pàg. 38.

⁹³ Popper, K. R.: 1982b. *Op. cit.*, pàg. 176.

⁹⁴ Popper, K. R.: 1990. *Op. cit.*, pàg. 45.

⁹⁵ Prigogine, Ilya i Stengers, Isabelle: 1988. *Entre le temps et l'éternité*. Librairie Arthème Fayard. (Traducció castellana: *Entre el tiempo y la eternidad*. Alianza. Madrid, 1990, pàg. 53). El fragment deixa veure el seu tarannà *teleologista*: "el dau només és instrument d'un joc d'atzar si realment hi ha *quelcom en joc*." Les lleis probabilistes en si mateixes no són portadores de sentit, encara que la descripció probabilista és, per definició, el mode d'intel·ligibilitat dels possibles, cal "que alguns successos siguin susceptibles de *transformar el sentit* de l'evolució que desencadenen.

⁹⁶ Popper, K. R.: 1990. *Op. cit.*, pàg. 40.

⁹⁷ Popper, K. R.: 1982b. *Op. cit.*, pàg. 220.

⁹⁸ *Ibíd.*, pàg. 176.

⁹⁹ Prigogine, I. i Stengers, I.: 1988. *Op. cit.*, pàgs. 52, 53.

¹⁰⁰ "Aquest èmfasi sobre les preferències (que, en ésser disposicions, no es troben molt allunyades de les propensions) ..." (K. R. Popper, 1974a, *Op. cit.*, pàg. 241)

¹⁰¹ Prigogine, I. i Stenger, I.: 1988. *Op. cit.*, pàg. 51.

Capítol 5

- ¹ Fetzer, J. H. : 1983. 'Probability and Objectivity in Deterministic and Indeterministic Situations', *Synthese* 57, pàgs. 367-386.
- ² Cf. La caracterització que fa Popper de 'sistema tancat' en 1972, *Objective Knowledge*. The Clarendon Press Oxford (Traducció castellana: *Conocimiento objetivo*. Edit. Tecnos, S.A., Madrid, 4ª edic., 1992, pág. 204):
"Crec que l'únic aspecte del problema del determinisme que val la pena discutir seriosament és, precisament, el problema que preocupava Compton: el problema sorgit d'una teoria física que descriu el món com un sistema físicament complet o físicament tancat *. Per sistema físicament tancat entenc un conjunt o sistema d'entitats físiques com àtoms, partícules elementals, forces físiques o camps de forces que interactuen entre sí -i només entre si- d'acord amb lleis definides d'interacció que no deixen lloc a interaccions o interferències amb res extern a aquest conjunt o sistema tancat d'entitats físiques. És aquesta "clausura" del sistema el que crea el malson determinista ."
"*Nota 30. Suposem que el nostre món físic és un sistema físicament tancat que conté elements d'atzar. Òbviament, no serà determinista; però malgrat tot, els propòsits, idees, dissenys i esperances no tindran cap influència..... (Advertim que un sistema físic determinista ha d'ésser tancat, si bé un sistema tancat pot ésser indeterminista(..)"
- ³ Fetzer, J. H.: 1993. *Philosophy of Science*, Paragon House, New York, pàg. 96.
- ⁴ Fetzer, J. H.: 1983. Op. cit., pàg. 382.
- ⁵ Fetzer, J. H.: 1993. Op. cit., pàg. 97.
- ⁶ Fetzer, J. H.: 1983. Op. cit. pàg. 372.
- ⁷ Popper, K. R.: 1983. *Realism and the Aim of Science*. Vol I del Postscript to 'The Logic of Scientific Discovery', Hutchinson, London, pàg. 396.
- ⁸ Borel, E.: 1974. *El azar*. Ed. La Pleyade. Buenos Aires, pàg. 167 (Títol original: *Le Hasard*).
- ⁹ Nagel, E.: *The Structure of Science*. Harcourt, Brace i Word, Inc. New York. (Traducció castellana: *La estructura de la ciencia*. Paidós. Buenos Aires, 1974, 2ª edició, pàgs. 269-270).
- ¹⁰ Borel, E.: Op. cit., pàg. 181.
- ¹¹ Ayer, A. J.: 1974. *The Central Questions of Philosophy*, Weidenfeld & Nicolson Ltd., 11 St. John's Hill, London, traducció castellana: *Los problemas centrales de la filosofía*, Alianza Edit., Madrid, 2ª edició, 1984, pàg. 180. La 'complexitat dels factors determinants', raó de la imprevisibilitat pràctica, es descriu com una manca de control sobre una variabilitat en els detalls de les condicions causals:
"Els conceptes sort i atzar es troben associats als jocs en els quals, generalment, queden exclosos el càlcul i la habilitat. I no obstant això, hi ha algun joc, com el de daus, on és possible, en principi, determinar mitjançant el càlcul, la posició, si prèviament es coneix la força aplicada, la importància del fregament de l'aire, etc., paràmetres difícils de determinar o difícilment controlables en la pràctica. D'això que pugui suposar-se, a priori, que la probabilitat d'obtenir una cara determinada és de 1/6. Per a la verificació d'aquesta teoria probabilista, és precís efectuar un nombre considerable de tirades. Aquest senzill exemple permet identificar dos importants aspectes de la geometria de l'atzar: el notable nombre de causes identificables, però difícilment controlades en la pràctica (força i alçada del llançament, densitat de l'aire, posició del dau, asimetria en la seva estructura, etc.), oposat al restringit nombre de possibilitats. Ara bé, convé precisar que, quan es coneixen tots els paràmetres, la posició del dau és automàticament determinada. Per consegüent, si, en la pràctica, el joc de daus continua essent un joc denominat d'atzar, això és pel fet que els paràmetres que determinen la posició del dau fluctuen al voltant d'un valor mitjà, principalment a causa de la incapacitat del jugador de reproduir dues vegades seguides el mateix gest. La naturalesa probabilista del fenomen és, amb tota claredat, aparent: constitueix el resultat de la nostra ignorància, voluntària o no, de les causes precises que governen l'evolució del fenomen."(Ernest Schoffeniels: *L'anti-hasard*. Gauthier-Villars Éditeur. (Traducció castellana: *El anti-azar*. Editorial Luis Miracle, S. A., Barcelona, 1977, pàgs. 42-43) [Les cursives són nostres])
- ¹² Planck, Max: 1949. *Vorträge und Erinnerungen*, Stuttgart (Traducció catalana: *El coneixement del món físic*, Edicions 62, Barcelona, 1969, pàg. 171).
- ¹³ Pauli, Wolfgang: 1994. *Writings on Physics and Philosophy*, Springer Verlag Berlin Heidelberg. (Traducció castellana: *Escritos sobre física y filosofía*, Editorial Debate, S.A., Madrid, 1996, pàg. 52).
- ¹⁴ Nagel, E.: Op. cit., pàg. 301.
- ¹⁵ *Ibid.*, pàg. 301.
- ¹⁶ *Ídem*
- ¹⁷ Poincaré, Henri: *Ciencia y método*. Espasa-Calpe, S. A., Madrid, 3ª ed., 1963, pàgs. 55-62.

- ¹⁸ Milne, P.: 1987. 'Physical Probabilities'. *Synthese* 73, pàgs. 329-359, pàg. 337.
- ¹⁹ Schneider, Christina: 1994. 'Two Interpretations of Objective Probability. On the Ambiguity of Popper's Conception of Propensities'. *Philosophia naturalis*, Band 31, Heft I, pàgs. 107-131, pàg. 124.
- ²⁰ Kyburg, Henry E.: 1974. 'Propensities and Probabilities', *British Journal for the Philosophy of Science* 25, vol. 25, pàgs. 359-375, pàg. 365.
- ²¹ Giere, Ronald N.: 1976. 'A Laplacean Formal Semantics for Single-Case Propensities', *Journal of Philosophical Logic* 5, pàgs. 321-353, pàg. 328.
- ²² Février, P.: *Déterminisme et Indéterminisme*. Presses Universitaires de France. París, 1955. (Traducció castellana: *Determinismo e indeterminismo*. Universidad Nacional Autónoma de México, 1957). El text de Costa de Beauregard et d'Espagnat que s'hi esmenta és: Quelques Remarques sur les paradoxes de la mécanique statistique classique, *Revue des questions scient.*, Bruxelles, 20-10-1947, pp.366, 530 i 531.
- ²³ *Ibid.*, pàg. 83.
- ²⁴ *Ibid.*, pàg. 80.
- ²⁵ *Ibid.*, pàg. 82.
- ²⁶ Settle, T.: 1974. 'Peirce Versus Popper on Probability as Propensity', en *The Philosophy of Karl Popper*, P. A. Schlipp (ed.), Open Court, La Salle, IL, pàgs. 721-749, pàg. 728/ Keynes, 1921, mc millan, pp.286-287
- ²⁷ Popper, Karl R.: 1982b. *Quantum Theory and the Schism in Physics. From the Post Scriptum to the Logic of Scientific Discovery*. Edited by W. W. Bartley III. (Traducció castellana: *Teoría cuántica y el cisma en física. Post Scriptum a la La lógica de la investigación científica. Vol. III*. Edit Tecnos, S. A., Madrid, 2ª edic., 1992, pàg. 125. I en altres llocs:
"Al final, ben pot resultar que el prejudici determinista inconscient sigui el principal culpable de la teoria subjectiva de la probabilitat i de les seves conseqüències -la invasió de la física per la mística."(pàg. 119)
"Com que jo mai no fui determinista (encara que sempre sabí que les teories d'un tipus que ara anomeno 'determinista *prima facie*' poden ésser molt informatives i molt contrastables), no acabava de veure quant seriosament temptat es trobava un determinista -i fins i tot un ex-determinista- d'interpretar subjectivament (o lògicament) tots els enunciats de probabilitats; és a dir, com a *enunciats de la nostra parcial ignorància*." (pàg. 124)
"Pauli no s'adona, clarament, que la seva interpretació subjectivista és filla del determinisme."
"...la interpretació subjectiva fou adoptada (sobretot per Laplace) perquè era lògicament compatible amb el determinisme i perquè era, aparentment, l'única compatible". (p.129)
També M. Bunge: 1973. *Philosophy of Physics*, D. Reidel Publishing C., Dordrecht. (Traducció castellana: *Filosofia de la física*, Edit. Ariel, Barcelona, 2ª edic., 1982, pàg. 86:
"...el determinisme clàssic, un dels seus ingredients essencials és la tesis que la probabilitat no és sinó un nom de la ignorància."
- ²⁸ Seguim el text de Christina Schneider: 1994. Op. cit.
- ²⁹ Rudner, Richard S.: 1966. *Philosophy of Social Science*. Prentice-Hall Inc. (Traducció castellana : *Filosofia de la Ciencia Social*. Alianza Madrid, 1980, 2ª edició).
- ³⁰ *Ibid.*, pàg. 142.
- ³¹ Nagel, E.: Op. cit., pàg. 272.
- ³² *Ibid.*, pàg. 271, en Nota 10, i també pàg. 259.
- ³³ *Ibid.*, pàg. 272.
- ³⁴ *Ibid.*, pàg. 265 [les cursives són nostres] .
- ³⁵ Malgrat les precisions de Nagel per mantenir aquesta distinció, sembla difícil desvincular mecanicisme i determinisme si es vol tenir una idea de determinisme vinculada a la imatge oferta per la ciència.
"..., coneguda una llei, un cop donat l'estat actual, queda fixada la solució, és a dir, el moviment, per a tots els valors del temps. En altres paraules, tant el futur com el passat queden determinats pel present. Aquesta important propietat de la teoria clàssica rebí el nom de determinisme.
Sistemes deterministes són així tots els que obeeixen les lleis de la física clàssica o altres construïdes segons el mateix principi, (...). Determinisme s'identifica, per això, amb predicibilitat, és a dir, amb la capacitat de predir el futur (o de postdir el passat) a partir únicament de les dades actuals. (...)
Aquesta capacitat predictiva, de la qual començà a prendre's consciència a partir de Newton i Euler, serví de base conceptual a una doctrina coneguda com a mecanicisme, ... El francès Pierre Simon de Laplace la formulà en la seva forma més radical en 1814 (...). Sense retop que para Laplace i el pensament mecanicista no hi ha atzar: tot és determinat i tot és predictable." (Antonio Fernández-Rañada, 1986. 'Movimiento caótico', pàgs. 66-77. *Orden y caos. Libros de Investigación y ciencia. Scientific American*. Prensa científica, Barcelona, 1994, pàg. 67-68).
- La famosa formulació laplaciana d'una intel·ligència infinita o ideal que representa l'extensió total de l'aspecte determinista suggerit pel tipus de dependència entre les propietats segons la mecànica clàssica (*Essai philosophique sur les probabilités*, edició castellana, Alianza Editorial, S.A., 1985, Madrid):

"Així doncs, hem de considerar l'estat actual de l'univers com l'efecte del seu estat anterior i com la causa de l'estat següent. Una intel·ligència que en un instant determinat conegués totes les forces que actuen a la natura, com també la respectiva situació dels éssers que la componen, si, a més a més, fos suficientment àmplia com per a sotmetre a anàlisi aquestes dades, podria abastar en una única fórmula els moviments dels cossos més grans de l'univers i els de l'àtom més lleuger; res li resultaria incert i tant el futur com el passat serien presents davant els seus ulls." (pàg. 25)

Nagel precisa que el determinisme és més ampli que el determinisme de la mecànica clàssica, i que l'extensió laplaciana de la mecànica com a imatge determinista no resulta vàlida perquè es troba limitada a les propietats i els estats 'mecànics'. En realitat, l'extensió laplaciana sembla suposar una cosa més, una 'reducció' de totes les propietats a la cosmovisió mecànica fonamental, i suposa, aleshores, que la certesa determinista només és accessible amb l'assoliment d'aquella visió primordial de la natura. Per als nostres propòsits, aquella imatge determinista laplaciana és una acceptable exposició de la qüestió. El nostre problema són afirmacions com la següent que fa Nagel:

"...la teoria [la mecànica estadística clàssica en la seva forma original] suposava que un gas és un agregat d'un nombre molt gran de partícules o molècules minúscules, els moviments del qual poden ésser analitzats en termes de les equacions newtonianes de la mecànica. D'altra banda, no és realment possible establir l'estat mecànic de tal sistema de molècules. A més a més, encara que poguéssim fer-ho, seríem incapaços de predir els estats mecànics futurs del sistema a causa de les greus dificultats matemàtiques que presenta el problema de resoldre un nombre enorme d'equacions diferencials simultànies del moviment. Per eludir aquestes dificultats s'adoptà un enfocament estadístic, de manera que, encara que no es pugui predir el moviment individual de les molècules, sigui possible, en canvi, predir certs valors *mitjans* de magnituds associades a aquells moviments individuals." (Nagel, Op. cit., 269-270)

³⁶ Nagel, E.: Op. cit., pàg. 266.

³⁷ *Ibíd.*, pàg. 269.

³⁸ *Ibíd.*, pàg. 270.

³⁹ Schoffeniels, Ernest: *L'anti-hasard*. Gauthier-Villars Éditeur. (Traducció castellana: *El anti-azar*. Editorial Luis Miracle, S. A., Barcelona, 1977, pàg. 46).

⁴⁰ Nagel, E.: Op. cit. Així, pàg. 272:

"...l'enunciat que tota teoria causal és determinista pel que fa a la seva pròpia especificació de l'estat d'un sistema crida l'atenció sobre l'important fet que, si una teoria causal és caracteritzada, malgrat això, com a "indeterminista" en algun sentit, el presumpte indeterminisme ha d'ésser elucidat en termes d'algunes característiques especials que distingeixen a la descripció d'estat que fa servir la teoria. Aquesta conclusió ens guiarà en examinar la caracterització d'indeterminista de la teoria quàntica moderna i en considerar l'*status* lògic de l'anomenat 'principi de causalitat'."

⁴¹ Rudner, R.S.: Op. cit., pàg. 141.

⁴² Bunge, M.: 1969. *La investigación científica*, ed. Ariel, Barcelona, pàgs. 593-597. Ediciones Ariel, Barcelona. Títol original: *Scientific Research. Strategy and Philosophy*.

⁴³ Tornarem sobre aquesta qüestió a l'apartat .

⁴⁴ Popper, K. R.: 1982b. Op. cit., pàg. 91, nota 64.

⁴⁵ *Vid. Apèndix 5: Nota sobre reducció.*

⁴⁶ Fetzer, J.H.: 1974. A Single Case Propensity Theory of Explanation. *Synthese* 28, pàgs. 171-198.

⁴⁷ Hempel, Carl G.: 1965. *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*. The Free Press, Macmillan Co. (Traducció castellana: *La explicación científica*. Paidós, Buenos Aires, 1979, pàg. 372.

⁴⁸ *Ibíd.*, pàg. 372.

⁴⁹ *Ídem*.

⁵⁰ Fetzer, J.H.: 1986. 'Methodological Individualism: Singular Causal Systems and their Population Manifestations', *Synthese* 68, pp. 99-128, pàg. 106.

⁵¹ Popper, K.: 1982b. Op. cit., pàg. 70, 71.

⁵² Hempel, C.G.: 1965. Op. cit., pàg. 372. El subratllat és nostre.

⁵³ *Ibíd.*, pàg. 322. Els subratllats són nostres.

⁵⁴ *Ídem*

⁵⁵ *Ibíd.*, pàg. 323.

⁵⁶ *Ibíd.*, pàg. 321.

⁵⁷ *Ibíd.*, pàg. 322. Els subratllats són nostres.

⁵⁸ Popper, K. R.: 1983. *Realism and the Aim of Science. Post Scriptum, vol I*, Hutchinson, London, pàg. 398.

Capítol 6

¹ Schneider, Christina: 1994. 'Two Interpretations of Objective Probability. On the Ambiguity of Popper's Con-
533

- ception of Propensities'. *Philosophia naturalis*, Band 31, Heft I, pàgs. 107-131.
- ² Kyburg, Henry E.: 1974. 'Propensities and Probabilities', *British Journal for the Philosophy of Science* 25, vol. 25, pàgs. 359-375.
- ³ Sklar, Lawrence: 1970. 'Is Probability a Dispositional Property?', *The Journal of Philosophy*, vol. LXVII, n.º. II, pàgs. 355-366.
- ⁴ Salmon, W. C.: 1979. "Propensities. A Discussion Review. D. H. Mellor, 'The Matter of Chance'", *Erkenntnis* 14, pàgs. 183-216, pàg. 197.
- ⁵ Kyburg, H. E.: 1974. Op. cit., pàgs. 360-362.
- ⁶ Hacking, Ian: 1964. *Logic of Statistical Inference*. Cambridge University Press, pàg. 13. O també: "Finalment, hem d'insistir que un model probabilístic no ha d'ésser un model d'un experiment (humanament realitzat). Per això, diversos autors parlen més aviat d'un *chance set-up*. Això és, com un experiment, llevat que pot succeir espontàniament en la natura: ho serà qualsevol estat de coses amb resultats possibles. Una persona amb una moneda a punt d'ésser tirada és un *chance set-up*; un muscle a punt de sortir a la seva recerca diària d'aliments n'és un altre. Continuaré discutint els espais de probabilitat com a models d'experiments, però és fàcil veure com la discussió, *mutatis mutandis*, pot adaptar-se als *chance set-ups* en general." (B. van Fraassen, *The Scientific Image*, pàg. 181)
- ⁷ Milne, Peter: 1987. 'Physical Probabilities'. *Synthese* 73, pàgs. 329-359, pàg. 330-331.
- ⁸ *Ibid.*, pàg. 338-340.
- ⁹ Com veurem més endavant, els tipus de preparatius experimentals són 'universals', com adverteix Milne.
- ¹⁰ Sklar, Lawrence: 1970. Op. cit.
- ¹¹ Sklar diu 'un universal en el sentit de D. M. Armstrong'. Vegeu *Apèndix 1* corresponent.
- ¹² Eells, Ellery: 1983. "Objective Probability Theory Theory". *Synthese* 57, pàgs. 387-442, pàgs. 420-423.
- ¹³ Sklar, L.: 1970. Op. cit., pàgs. 362-364.
- ¹⁴ Milne, P.: 1987. Op. cit., pàgs. 335-337.
- ¹⁵ Eells, E.: 1983. Op. cit., pàg. 420-423.
- ¹⁶ Sklar, L. : 1970. Op. cit., pàg. 364.
- ¹⁷ Eells, E.: 1983. Op. cit., pàg. 423.
- ¹⁸ Tornem a la tesi de Schneider, op. cit., 1994.
- ¹⁹ Schneider, C.: 1994. Op. cit., pàg. 125.
- ²⁰ *Ibid.*, pàg. 117.
- ²¹ Reeves, T.V.: 1988. 'A Theory of Probability'. *Brit. J. Phil Sci.* 39, pàgs. 161-182.
- ²² *Ibid.*, pàg. 182.
- Però és que a més, comenta Reeves, podem assignar probabilitats sense tenir cap necessitat de coneixement de condicions dinàmiques. En l'exemple ja esmentat damunt, la moneda col·locada damunt la taula i coberta a fi que no es pugui veure el seu costat de dalt, des d'on només tenim coneixement d'aquest fet, sense saber la manera com va arribar a ésser col·locada, llavors: no tenim cap raó per a sostenir que la moneda hi fou col·locada per mitjans dinàmics. La introducció de condicions dinàmiques per a explicar aquell estat de repòs exigiria la seva fonamentació, donada la informació que posseïm on cap contingut dinàmic està present. L'elecció de probabilitats també és independent de les condicions dinàmiques en l'exemple del paquet amb la meitat de cartes d'un joc complet. Donada la informació que s'hi té, que determinada carta sigui la de dalt és una possibilitat afavorida pel 1/52 dels casos que no podem excloure com a impossibles. No sabem res més, fem l'elecció de la probabilitat relativa 1/52 sense necessitat de cap coneixement de 'condicions mecàniques' (com aquelles de repetides barreges i col·locacions). Podem pensar que el paquet no estava barrejat en absolut, "les cartes poguessin haver-se quedat unides des del dia de la creació malgrat tot el que sabem".
- ²³ Exposarem i contestarem aquesta tesi en XII.2.3.2.
- ²⁴ Sklar, L.: 1970. Op. cit., pàg. 365.
- ²⁵ *Ibid.*, pàgs. 362-363.
- ²⁶ Kyburg, H. E.: 1974. Op. cit., pàg. 361.
- ²⁷ Bas C. van Fraassen: 1980. *The Scientific Image*. Clarendon Press, Oxford, pàg. 196-203.
- ²⁸ *Ibid.*, pàg. 198.

Capítol 7

- ¹ Popper, K. R.: 1956, 1982a. *The Open Universe. An Argument for Indeterminism. From the Post Scriptum to the Logic of Scientific Discovery*. Edited by W. W. Bartley III. (Traducció castellana: *El universo abierto. Un argumento a favor del indeterminismo. Post Scriptum a la La lógica de la investigación científica. Vol II*. Edit. Tecnos, S. A., Madrid, 2ª edic., 1994, pàgs. 117-126).

- ² *Ibíd.*, pàg. 125.
- ³ *Ibíd.*, pàg. 120.
- ⁴ Popper, K. R.: 1959. *The Logic of Scientific Discovery*. Hutchinson 6 Co. Ltd., London. (Traducció castellana: *La lógica de la investigación científica*, Edit. Tecnos, Madrid, 8ª reimpresión, 1990, pàg. 193,4.
- ⁵ Popper, K. R.: 1982a. Op. cit., pàg. 120,1.
- ⁶ *Ibíd.*, pàg. 121.
- ⁷ Ídem
- ⁸ Ídem
- ⁹ Popper, K. R.: 1959. *The Logic of Scientific Discovery*. Hutchinson 6 Co. Ltd., London. (Traducció castellana: *La lógica de la investigación científica*, Edit. Tecnos, Madrid, 8ª reimpresión, 1990, pàgs. 193-195).
- ¹⁰ *Ibíd.*, pàg. 141, nota 6.
- ¹¹ *Ibíd.*, pàg. 170, nota *2.
- ¹² *Ibíd.*, pàg. 170.
- ¹³ Popper, K. R.: 1972. *Objective Knowledge*. The Clarendon Press Oxford (Traducció castellana: *Conocimiento objetivo*. Edit. Tecnos, S.A., Madrid, 4ª edic., 1992, pàg. 206, cp.6,VIII:
"La qüestió fonamental del determinisme físic, que es basa en la dinàmica newtoniana, és que afirma l'existència d'un món dotat d'una precisió matemàtica absoluta i, encara que en fer-ho transcendeixi el domini de l'observació possible, com véu Peirce, no obstant això és contrastable en principi amb un grau de precisió acceptable; i de fet resistí contrastacions sorprenentment precises."
- ¹⁴ Queraltó, Ramón: 1996. *Karl Popper, de la epistemologia a la metafísica*. Universidad de Sevilla, pàgs. 152, 163, 176.
- ¹⁵ Popper, K. R.: 1983. *Realism and the Aim of Science. Post Scriptum, vol I*, pàg. 360.
- ¹⁶ Queraltó, R.: 1996. Op. cit., pàg. 176.
- ¹⁷ *Ibíd.*, pàg. 163.
- ¹⁸ Popper, K. R.: 1980. *Die beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie. Aufgrund von Manuskripten aus den Jahren 1930-1937*. (Traducció castellana: *Los dos problemas fundamentales de la epistemología. Basado en manuscritos de los años 1930-1933*, Editorial Tecnos, s.a., Madrid, 1998, pàg. 317).
- ¹⁹ Popper, K. R.: 1959, 1990, Op. cit., pàgs. 157, 158.
- ²⁰ Popper, K. R.: 1972. *Objective Knowledge*. The Clarendon Press Oxford. (Traducció castellana: *Conocimiento objetivo*. Edit. Tecnos, S.A., Madrid, 4ª edic., 1992, pàg. 98.
- ²¹ *Ibíd.*, pàg. 42.
- ²² *Ibíd.*, pàg. 25.
- ²³ *Ibíd.*, pàg. 18, 20.
- ²⁴ Popper, K. R.: 1959, 1990. Op. cit., pàg. 178.
- ²⁵ *Ibíd.*, pàg. 137.
- ²⁶ Per exemple, també Alfred Julius Ayer, 1974, *The Central Questions of Philosophy*, Weidenfeld & Nicolson Ltd., 11 St. John's Hill, London, traducció castellana: *Los problemas centrales de la filosofía*, Alianza Edit., Madrid, 2ª edició, 1984, pàgs. 183-4, on explícitament es planteja el problema de la falsabilitat dels enunciat probabilístics:
"Un tret gens tranquil·litzador dels enunciat estadístics, que ja he ressaltat (4), és que no són falsables quan s'interpreten d'aquesta forma. Només que no se sàpiga que la sèrie és completa, el seu fracàs per a assolir un valor límit previst en qualsevol estadi donat deixarà sempre oberta la possibilitat de assolir-lo més endavant. Si hem d'operar amb la teoria freqüencial, estem per tant obligats a tenir en compte aquesta possibilitat. Hem de considerar que un enunciat estadístic està falsat, si més no de moment, si la freqüència que atribueix a la incidència d'alguna propietat en una qualsevol població total és notablement distinta d'aquella freqüència d'aparició de la propietat descoberta en una mostra suficientment àmplia. Aquesta decisió rep el suport de la llei anomenada dels Grans nombres, que afirma que és molt improbable que la freqüència d'una propietat en una mostra àmplia no aconsegueixi igualar aproximadament la freqüència de la propietat en la població de la qual s'ha extret la mostra, i es fa cada vegada més improbable quant més gran és la mostra. No obstant això, s'ha de ressaltar que aquesta llei, en pertànyer com pertany al càlcul de probabilitats, constitueix un enunciat de probabilitat que pertany a la meua primera classe, i no un enunciat de credibilitat. La veritat lògica que expressa és que entre totes les mostres possibles que tenen les grans dimensions de les quals tractem, la proporció d'aquelles on la freqüència d'una propietat no arriba ni tan sols aproximadament a igualar la seva freqüència en la població d'on han estat extretes, és molt petita. El que l'esmentada llei no estableix és que sigui completament improbable, des de la perspectiva de la credibilitat, que la mostra que nosaltres posseïm realment sigui una mostra de la minoria divergent. Això no invalida la decisió de considerar com a fals un enunciat estadístic si és que s'oposa a la llei dels grans nombres, ja que sempre pot revocar-se aquesta decisió si l'evidència subsegüent arriba a mostrar que hem estat recolzant-nos en una mostra divergent.

Això no obstant, això significa que quan fem una inferència des del caràcter d'una mostra vers el caràcter d'una població que sobrepassa a la mostra en una mesura desconeguda, no només estem confiant en la llei dels grans nombres, sinó també en un principi de mostreig equitatiu que no és demostrable lògicament. Estem suposant que totes les nostres observacions no són desviades, o que si hi són la desviació s'estendrà als casos addicionals sobre els quals intentem projectar el nostre enunciat. En el cas de la major part dels enunciats estadístics, l'abast d'aquesta projecció serà bastant limitat. Pensem que la estadística actual proporciona una guia per al futur immediat més aviat que per al futur indefinit. Tot i així, encara s'haurà d'assumir un principi de mostreig equitatiu. I no sembla que existeixi cap forma, lliure de circularitat, mitjançant la qual pugui ésser justificat."

²⁷ Popper, K. R.: 1959, 1990. Op. cit., pàg. 179.

²⁸ *Ibíd.*, pàgs. 177 i ss.

²⁹ *Ibíd.*, pàg. 183-184.

³⁰ *Ibíd.*, pàg. 183.

³¹ *Ibíd.*, pàg. 184.

³² *Ibíd.*, pàg. 189.

³³ *Ibíd.*, pàg. 178.

³⁴ *Ibíd.*, pàg. 178. Es tractaria d'un cas del mateix tipus de qüestions que sorgeixen en qualsevol aplicació de la lògica pura a les situacions reals. D'aquest tipus qualifica Popper, en *Conocimiento objetivo* (1972), la problemàtica pràctica de la precisió de les relacions entre teoria i enunciats contrastadors, com també de la crítica als mateixos enunciats contrastadors. Aquestes consideracions pragmàtiques del *mètode crític* aixequen el plantejament de regles de discussió crítica en la ciència o *regles metodològiques*, que han d'ésser "sotmeses a l'objectiu general de la discussió racional que consisteix en apropar-se a la veritat el més possible." (p.28-29)

³⁵ Popper, K. R.: 1959, 1990. Op. cit., pàg. 186.

³⁶ *Ibíd.*, 178.

³⁷ *Ibíd.*, 190-191.

³⁸ Popper ofereix una exposició detallada d'aquesta regla en '68. *La probabilitat en la física*, pàgs. 185-191. Un macroefecte es troba descrit per una llei ben corroborada que afirma que sota certes condicions una magnitud física té el valor p . Tenim un interval j d'imprecisió donat per les imprecisions inherents a les tècniques de mesurament, fora del qual no es poden presentar desviacions o fluctuacions macroscòpiques respecte d'aquesta mesura p . Aquesta regularitat reproducible macroscòpica la volem reduir a successions aleatòries de microesdeveniments mitjançant la hipòtesi que el macroefecte p és explicat com un valor de probabilitat dins aquella successió, produït per un nombre n dels microesdeveniments que formen la successió. S'ha de calcular -per a cada valor de d triat- la probabilitat que el valor mitjà caigui dins de l'interval D_p dins el qual les mesures s'apropen al valor p . Segons el teorema de Bernoulli, la probabilitat complementària ϵ de D_p tendeix a 0 quan $n \rightarrow \infty$. La determinació de quin ha d'ésser el grau d'aproximació que se ha d'estipular és donada per D_p .

La probabilitat complementària, ϵ , de l'interval D_p dins el qual les mesures s'apropen al valor p , establirà quina és la grandària que hem de considerar com una probabilitat petita, menyspreable segons la regla metodològica que permet un ús de les hipòtesis probabilístiques per a la seva significació empírica.

La satisfacció de la deducció de p requereix que el valor de l'interval dins el qual les mesures s'apropen al valor p no sigui major que el valor de l'interval d'imprecisió determinat per la tècnica de mesurament. L'elecció d'aquest valor de d , per exemple igual a j , estableix una relació unívoca entre cada valor de n amb un valor de ϵ .

El nombre n de microesdeveniments establirà la llargada que ha de tenir la sèrie d'experiments. L'elecció de n es farà de manera que la correlació entre el nombre n de la sèrie de microesdeveniments i l'interval, D_p , dins el qual les mesures s'apropen al valor p es facin en gran mesura insensibles, independents del canvis en el valor triat de l'interval de les desviacions de p, ϵ . És a dir, els canvis de ϵ només arriben a fer fluctuar a D_p només dins l'interval j . A la distribució bernoulliana existeix una valor característic de D_p -per al qual només cal adoptar l'interval j - on D_p és summament insensible als canvis de ϵ , insensibilitat que augmenta amb $n \rightarrow \infty$. Per tant, els segments que fluctuen del valor donat a la hipòtesi probabilística (que connecta aquest valor probabilístic sobre els microesdeveniments amb un valor en el macroesdeveniment observable i corroborat) es podran considerar que tenen una probabilitat molt petita i per tant empíricament menyspreable en relació a que qualsevol canvi en el seu valor no canvia la insensibilitat del valor estable, convergent, de la majoria de segments, immensament probables.

³⁹ *Ibíd.*, pàg. 186

⁴⁰ Pauli, Wolfgang: 1994. *Writings on Physics and Philosophy*, Springer Verlag Berlin Heidelberg. (Traducció castellana: *Escritos sobre física y filosofía*, Editorial Debate, S.A., Madrid, 1996, pàgs. 50-52).

⁴¹ *Ibíd.*, pàg. 51-52.

⁴² Ayer, A. J.: 1974. *The Central Questions of Philosophy*, Weidenfeld & Nicolson Ltd., 11 St. John's Hill, London, traducció castellana: *Los problemas centrales de la filosofía*, Alianza Edit., Madrid, 2ª edició, 1984, pàg. 176.

Capítol 8

¹ Kyburg, Henry E.: 1974. 'Propensities and Probabilities', *British Journal for the Philosophy of Science* 25, vol. 25, pàgs. 359-375,

² Schneider, C.: 1994. 'Two Interpretations of Objective Probability. On the Ambiguity of Popper's Conception of Propensities'. *Philosophia naturalis*, Band 31, Heft I, pàgs. 107-131, pàg. 123.

³ Quine, W. V.: 1974. *The Roots of Reference*. Open Court Publishing Co. (Traducció castellana: *Las raíces de la referencia*. Alianza Editorial, S. A., Madrid, 1988).

⁴ Thompson, Ian J.: 1988. 'Real Dispositions in the Physical World', *Brit. J. Ph. Sc.*, 39, pàgs. 67-79, pàg. 67.

⁵ *Ibíd.*, pàg. 68.

⁶ *Ídem*.

⁷ *Ibíd.*, pàg. 76.

⁸ *Ibíd.*, pàgs. 75-76.

⁹ *Ibíd.*, pàg. 76.

¹⁰ *Ídem*

¹¹ *Ibíd.*, pàg. 72.

¹² *Ibíd.*, pàg. 68.

¹³ *Ibíd.*, pàg. 72.

¹⁴ *Ídem*

¹⁵ *Ibíd.*, pàg. 74.

¹⁶ *Ibíd.*, pàg. 75.

¹⁷ Popper, K. R.: 1959. *The Logic of Scientific Discovery*. Hutchinson & Co. Ltd., London. (Traducció castellana: *La lógica de la investigación científica*, Edit. Tecnos, Madrid, 8ªreimpresión, 1990, pàgs.395-397, Apèndix X.) La transcendència de les lleis consisteix en la seva universalitat, cosa que planteja un problema a la inducció des de casos repetits, però també hi ha una transcendència, que és pròpia de tot enunciat, dels descriptius també, perquè fan servir noms universals. L'experiència immediata només es dona un cop; una paraula com 'vas' o 'aigua' en l'enunciat 'aquí hi ha un got d'aigua' impedeixen que cap experiència sensorial concreta o observació faci 'verificable' l'enunciat (pàg. 90,cap.V secc.25).

"...quan s'utilitzen universals com 'vas' o 'aigua' en un enunciat d'una mena com 'aquí hi ha un got d'aigua', necessàriament es transcendeix l'experiència. Es deu al fet que les paraules com 'vas' o 'aigua' s'usen per a caracteritzar el *comportament legal* de determinades coses, això pot expressar-se anomenant-les 'paraules de disposicions'."(p.395)

"Sovint no es para esment que tots els universals corresponen a disposicions, pel fet que poden fer-ho en graus diversos. Així, 'soluble' i 'trençable' corresponen, sens cap mena de dubte, a disposicions en major grau que 'dissolt' i 'trençat'; però, de vegades, no ens adonem que també ho fan aquests darrers termes: un químic no diria que el sucre o la sal s'han dissolt en aigua si no esperés poder recuperar-los evaporant l'aigua, de manera que "dissolt" denota un estat de disposició; i pel que fa a 'trençat' ". (p.396)

¹⁸ Thompson, I. J.: 1988. *Op. cit.*, pàg. 69.

¹⁹ *Ídem*.

²⁰ *Ídem*.

²¹ *Ibíd.*, pàg. 72.

²² Popper, K. R.: 1959. *Op. cit.*, pàg. 396 Apèndix X, i vid. nota 16 i capítol III, 14.

²³ Quine, W. V.: 1974. *The Roots of Reference*. Open Court Publishing Co. (Traducció castellana: *Las raíces de la referencia*, 1988, Alianza Edit., S.A., Madrid, pàgs. 24-29.

Quine es desmarca de l'objectiu normatiu que pretenien autors com Carnap, i, encara que cap lloc seria reservat per al gir disposicional general en el llenguatge ideal per a una teoria acabada de la realitat (o qualsevol part d'ella), tampoc no cal recercar un llenguatge teòric regulat on aquell gir tingui un lloc respectable d'acord amb el programa empirista sobre les teories científiques. En canvi, per a Quine, podem acontentar-nos amb un vocabulari teòric que contingui alguns predicats físics primitius apresos amb l'ajut del gir disposicional ("la tècnica general d'aplicar a radicals verbals sufixos com '-ble' o '-ent' i usar la paraula 'disposició' i, pel que fa al cas, el corresponent condicional intensional." (*Las raíces de la referencia*, pàg.25)).

Els termes disposicionals segueixen tenint, però, un lloc molt relatiu; són un pal·liatiu mentre esperem una millor resolució.

"... l'esment de disposicions s'ha d'admetre aquí com en qualsevol altra ciència. El comportament és evidència de la disposició; la disposició és una condició interna hipotètica que contribueix a produir la conducta. És possible que aquelles condicions internes es vagin entenent cada vegada més a mesura que avanci la neurologia." (*Filosofia de la lògica*, 2^a edic. en Alianza Edit., 1977, Madrid, pàg. 51 Traducció castellana de *Philosophy of Logic*, 1970, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, USA)

Tant si entenem i sabem exposar explícitament "els detalls físics" d'una determinada disposició com si no, el seu nom és el nom d'un determinat estat, perquè tota disposició és un estat físic o mecanisme. En el cas que això s'aconsegueixi, que arribem a precisar l'atribut físic en un nivell microfísic, evitant d'aquesta manera el radical verbal i el sufix disposicional, aleshores, el lloc de l'antic terme disposicional seria ocupat per la formulació en termes de detalls del mecanisme físic, o també la disposició tindria com la seva definició aquella formulació. Però mentre no s'assoli això, un terme disposicional és un pagaré referent a una futura descripció amb lèxic mecànic, que indica la manera d'accedir a l'assumpte físic, que té una funció regulativa, programàtica, més aviat que constitutiva, en les teories científiques.

Per tant, el mode de parlar disposicional té una funció heurística en la construcció d'una teoria científica i mereix un lloc en el seu vocabulari. Ara bé, aquesta legitimitat heurística d'un lloc en el vocabulari teòric per als termes de disposicions específiques (perquè el gir disposicional és indispensable en el desenvolupament d'una teoria) arriba a ésser decisiva i mai peremptòria, ja que no hem de restringir el nostre vocabulari teòric a coses que entenem completament; i acaba resultant que els girs disposicionals, encara que sempre pendents de la seva eliminabilitat per l'assoliment de la formulació del mecanisme en l'estructura fina o molecular, sempre han de mantenir-se perquè la teoria científica està sempre en desenvolupament: "La ignorància es troba en totes parts, i és qüestió de graus."

²⁴ *Ibid.*, pàg. 21.

²⁵ Milne, Peter: 1987. 'Physical Probabilities'. *Synthese* 73, pàgs. 329-359, pàg. 341.

²⁶ *Ibid.*, pàg. 344.

²⁷ Eells, Ellery: 1983. "Objective Probability Theory Theory". *Synthese* 57, pàgs. 387-442, pàgs. 420-423.

²⁸ Thompson, I. J.: 1988. *Op. cit.*, pàg. 69.

²⁹ Mellor, D. H.: 1974. 'In Defense of Dispositions'. *The Philosophical Review*, 83, pàgs. 157-181, pàg. 179.

³⁰ Hempel, Carl G.: 1965. *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*. The Free Press, Macmillan Co. (Traducció castellana: *La explicación científica*. Paidós, Buenos Aires, 1979, pàg. 449).

³¹ *Ibid.*, pàg. 450-453.

³² Thompson, I. J.: 1988. *Op. cit.*, pàg. 78.

³³ *Ibid.*, pàg. 73.

³⁴ Ídem

³⁵ Ídem

³⁶ *Op. cit.* Ídem., Nota 27.

³⁷ Suppes, Patrick: 1987. 'Some Further Remarks on Propensity: Reply to Maria-Carla Galavotti', *Erkenntnis* 26, pàgs. 369-376, pàgs. 371-372.

³⁸ Popper, K. R.: 1982b. *Quantum Theory and the Schism in Physics. From the Post Scriptum to the Logic of Scientific Discovery*. Edited by W. W. Bartley III. (Traducció castellana: *Teoría cuántica y el cisma física. Post Scriptum a la La lógica de la investigación científica*. Vol. III. Edit Tecnos, S. A., Madrid, 2^a edic., 1992, pàg. 90, nota 63. Com ja hem indicat 'disposició experimental' és una traducció, generalment de 'arrangement experimental' que apareix sovint en les traduccions castellanques. Hem preferit 'preparatiu experimental', també tipus o simplement experiment (d'atzar, *chance set-up*). Tampoc no distingim si l'experiment és completament "natural" (espontani, més aviat) o ha estat manipulat per l'home.

³⁹ Popper, K. R.: 1959, 1990. *Op. cit.*, pàg. 33.

⁴⁰ *Ibid.*, pàgs. 29-30.

⁴¹ Popper, K. R.: 1983. *Realism and the Aim of Science. Post Scriptum, vol I*, Hutchinson, London, pàg. 396.

⁴² Milne, P.: 1987. *Op. cit.*, pàg. 335.

⁴³ Popper, K. R.: 1974. 'Suppes's Criticism of the Propensity Interpretation of Probability and Quantum Mechanics', en Karl Popper, 'Replies to my Critics'. *The Philosophy of Karl Popper*, Paul A. Schlipp (ed.), Open Court, La Salle, IL, pàgs. 1125-40, pàg. 1130.

⁴⁴ Popper, K. R.: 1982b. *Op. cit.*, pàg. 101.

⁴⁵ Popper, K. R.: 1983. *Op. cit.*, 347.

⁴⁶ *Ibid.*, pàg. 397.

⁴⁷ *Ibid.*, pàg. 358,9.

⁴⁸ *Ibíd.*, pàg. 434.

⁴⁹ *Ibíd.*, pàg. 427.

⁵⁰ Popper, K. R.: 1956, 1982a. *The Open Universe. An Argument for Indeterminism. From the Post Scriptum to the Logic of Scientific Discovery*. Edited by W. W. Bartley III. (Traducció castellana: *El universo abierto. Un argumento a favor del indeterminismo. Post Scriptum a la La lógica de la investigación científica. Vol II*. Edit. Tecnos, S. A., Madrid, 2ª edic., 1994, pàg. 126-127).

⁵¹ *Ibíd.*, pàg. 128.

⁵² Popper, K. R.: 1983. *Op. cit.*, 435, 6.

⁵³ Bohm, David: 1957. *Causality and Chance in Modern Physics*. Routledge and Kegan Paul Ltd., London. (Traducció castellana: *Causalidad y azar en la física moderna*. Universidad Nac. Autónoma de México, 1959).

⁵⁴ Vid. el plantejament de Nagel en V.1.3.

⁵⁵ Hempel, Carl G.: 1965. *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*. The Free Press, Macmillan Co. (Traducció castellana: *La explicación científica*. Paidós, Buenos Aires, 1979, pàgs. 414-416).

⁵⁶ *Ibíd.*, pàg. 235.

⁵⁷ Weber, Max: 1922, *Gesammelte Aufsätze zur Wissenschaftslehre* (Compilació d'assajos per a una doctrina de la ciència), Tubinga, J. C. B. Mohr (Paul Siebeck), 1968. (Traducció castellana: *Ensayos sobre metodología sociológica*, Amorrortu editores, 2ª reimpressió, 1982, Buenos Aires, pàg. 156)

⁵⁸ *Ibíd.*, pàgs. 150-174. Les reflexions de Weber es fan en relació a l'esbrinament causal en la història mitjançant els anomenats 'judicis de possibilitat'.

⁵⁹ Popper, K. R.: 1980. *Die beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie. Aufgrund von Manuskripten aus den Jahren 1930-1937*, Edició de Troels Eggers Hansen (Traducció castellana: *Los dos problemas fundamentales de la Epistemología*, Editorial Tecnos, S.A., 1998, Madrid, pàg. 471)

⁶⁰ *Ibíd.*, pàg. 305.

⁶¹ *Ibíd.*, pàg. 501.

⁶² Per a Popper, que segueix les disquisicions de Alfred Landé, l'argument determinista no pot explicar la conducta dels resultats estadístics sense recórrer a una *retrogressió infinita* o creença en una '*harmonia preestablerta*'; en últim terme resulta *irreductible* i *inexplicable* la distribució estadística de la seqüència de les condicions inicials (vegeu *El universo abierto*, pàgs. 122-123).

⁶³ Encara que el context és diferent del nostre, podem fer servir un comentari de Salvador de Madariaga com a bona il·lustració de les fortes mancances de l'ús d'aquell llenguatge sovint emprat o insinuat en la caracterització propensional.

"Si la bastida cau per atzar, el paleta mort sobtadament, però no el mata l'atzar, sinó la força de la gravetat. Dic la gravetat i no la necessitat. El 'Doctor Dubois', mort pel martell que cau "per atzar" en la definició que dona l'autor d'aquest llibre, no cau mort per l'atzar, sinó pel martell i la seva gravetat. Si la jove es troba prenyada perquè l'atzar la reuní amb el seu nuvi en un moment favorable a la procreació, no se li ocurrerà veure en l'atzar al pare de la criatura. L'atzar no és només cec. També és estèril. Els fecunds són la jove i el seu nuvi. I en aquest cas, no hi ha ni tan sols necessitat que valgui." (Il·lustración al primer mandamiento: El azar y la necesidad. Reflexiones sobre el libro de Jaques Monod'. En *Dios y los españoles*, 1975. Editorial Planeta, S.A. Barcelona, 2ª edic., enero 1976, pàg. 54)

El text de Madariaga pren en compte les formes d'expressió en el llibre de Jaques Monod:

"Nogensmenys, implícitament, tot el llibre és construït sobre la fecunditat de la parella Atzar-Necessitat, recolzada i sostinguda per una espècie de nodrissa, que ve a ésser una famosa institutriu anglesa, ni més ni menys que Miss *Evolution*." (pàg. 54)

⁶⁴ Popper, K. R.: 1983. *Op. cit.*, pàg. 426.

Sobre el context de l'obra de Monod aquell escrit de Madariaga té per objectiu plantejar que

"Haurem de fer constar que la biologia moderna no ha eliminat el Creador ni molt menys. Al màxim que ha arribat és a canviar-li el nom anomenant-lo Evolució. El pitjor és que ni l'Evolució evoluciona ni la Selecció selecciona. Aquestes dues paraules no són res més que abstraccions, *sacs per a casos*, on fiquem coses que passen de certa manera anàloga." (pàgs. 62-63)

⁶⁵ White, Alan R.: 1972. 'The Propensity Theory of Probability'. *Brit. J. Phil. Sci.* 23, pàgs. 35-43, pàg. 39.

⁶⁶ Posem-ne un exemple:

"Perquè si la probabilitat és una *propietat* de les condicions generadores (diguem-ne del preparatiu experimental) i si, per consegüent, es considera com a *dependent* d'aquestes condicions, llavors la resposta donada pel freqüencialista implica que la freqüència virtual també *ha de dependre* d'aquelles condicions." (Popper, K. R.: 1983. *Realism and the Aim of Science. Post Scriptum vol I*, pàg. 356, cursives són nostres)

⁶⁷ Popper, K. R.: 1983. *Op. cit.*, pàg. 356.

⁶⁸ Milne, P.: 1987. *Op. cit.* Tema tractat en VIII.1.2., pàgs. 299-306.

⁶⁹ Popper, K. R.: 1980. Op. cit., pàg. 306.

⁷⁰ *Ibíd.*, pàg. 471.

⁷¹ *Ibíd.*, pàg. 501.

⁷² *Ibíd.*, pàg. 503-4.

⁷³ *Ibíd.*, apartat 33, pàgs. 300-313.

⁷⁴ *Ibíd.*, pàg. 305:

“un nom propi és un signe que, en cas necessari, pot fixar-se directament a l'objecte en qüestió (una cos com la placa d'un gos) i que pot, si és necessari, utilitzar-se una sola vegada i només per a aquell objecte determinat.”

⁷⁵ Vid. 'XI.2.1. Legitimitat de l'obertura o del tancament del sistema'.

⁷⁶ Popper discuteix les tesis de la posició de Rudolf Carnap (*Der logische Aufbau der Welt* (1928)) en 1980, Op. cit., apartat 33, pàgs. 301-313.

⁷⁷ Vegeu referència al punt de vista de Wittgenstein en 'XI.3.1.- Predicció i futur'.

⁷⁸ Popper remet respostes d'aquest caire a la proposició 6.53. del *Tractatus logico-philosophicus*, pàg. 203 de la traducció castellana en Alianza Edit, Madrid, 5ª edic., 1981:

“El vertader mètode de la filosofia seria pròpiament el següent: no dir res, sinó allò que es pot dir; és a dir, les proposicions de la ciència natural -llavors això no té res a veure amb la filosofia-; i sempre que algú volgués dir quelcom de caràcter metafísic, l'hem de demostrar que no ha donat significat a certs signes en les proposicions. Aquest mètode deixaria descontents a la resta -ja que no tindrien el sentiment que estàvem ensenyant-los filosofia-, però en seria l'únic estrictament correcte.”

Popper (1980, Op. cit.) contesta aquells tipus de mètodes:

“La comprovació que un problema és només un pseudo-problema ha d'acompanyar-se amb la recerca del *problema genuí* que roman subjacent al primer (i no del psicològic, sinó de l'autèntic problema epistemològic).” (pàg. 318)

“Però també del positivisme estricte es digué que es destacava per ésser senzill i conseqüent i, no obstant això, es descobrí com un filosofema mancat d'interès des d'un punt de vista epistemològic; també ara ens preguntem si el nominalisme no serà, com el positivisme estricte, un filosofema sense interès.” (pàg. 321)

⁷⁹ Popper, K. R.: 1980. Op. cit.

Popper (pàgs. 319-23) organitza les respostes al problema dels universals (si hi ha o no una diferència estricta entre els conceptes universals i els individuals) en dos grups. D'una banda, la resposta que no hi ha una diferència estricta, que els uns es redueixen als altres. En aquest grup, una *concepció universalista* (deductivista i racionalista pel que fa al problema de la inducció) afirma que la reducció és dels conceptes individuals (que representen allò accidental) als universals (que expressen allò essencial); el coneixement és la trobada del que és universal en el particular, que d'aquesta manera queda subsumit en l'universal. En el *racionalisme* la raó coneix d'una manera intuïtiva l'universal, que és un objecte de coneixement tant com el particular, però que respon a la realitat per excel·lència, superior, essencial; la seva atemporalitat és eternitat. En l'apriorisme els conceptes universals són formes creades per la raó cognoscent que les imprimeix en les impressions sensorials; la seva atemporalitat assenyala que són ficcions, que no són "reals". També en aquest grup, la *concepció individualista* (és inductivista i coincideix amb l'*empirisme inductivista*) afirma que la reducció és dels universals als individus. L'*individualisme inductivista* entén els conceptes universals sense sentit independent, són abreviatures o descripcions resumides de noms propis. D'altra banda, en el segon grup de respostes al problema dels universals nega cap reductibilitat entre conceptes universal i individuals. Els universals són de naturalesa distinta (reals segons el *realisme*, irreal segons els *ficcionalistes*) que els objectes individuals. El *nominalisme* entra en els dos grups. Una conclusió de Popper era la següent: “No crec que dins del propi problema dels universals pugui dir-se molt més que afirmar que conceptes universals i individuals no són reductibles entre si.” (p.323) Cfr. Popper (*Lògica de la investigació científica*) en Nota **66** de VIII.1.1. en el context de la distinció entre termes teòrics i termes no-teòrics i la correspondència dels universals a les disposicions.

⁸⁰ Salmon, Wesley C.: 1979. 'Propensities: A Discussion Review. D.H. Mellor, *The Matter of Chance*', *Erkenntnis*, 14, pàgs. 183-216, pàg. 196 i ss.

⁸¹ Popper, K. R.: 1983. Op. cit., pàg. 355,6.

⁸² *Ibíd.*, pàg. 360.

⁸³ *Ibíd.*, pàg. 355.

⁸⁴ *Ibíd.*, pàg. 356

⁸⁵ Salmon, W. C.: 1979. Op. cit., pàg. 213. I també la mena de caracterització que fa en *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, Princeton University, Press, pàgs. 202-205, 1984, i que hem fet servir amb un ús limitat en III.1.1.

⁸⁶ Popper, K. R.: 1980. *Die beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie. Aufgrund von Manuskripten aus den*

- Jahren 1930-1937*. Edició de Troels Eggers Hansen. (Traducció castellana: *Los dos problemas fundamentales de la Epistemología. Basado en Manuscritos de los años 1930-1933*. Editorial Tecnos, s.a., Madrid, 1998, pàg. 401).
- ⁸⁷ *Ibíd.*, pàg. 399.
- ⁸⁸ *Ibíd.*, pàg. 540. Sobre l'*antinòmia de la cognoscibilitat del món* vegeu final de 'XI. 3. 1.; també esmentada en VIII. 2. 2.
- ⁸⁹ Popper, K. R.: 1983. Op. cit., pàgs. 350-356.
- ⁹⁰ Popper, K. R.: 1956, 1982a. Op. cit., pàg. 166. [Vid. Nota 50].
"No vull dir que una filosofia de l'harmonia preestablerta hagi d'ésser falsa. Però no crec que el recurs a una harmonia preestablerta pugui considerar-se una reducció satisfactòria; suggereixo que aquest recurs és una admissió del fracàs del mètode de reduir una cosa a una altra."
Mateixa pàgina, nota (17): "Aquí utilitzo el terme harmonia preestablerta per ressaltar que la nostra explicació no és en termes de les probabilitats físiques manifestes de l'àtom d'hidrogen. En canvi, una propietat del nucli de hidrogen, desconeguda e insospitada fins al moment, fou postulada i utilitzada com a explicació."
Una idea de la 'harmonia preestablerta' és donada en Popper, K. R. i Eccles, J. C.: 1977. *The Self and its Brain*. Springer-Verlag, Berlín, Heidelberg, New York. (Traducció castellana: *El yo y su cerebro*. Labor. Barcelona, 1982, pàg.pàg. 206):
"L'explicació leibniziana del paral·lelisme de la ment i el cos consisteix en la seva famosa doctrina de l'harmonia preestablerta: quan Déu creà el món, prevéu i preestablí totes les coses i, en fer-ho, preestablí ..."
- ⁹¹ Monod, Jacques: 1970. *Le hasard et la nécessité*, Editions du Seuil, Paris. (Traducció castellana: *El azar y la necesidad*. Barral Editores, 7^a edic., gener 1975, Barcelona, pàg. 158-159). Reprendem el punt de vista de Popper -més implicat amb la seva proposta propensional- sobre aquest tema al final de XI. 3. 1.
- ⁹² Popper, K. R.: 1982a. Op. cit., pàg. 169.
- ⁹³ Popper, K. R.: 1982b. Op. cit., pàg. 127.
- ⁹⁴ Vid. Nota 91 del capítol. 3, corresponent a III.2.1. 'Probabilitats objectives dins la concepció general de la ciència'. Podem dir que la interpretació propensional de la probabilitat intenta arrossegar aquesta doble condició al món, que és també una dualitat d'una teoria probabilista: certes regularitats estadístiques i la seva estabilitat i alhora la possibilitat de desviacions, i fins i tot la possibilitat d'aquestes segones quan encara no s'havien presentat com a efectes reproduïbles ni previsibles. Això recull el punt de vista popperian sobre el coneixement científic de la realitat: el coneixement que tenim de la realitat recerca determinismes i argumentacions inductives, però, alhora, la realitat es canviant i creadora no és sempre una repetició del mateix.
"Hi ha propensions, tendències a la realització. El determinisme no vol acceptar-ho. Afirmar que no hi ha res nou sota el sol. Però jo dic que *hi ha novetat sota el sol*. La inducció nega que existeixi quelcom realment nou. Afirmar que el futur serà igual que el passat. El principi de deducció -el principi de creativitat,..." (K. R. Popper, 1983a. *Sociedad abierta, universo abierto. Conversación con Franz Kreuzer*. Traducció castellana, edit. Tecnos, s.a., Madrid, 3^a edic., 1992, pàg. 89)
- ⁹⁵ Popper, K. R.: 1982b. Op. cit., pàg. 176.
- ⁹⁶ Popper, K. R.: 1983a. Op. cit., pàg. 124-5, i 86.
- ⁹⁷ Fetzer, J. H.: 1981. Op. cit., pàgs. 77-78.
- ⁹⁸ Popper, K. R.: 1983. Op. cit., pàg. 358. Afirmacions fetes en el reconeixement que la seva noció propensional sigui objecte de l'acusació de 'concepció antropomòrfica' o que sigui similar a la de *força vital*.
- ⁹⁹ Si certa espècie de teleologia resultés al final inevitable en la visió popperiana de la probabilitat, i si aquesta visió correspon a una aproximació a l'*atzar*, aquest atzar popperian no sembla l'*atzar nietzschian* donat entre la voluntat de poder i l'etern retorn, en quant aquest atzar es presenti com a absència de qualsevol finalitat:
"- 'Per atzar' -aquella és la més antiga noblesa del món; jo se l'he restituit a totes les coses; jo les he lliurat de la servitud del fi.- Aquella llibertat i aquella serenitat celest les he posat com a voltes cerúlies sobre totes les coses, en ensenyar que sobre elles, i per elles, cap 'voluntat eterna' voldria. (...) -Una mica de sensatesa és possible; però jo he trobat en totes les coses aquesta benefactora certitud: prefereixen ballar sobre els peus de la casualitat.- Oh cel pur i excels! La teva puresa consisteix ara per a mi que no hi ha cap aranya eterna de la raó: que ets un saló de ball per als atzars divins, una taula divina per als divins daus i jugadors de daus." (F. Nietzsche, *Así hablaba Zaratustra*, Biblioteca Selecta-9, Imp. F. Badia, Barcelona, 1905, pàg. 152).

Capítol 9

- ¹ Reichenbach, Hans: 1956. *The Direction of Time*. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, pàg. 51-52: "Estrictament parlant, els processos reversibles mai no ocorren (.....) En els processos mecànics reals hi ha alguna generació de calor a través de la fricció; els processos completament reversibles no existeixen."
- ² *Ibíd.* Reichenbach recordava la visió de les lleis de la física com a relacions funcionals entre estats (de la forma $x_{n+1} = f(x_{n+1})$), on si certes quantitats físiques x_{n+1} tenen certs valors, altra quantitat x_{n+1} en té un determinat) com la perspectiva filosòfica més observacional i menys causalística de la concepció de les lleis. Però una definició de la relació de connexió causal (simètrica) es pot incorporar a les relacions funcionals de la física sense definir una direcció o ordre. La consideració de lleis que expressin una relació causa-efecte dirigida necessita, a més, tenir en compte lleis que descriuen processos físics. Llavors Reichenbach observa que aquestes lleis poden ésser agrupades en dues classes diferents:
"el primer tipus consisteix de lleis que descriuen processos mecànics; el segon, de lleis que descriuen processos termodinàmics. La diferència entre aquests dos tipus de processos és ben coneguda: els processos mecànics són reversibles, mentre que els termodinàmics, llevat de certes excepcions, són irreversibles." (pàg.29)
- ³ Prigogine, Ilya: 1997. *La fin des certitudes*. (Traducció castellana: *El fin de las incertidumbres*, Santillana, S.A. Taurus, Madrid, pàg. 126.
- ⁴ Denbigh, K.G.: 1989. 'The Many Faces of Irreversibility', *Brit. J. Phil. Sci.* 40, pàg. 507.
- ⁵ *Ibíd.*, pàg. 508.
- ⁶ *Ibíd.*, pàg. 509.
- ⁷ Planck, Max: 1949. *Vorträge und Erinnerungen*. Stuttgart. (Traducció catalana: El coneixement del món físic. Edics. 62, Barcelona, 1969, edició de 1984, pàg. 207.
- ⁸ Earman, John: 1974. 'The Problem of the Direction of Time', *Philosophy of Science*, 41, pàgs. 15-47, pàg.43.
- ⁹ Reichenbach, Hans: 1956. Op. cit., pàg. 27:
"Però quan demanem la manera de distingir la causa de l'efecte, usualment diem que dels dos esdeveniments causalment connectats, la causa precedeix a l'altre en el temps. Això és, definim la direcció causal en termes de la direcció temporal. Aquest procediment no és permisible si desitgem reduir el temps a la causalitat; i per tant hem de trobar maneres de caracteritzar la relació causa-efecte sense referència a la direcció temporal. Veurem si les lleis de la física subministren un criteri d'aquest tipus."
- ¹⁰ Denbigh, K. G.: 1989. Op. cit., pàg. 508.
- ¹¹ *Ibíd.*, pàg. 507.
- ¹² Reichenbach, H.: 1956. Op. cit., pàg. 207.
- ¹³ Feynman, Richard: 1965. *Messenger Lectures*. M.I.T. Press. (Traducció castellana: *El carácter de la ley física*. Antoni Bosch, editor, S. A., Barcelona, 1983).
- ¹⁴ Planck, Max: 1949. Op. cit., pàg. 100.
- ¹⁵ *Ibíd.*, pàg. 207.
- ¹⁶ *Ibíd.*, pàg. 49.
- ¹⁷ Popper, K. i Eccles C. John: 1977. *The Self and its Brain*. Springer-Verlag. (Traducció castellana: *El yo y su cerebro*, Editorial Labor, S. A., Barcelona, 1ª edic. 1ª reimpressió, pàg. 30).
- ¹⁸ Layzer, David: 1990. *Cosmogénesis. The Growth of Order in the Universe*. Oxford University Press, paperback, 1991, pàg., 125.
Un altre comentari:
"Acabem de veure que fins i tot en els casos on els efectes quàntics tendeixen a suprimir el caos, l'electró de l'àtom d'hidrogen pot ionitzar-se i escapar lluny del nucli. Persisteix en tal cas la irreversibilitat? (...) Mentre que l'evolució quàntica torna al seu punt de partida, l'evolució clàssica no pot ésser invertida. Contràriament a allò que passa amb el moviment caòtic clàssic, la història passada d'un sistema quàntic sempre pot tornar a obtenir-se a partir del seu present. Aquesta reversibilitat és tant més espectacular quant que l'àtom "torna" d'un estat en què estava parcialment ionitzat, amb l'electró molt allunyat del nucli. El procés quàntic no és en absolut caòtic." (*Giulio Casati, 'De los billares al caos de los átomos', pàg.762*)
- ²⁰ Planck, Max: 1949. Op. cit., pàg. 53.
- ²¹ Boltzmann, Ludwig: 'Sobre la mecànica estadística', de la selecció castellana dels *Populäre Schrifften*, Barth, Leipzig, 1905, assaig 19. (Escritos de mecánica y termodinámica, Alianza Editorial, Madrid, 1986, pàg. 221-222).
- ²² Podem aprofitar l'ocasió d'exposar la noció de 'microstat' per introduir les nocions que intervenen en un model microscòpic clàssic i que resulten bàsiques en tota l'exposició que fem de la M.E.

La *descripció clàssica completa* que especifica en un instant donat de temps t l'*estat dinàmic* d'un sistema compost per N partícules (en un sistema molt gran, 10^{23} partícules) és donada per N coordenades generalitzades o vectors de la posició (q_1, q_2, \dots, q_N) i N moments generalitzats o vectors del moment (p_1, p_2, \dots, p_N) . Així es defineix l'*estat de moviment* o *fase* -un *microstat*- representat pel *punt fase* $x = (q_1, q_2, \dots, q_N ; p_1, p_2, \dots, p_N)$ que caracteritza l'especificació de les coordenades de posició i de moment en l'espai d'estats o *espai fase* del gas model, *espai* Γ (un punt en un espai Γ de dimensió $2mN$ correspon a la fase del gas model sencer).

Llavors les propietats dinàmiques d'un sistema aïllat poden ésser representades per *funcions fase* $f(P_i)$, on la fase $P_i \equiv (q_1, q_2, \dots, q_N ; p_1, p_2, \dots, p_N)$ denota el conjunt en el temps t de les coordenades i dels moments generalitzats del sistema de N partícules.

Un sistema pot trobar-se sotmès a certes condicions descriptibles a escala macroscòpica i que s'imposen com alguna restricció sobre el seu comportament. Per exemple, mitjançant l'especificació del valor d'algun *paràmetre macroscòpic*, una d'aquestes constriccions o *lligadures* pot consistir en el volum de la caixa on el gas es troba confinat, o en el requisit que l'energia total del sistema romangui constant (sistema *conservador*), que s'acomplirà quan el sistema ni guanya ni perd energia en no interactuar amb l'exterior i tractar-se d'un sistema aïllat. Per tant, una lligadura és una restricció concernent als estats accessibles al sistema, als estats en què pot trobar-se el sistema d'acord amb la seva compatibilitat amb la lligadura. Així, s'imposa una condició global simple a un sistema complex: que l'energia total del sistema tingui a lo sumo un cert valor E , energia $< E$. D'aquesta manera, es restringeix l'estat macroscòpic del sistema i això, se suposa, va a determinar la seva estructura *probabilista* microscòpica. Imposar una lligadura com la constància del valor energètic vol dir que qualsevol microstat, fase, possible del sistema ha d'ésser una fase consistent amb l'*equació de l'energia*. Això és circumscriure el sistema a *una part* de l'espai de fases, aquella *regió* constituïda per les configuracions amb una energia total donada.

Les constriccions o lligadures limiten el conjunt permès de punts fase, amb una mateixa energia donada, que es tracta d'un volum o regió permesa de l'espai fase, que defineix (per analogia amb les superfícies en els espais tridimensionals) una *superfície d'energia* (capa d'energia), Γ_E , o *hipersuperfície energia* dimensional $2mN-1$, un subespai de l'espai fase original d'una dimensió menys que la de l'espai fase ple.

Un sistema aïllat es troba lliure d'interferències externes i, per tant, el sistema no guanya ni perd cap energia. La conservació de l'energia del sistema és una condició. Els sistemes dinàmics *conservadors* conserven l'energia, això significa que certa funció de les posicions i les quantitats de moviment roman constant a través de tot el moviment.

La conducta temporal del sistema conservador d'energia (el camí o trajectòria del punt en l'espai fase accessible) és determinat per lleis causals deterministes de la mecànica, existeix precisament un camí. El gas model es mou d'acord amb el govern de les *equacions del moviment*, que són expressades en la forma canònica introduïda per Hamilton, les *equacions hamiltonianes del moviment*, les corbes hamiltonianes del moviment, determinaran el flux de punts.

Una expressió dóna la *funció hamiltoniana* (l'energia total del sistema) en termes de totes les variables de posició i moment: $H(q_i, p_i) \equiv H(q_1, q_2, \dots, q_N; p_1, p_2, \dots, p_N)$ és el *hamiltonià* del sistema (q_i i p_i són els vectors de posició i de moment de la partícula i -ava). D'ella deriva l'equació dinàmica, de Hamilton, dos grups d'equacions diferencials que descriuen el canvi durant l'evolució temporal dels moments i de les posicions de les partícules, *i.e.*, del punt fase en l'espai fase de dimensió $2mN$.

Això és, la totalitat de les solucions d'aquelles equacions és representada pels diferents punts que constitueixen el camí, per les trajectòries o fluxos en l'espai de fases Γ , que conté punts corresponents a tots els valors de l'energia hamiltoniana $H(q_i, p_i) = E$, on una solució (o microstat possible del sistema) queda representada per un determinat punt.

En el sistema aïllat, les funcions fase no depenen explícitament del temps; *i.e.*, l'energia total no depèn explícitament del temps, sinó només de les posicions i moments dels àtoms. Per als hamiltonians sense explícita dependència del temps el hamiltonià $H(p, q)$ és una integral (o constant) del moviment; aquests sistemes són coneguts com a *conservadors*.

Una integral de l'equació de moviment és una funció d'aquell conjunt els valors de la qual romanen sense canvi al llarg del camí fàsic. Una *constant de moviment* és una integral independent del temps. Una constant que roman sense canvi de valor per a períodes limitats de temps i per a certes regions de X és una *constant local de moviment*; l'equació del moviment tindrà $2mN-1$ constants locals de moviment. Les components del moment lineal total seran constants locals en el sistema d'un fluid compost de partícules sotmeses a col·lisions perfectament elàstiques fins els límits del contenidor. Una constant de moviment que sigui constant al llarg de tot l'espai fase en tot temps s'anomena *global*. Si defineix una hipersuperfície en l'espai fase és una constant global de moviment *aïllada*. El hamiltonià representa una constant aïllada; el camí del sistema romandrà senceralement en una particular hipersuperfície d'energia Σ_E .

Per tant, aquesta hipersuperfície energia en l'espai fase és un conjunt de punts que tenen una energia comuna, ($H(q,p)=E$, on E és constant) fluint confinats en aquella superfície. Sota l'assumpció que l'energia és l'única constant de moviment, el sistema es trobarà confinat en aquesta hipersuperfície.

La mesura *microcanònica* és la uniforme distribució uniforme de probabilitat normalitzada d'estats en aquesta superfície d'energia.

Si hi ha una correspondència entre funcions fase i algunes propietats del sistema termodinàmic, llavors la funció fase corresponent a l'energia termodinàmica U és el hamiltonià H , que hem assumit com l'energia total del sistema.

²³ Abans de la noció de *probabilitat d'una distribució d'estat* hem d'exposar per primer vegada la manera d'introduir les nocions bàsiques per a la descripció probabilista. Aquella determinació de l'estat dinàmic, amb coneixement exacte de totes les coordenades de posició i velocitat moleculars en la seva evolució en el temps d'acord amb les equacions de Newton significa una determinació del punt fàsic en el qual es troba el sistema. Aquest coneixement complet de l'estat dinàmic exacte pot ésser substituït en la *descripció incompleta* del sistema dinàmic, o *descripció estadística*, per una *funció de distribució de probabilitat* que expressarà la probabilitat de trobar el sistema en un estat determinat. Aquesta extensió de la noció de sistema dinàmic consistirà d'aquesta noció i d'una funció seva que definirà una mesura en Γ .

Es tindrà una assignació de probabilitat P per a cada $A \in F$, $P(A)$, on F és el camp d'esdeveniments; l'espai mostra o espai fase Γ és el conjunt fonamental Ω , d'aquesta manera un punt fase $x \in \Omega$. Un esdeveniment A pot ésser considerat com un conjunt mesurable en aquell espai, específicament és un conjunt de punts fase que és mesurable per la *mesura Lebesgue*, la qual ve donada per l'elecció d'un espai fase euclideà, finit, descrit en termes de les coordenades i moments generalitzats del sistema. La mesura Lebesgue $\mu(A)$ del conjunt de punts A es defineix sobre Ω si $\mu(\Omega)=1$; això és, queda definida com la *integral Lebesgue* de la funció característica $\chi_A(x)$ del conjunt de punts A en l'espai Γ , on $\chi_A(x)=1$ per a $x \in A$ (el punt x pertany al conjunt A), i $\chi_A(x)=0$ per a $x \in -A$ (x pertany al conjunt $\Gamma-A$, o complement de A , tots els altres punts de Γ). Aquesta mesura Lebesgue d'un subconjunt de l'espai fase és invariant sota el moviment de l'espai fase. Llavors la probabilitat d'un esdeveniment A és la mesura $\mu(A)$, per tant, la *distribució de probabilitat* queda definida com una funció de mesura normalitzada.

Des de la mesura d'un conjunt de punts es pot entendre una *col·lecció de trajectòries possibles* corresponents al sistema mitjançant la qual queden representats tots els estats possibles del sistema, i.e., totes les possibles solucions (les possibles evolucions o històries possibles del sistema) a l'equació dinàmica per a una mostra del conjunt dels possibles valors inicials del sistema de les seves variables. Es parla aleshores del *volum* d'un conjunt de punts constituït per la zona (el volum) de l'espai fase accessible al sistema. Per a un conjunt de valors de partida tots els precisos microstats possibles del sistema o punts fase representatius en el curs del temps constitueixen el volum d'un subconjunt de l'espai fase que és la mesura Lebesgue del subconjunt.

El sistema que estem considerant, dinàmic i amb conservació de l'energia, té una conseqüència que expressa la característica del seu accés a una extensió finita del total de l'espai fase. Es tracta d'un teorema general de la dinàmica que fa una afirmació sobre el comportament temporal de la mesura del conjunt mesurable en l'espai fase, i que es converteix en el nucli de les proves que les equacions del moviment condueixen a la probabilitat mètrica (mesura de probabilitat) assumida en la teoria cinètica, segons les pròpies paraules de Reichenbach (1956, op. cit., p.75). Aquesta mesura Lebesgue, que és el volum d'una regió o subconjunt de l'espai fase assignat a un conjunt de punts, dóna llavors la forma apropiada del teorema. Sobre l'evolució dinàmica clàssica del volum de les regions travessades per aquell conjunt, el *teorema de Liouville* fa l'afirmació que la regió conservarà constant el seu volum en l'espai fase. És a dir, la mesura és invariant temporalment, el volum roman constant, malgrat els canvis de la seva forma o fragmentacions de la regió que pogués tenir en la seva evolució. La noció de volum d'un subconjunt de l'espai fase com la seva mesura Lebesgue invariant produeix la forma apropiada del teorema de Liouville, la satisfacció del qual és així la condició necessària i suficient de mesura invariant per la funció mesura.

En lloc de l'exposició donada damunt, enfocada més aviat per a la teoria ergòdica del sistema singular, l'expressió del teorema de Liouville per a l'enfocament *ensemble* representatiu (on un volum o regió de l'espai fase queda definida per un col·lectiu dels diferents microstats compatibles amb un sistema macrosòpic donat) seria la que afirma que el flux de trajectòries (del qual resulta la mesura de densitat de les fases que comprenen el col·lectiu) conserva el volum del col·lectiu en l'espai de fases en el curs del temps o que en els voltants del moviment del punt fase d'un sistema en el col·lectiu és manté invariant la densitat de l'espai fase durant tot el temps del moviment (aquell volum és un flux incompressible).

Amb el confinament dels sistemes al volum de la subregió de la hipersuperfície, Γ_E , la probabilitat que el microstat es trobi en alguna fase de Γ_E és 1, atès que és normalitzada la funció de distribució que especifica la probabilitat que el sistema tingui el seu microstat en alguna regió. Per a tenir una funció de distribució

uniforme sobre Γ_E s'assumeix una equiprobabilitat sobre els microstats possibles del sistema. Com que el conjunt format pels punts fase o microstats igualment possibles és infinit no-numerable, s'assigna una mesura normalitzada $\mu(A)$ per al conjunt (mesurable) de subconjunts de Γ_E . La mesura és invariant per a representar l'estat d'equilibri, de manera que, per a qualsevol conjunt mesurable de Γ_E , l'evolució en el temps d'un subconjunt inicial de Γ_E manté la seva mesura en els subconjunts posteriors formats per l'evolució dinàmica dels seus punts fase o microstats. Resulta la mesura invariant *natural* la mesura del volum de l'espai fase original Γ que és construïda sobre Γ_E en considerar Γ_E com el límit d'un volum en Γ . La *mesura microcanònica* és la uniforme distribució uniforme de probabilitat normalitzada d'estats en aquesta superfície d'energia.

²⁴ Els macro-observables amb la pròpia instantaneïtat de les seves magnituds, en la termodinàmica, no poden evitar d'ésser considerats una forma vasta (*coarse-grained*) de les propietats microscòpiques. Unes mitjanes o conceptes estadístics sobre diversos microstats seguiran la via de la descripció dinàmica a la termodinàmica com un procediment *coarse-graining*. Per a la construcció d'aquelles mitjanes cal donar la noció d'estat microscòpic en les cel·les fase.

La descripció de les fases instantànies de cadascuna de les N molècules comporta un espai fase de la molècula, o *espai* μ , de dimensió $2m$ (on es representen els valors de totes les molècules). El procediment *coarse-graining* en l'*espai* μ de la subdivisió en compartiments, elements o "cel·les" del mateix volum d'aquest espai permet organitzar les partícules del sistema segons les seves posicions, velocitats o valor de moment. En cada temps, aquestes cel·les que divideixen l'espai contenen nombres de punts que representen molècules. Així, l'espai de les fases permet organitzar les partícules del sistema segons les seves posicions, velocitats o valors del moment.

Com que el sistema es troba sota la lligadura que té una energia total constant, l'espai fàsic es pot dividir en intervals petits i infinits d'energia, però es fa la traducció a una subdivisió en compartiments de moment -els resultats no són correctes si s'utilitza l'energia o la velocitat. Aquesta subdivisió de l'espai fase molecular en "cel·les" o elements es fa de tal manera que el seu volum és petit en relació a l'espai fase sencer, però prou gran per a donar cabuda a moltes molècules dins seu.

Amb aquests elements de l'espai de posició i moments on es distribueixen els constituents moleculars del sistema permeten donar compte de l'especificació del nombre de partícules a cada element sense atendre la seva "identitat", només considerant la quantitat de "visites" moleculars a cadascun d'aquests intervals de moment en què hem subdividit l'espai fàsic.

Es poden fer, llavors, diferents distribucions de nombres de molècules entre els compartiments del moment. Hi haurà un nombre molt gran d'aquestes especificacions tenint en compte que l'espai de moments es troba dividit en un nombre molt gran d'aquests compartiments del moment i que el sistema conté una gran nombre de molècules. Cadascuna d'aquestes distribucions, o especificacions del nombre de partícules a cada compartiment, defineix un *estat de combinació*. Pròpiament, un estat de combinació és un perfil estadístic o distribució de les molècules entre els valors de la magnitud que es tracti. Per tant, la *distribució d'estat* Z de les molècules en el temps t és definida com el conjunt de nombres en les cel·les.

Com que també dèiem que una distribució o configuració posicional és l'instrument típic que s'utilitza com a il·lustració; un espai de posicions que representa el volum del recipient on es troba tancat el gas, es divideix en caselles i es mostra les distribucions del nombre total N de partícules (que és, com el nombre de caselles, molt petit i manegívola per poder visualitzar la il·lustració) per les combinacions de N en les diferents caselles, combinacions que poden també il·lustrar el fenomen de l'expansió del gas pel recipient.

Un estat de combinació (o 'perfil estadístic', 'distribució', 'configuració') correspon a les diferents agrupacions de microstats tots ells compatibles amb aquelles constriccions que delimiten les variables termodinàmiques o macroscòpiques que defineixen l'estat macroscòpic. Els *microstats* o estats dinàmics són les permutacions -en les cel·les en l'espai fase μ - que correspondran a cada estat de combinació o distribució Z . Per tant, mitjançant procediment de *coarse-graining* l'espai fase, les cel·les fase permeten distingir agrupacions numèriques de microstats no identificades per instantanis mesuraments macroscòpics. Aquesta noció d'estat dinàmic indica els canvis de les molècules individuals en les seves "visites" als diferents compartiments mantenint constants les quantitats de molècules presents en ells, i.e., mantenint coherentment l'estat de combinació, distribució o perfil estadístic. Òbviament, les permutacions se subjecten a la constricció de la constància del nombre total de molècules i de l'energia total d'aquestes molècules.

Una funció (fase) $F(Z)$ de la distribució d'estat serà cada funció dels nombres en les cel·les. Per a cada estat de combinació o donada distribució d'estat Z (una distribució de partícules sobre les cel·les fase en l'espai μ) li correspondrà un nombre de permutacions, una constel·lació o *estel* Z (*), és a dir un continu de dimensió $2mN$ de punts Γ , el domini (Z), de manera que per a una donat punt fase en Γ correspon una única distribució d'estat Z determinada. El moviment del punt indica el canvi discontinu del conjunt de nombres en les cel·les, perquè en el seu desplaçament continuat en el temps passa d'una estel Z a altra.

Els estats que tenen el nombre total de partícules molt distribuït entre els intervals del moment contindran un major nombre de possibles permutacions o microstats que els que continguin perfils estadístics menys uniformes. Aquesta característica diferenciadora entre distribucions estableix la *probabilitat*, W , de cada *distribució* de moments o velocitats -no la probabilitat que una determinada molècula ocupi un determinat compartiment, que tingui una particular velocitat diferencial-, i la probabilitat d'una distribució ve donada pel nombre de permutacions possibles que li corresponen. És a dir, un *volum* Z de l'estel Z queda determinat en l'espai fase Γ .

(*)Ehrenfest, Paul i Tatiana: 1959. *The Conceptual Foundations of Statistical Mechanics*. Cornell University Press, Ithaca, New York, pàg. 27. (Original publicat per B.G. Teubner Leipzig, 1912, n° 6 Vol. IV 2 II de la *Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften*)

²⁵ Vegeu nota anterior i nota 29.

²⁶ "la entropia s_1 d'un estat M_1 és definida per la fórmula $s_1 = k \ln \Delta\Gamma_1$, on és la regió de l'espai fase del sistema corresponent a l'estat M_1 ", és a dir, el logaritme de l'extensió de la regió de l'espai fase en la qual la macroespecificació del sistema a confinat els punts representatius dels possibles microstats. [Krylov, Nikolai Sergeevich: 1950. *Raboty po obosnovaniuu statisticheskoi fiziki*. (Traducció anglesa: *Works on the Foundations of Statistical Physics*, Princeton University Press, New Jersey, 1979, pàg. 18)]

²⁷ Ehrenfest, Paul i Tatiana: 1959. Op. cit., pàg. 40.

²⁸ Per a intentar superar la no consistència entre l'equació e Boltzmann i la dinàmica clàssica es pot entendre la probabilitat present en aquella equació no com a referida a tots i cadascun dels sistemes, sinó a un conjunt (molt gran) de sistemes, de manera s'entén que són concebudes totes les condicions inicials possibles, tots els microstats compatibles amb la informació que es té del sistema. És a dir, aquella implementació probabilística ha d'ésser referida a un conjunt estadístic, un *conjunt representatiu* els elements del qual són punts fàscs. L'esta del sistema no es troba indeterminat, evoluciona segons una certa trajectòria dins l'espai de fases. Es tracta d'una col·lecció d'una infinitat de sistemes independents i idèntics, sotmesos a les mateixes lligadures macroscòpiques mantingudes constants, amb una mateixa energia total E_0 . Constitueix un conjunt de còpies (on, com acabem de dir cada gas té una evolució dinàmica determinista) que és el conjunt de microstats virtuals possibles en què es pot trobar.

Mitjançant l'aplicació d'un principi d'*indiferència* es dedueix la distribució *natural* de probabilitats que és assignada als microstats. Aquests microstats són situats en les regions o dominis de l'espai de fases que els corresponen. Així, un col·lectiu de punts dels diferents sistemes dinàmics compatibles amb un sistema macroscòpic donat constitueix una regió o defineix un volum de l'espai fase.

L'evolució dels sistemes produirà consisteix de canvis en els seus microstats. Amb la qual cosa, si tenim en compte les quantitats, nombres, de microstats que ocupen les diverses *regions* o *dominis de microstats*, això vol dir, si es considera cada cop que s'examina la col·lecció infinita de sistemes quants d'aquests tenen els seus microstats en una mateixa regió, llavors donada l'evolució dels sistemes, aquelles regions patiran canvis en la *identitat* dels sistemes que les ocupen; per a una *regió* donada un sistema la visitarà quan el seu microstat es trobi en aquell *domini* i l'abandonarà quan l'evolució del sistema faci canviar el seu microstat corresponent, mentre la visitaran altres microstats d'altres sistemes. Però, s'afirma, independentment de quins sistemes ocupen cada regió (independentment de totes aquelles entrades i sortides en la (cada) regió), cadascuna d'aquestes regions tindrà (serà ocupada) sempre, en tot instant, el mateix nombre de microstats. Que romangui constant el nombre total de sistemes amb els seus microstats en una regió donada significa que *la distribució de probabilitat* assignada a les condicions microscòpiques *no canvia* amb el temps. Aquesta és l'assignació de probabilitats adequada per a descriure la invariabilitat de l'estat d'equilibri, *i.e.*, és la distribució de probabilitat que queda d'acord per a assolir una *descripció de l'equilibri*, el qual, macroscòpicament, és un estat invariable.

En lloc d'emprar un col·lectiu de punts representatius separats que es perllonguen en un col·lectiu de trajectòries en el temps s'utilitza un densitat contínua de punts representatius que forma un flux de punts, de microstats possibles, amb l'evolució futura del conjunt de sistemes. D'aquest volum o flux de trajectòries resulta una quantitat o *funció densitat* que és la mesura de densitat en els conjunts representatius, dóna el nombre de sistemes per unitat de volum de l'espai fase, mesura la probabilitat de trobar un sistema dinàmic al voltant d'un punt en l'espai fase. Per consegüent, la possibilitat de trobar realment el sistema en una regió és mesurada pel nombre de punts representatius continguts per cada regió de l'espai fase. El valor 0 de la funció densitat correspon a les regions on el sistema no es troba. Quant més gran sigui la regió en què la funció densitat val 0, quant més petita sigui la regió de l'espai fase on el seu valor és distint de 0, el nostre coneixement serà més precís. En aquest sentit, la funció densitat representa el nostre coneixement del sistema; no coneixem res del sistema (en quant a precisar el seu microstat) quan la funció densitat té un valor uniforme en tot l'espai fase

En aquest mode *ensemble*, la descripció probabilista no és, per tant, pròpiament la descripció de *cada* sistema, sinó que correspon al comportament probable del conjunt de sistemes que evoluciona des d'un

conjunt inicial; correspon a una freqüència, això és, s'espera que correspongui a una estabilitat estadística per a molts sistemes, alguns dels quals es desviaran de la mateixa.

La forma del conjunt representatiu és determinada per les constriccions sobre el sistema, que estableixen la manera en què les coordenades generalitzades de la posició i el moment de les seves parts components determinen l'energia del sistema. Segons això, Gibbs estudià les distribucions dels conjunts canònic, microcanònic i gran canònic (en aquesta darrer cas els sistemes de la col·lecció contenen molècules d'un tipus donat els nombres de les quals no són constants) amb l'objectiu de calcular els valors d'equilibri d'una quantitat termodinàmica. Amb el temps, en un conjunt representatiu canvien els estats dinàmics dels sistemes, que es mouen per l'espai fase segons les equacions hamiltonianes. Interessa aquells conjunts representatius per als quals la funció densitat depèn només de l'energia E del sistema, perquè l'estat d'equilibri és caracteritzat per una funció densitat estacionària (que no depèn explícitament del temps). Sota l'assumpció que les propietats d'equilibri poden ésser calculades per l'establiment de l'apropiat conjunt canònic per al sistema en qüestió, es calcula el valor de l'anàleg apropiat a la quantitat termodinàmica i s'identifica amb el valor de la variable termodinàmica per al sistema en equilibri, i.e., es deriven les propietats termodinàmiques (com pressió, calor específic, etc.) de la distribució de l'equilibri. Els Ehrenfest feren palès d'una forma ordenada que l'assumpció d'ergodicitat era allò que justificava l'ús de *les distribucions canònica i microcanònica* per a derivar resultats en la teoria del gas, encara que Gibbs en la seva teoria sobre *ensembles* no esmenta cap justificació.

En el conjunt canònic tots els sistemes, idènticament estructurats, interactuen en perfecte contacte energètic amb un tanc a temperatura T (per exemple, els sistemes en equilibri tèrmic amb l'entorn), un infinit bany de calor a una temperatura constant. Així, en la *distribució canònica* del conjunt de sistemes cadascun dels membres de la col·lecció de sistemes posseeixen una mateixa energia específica constant.

S'utilitza la denominació conjunts *microcanònics* quan els sistemes membres de la col·lecció posseeixen la mateixa energia total E . En aquest cas, en tot l'espai de les fases, la distribució de probabilitat ρ és nul·la, excepte en la superfície d'energia $H(q,p)=E$, on és constant. Sota l'assumpció que l'energia és l'única constant de moviment, en aquella superfície d'energia es troba confinat el punt fase de cadascun dels sistemes en qualsevol temps. La *distribució microcanònica* sembla l'ensemble representatiu apropiat d'una col·lecció de sistemes cadascun dels quals roman perfectament aïllat energèticament del món extern.

²⁹ Un valor experimental o paràmetre termodinàmic no pot ésser comparat amb la variable dinàmica $f(P_i)$ que es refereix a un instant, sinó més aviat amb una *mitjana temporal* o una *ensemble* d'aquella quantitat dinàmica. D'aquesta forma, les magnituds de propietats macroscòpiques observables del gas poden considerar-se com a formes *coarse-grained* de les corresponents quantitats dinàmiques, com l'energia del sistema o la pressió exercida pel sistema. Els paràmetres estadístics o *mitjanes(ensemble) de les funcions fase*, que representen propietats estadístiques del conjunt de microstats (presos sobre el virtual conjunt de sistemes), seran mitjanes de les quantitats significatives microscòpiques sobre *tots* els microstats possibles, un conjunt on caben les fluctuacions, calculades utilitzant la distribució de probabilitat.

Aquestes mitjanes *ensemble* o paràmetres estadístics que representen propietats estadístiques dels moviments individuals de les molècules -la representació dels quals donaria una descripció completa- no poden ésser expressions de totes les propietats observables o fenomenològiques. És el cas de variables termodinàmiques com la temperatura, l'entropia, els potencials químics i quantitats derivades, com l'energia lliure, que no tenen significació en relació a un estat microscòpic singular, i per tant no poden ésser concebudes associativament a una determinada mitjana fase.

Les mitjanes de les funcions fase dels microstats poden calcular-se amb una funció de probabilitat o funció de distribució, una funció de l'espai fase que especifica la probabilitat en la hipersuperfície (en el cas microcanònic). La idea és que la identificació dels paràmetres macroscòpics que caracteritzen l'estat d'equilibri del gas amb les mitjanes de les funcions fase apropiades decideix l'elecció de la funció de distribució adequada. Una funció de distribució és una conjectura amb la qual es calculen les *mitjanes fase* que després s'identificaran amb els paràmetres macroscòpics apropiats. I després es comprova que les mitjanes es troben funcionalment relacionades entre elles en la manera que ho estan els paràmetres macroscòpics del sistema en equilibri (per exemple amb una equació d'estat com la que relaciona pressió, volum i temperatura). La constància en el temps dels paràmetres que formen la descripció de l'equilibri exigeix mitjanes fase constants en el temps, i en conseqüència la *mesura triada* té la característica d'ésser *invariant*, que produirà una funció de distribució que generi mitjanes fase constants en el temps.

³⁰ Ehrenfest P. i T.: 1959 [1912]. Op. cit., pàg. 40

³¹ Zermelo, E.: 1896a. 'On Theorem of Dynamics and the Mechanical Theory of Heat', pàg. 208,9, en Brush, S. G., *Kinetic Theory*, vol. 2 Irreversible Processes, Pergamon Press Ltd., Oxford, 1966.

³² Nietzsche defensà un món en etern retorn, un infinit finit; la raó és que:

"Si l'univers tingués una meta, aquesta meta ja s'hauria assolit. (...) El fet que l'esperit sigui esdevenir demostra que el món manca de meta, d'estat final i que és incapaç d'ésser. Però el costum tradicional de

pensar en un fi, en tot el que succeeix i en un Déu creador que guia el món és tan fort, que el pensador té molta feina de no imaginar-se que la mateixa absència de finalitat en el món sigui una intenció." (pàg. 551)*

Com explica Henri Lefebvre**, les idees del superhome i de l'etern retorn s'imposen perquè no hi ha transcendència a un ésser exterior al món d'una voluntat inesgotable (pàg. 121). Ell resumeix l'argument nietzschia:

"Si l'univers tingués un final, aquest final s'hauria assolit fa un temps infinit. Si l'univers perdés la seva energia, l'univers hauria desaparegut. Si l'energia creadora fos infinita, hi hauria Déu i ell només. Si l'univers tendís fins un equilibri mecànic i no aspirés mitjançant una perpetua ruptura d'equilibri a l'esperit, s'hauria assolit l'equilibri moral. Només queda segons Nietzsche la hipòtesi del 'retorn', que resolc la contradicció entre l'infinit i allò finit, el finit d'allò possible en l'infinit del temps, la duració de l'eternitat."(pàg. 120)

Segons entenem, "l'antic mode de pensar" ("una espècie d'aspiració a creure que de qualsevol manera el món és igual al vell Déu amat, infinit, il·limitadament creador") es diferencia del "esperit científic" en què en aquest darrer cas és incompatible la noció de força infinita amb el concepte de força: "el món, com a força, no ha d'ésser considerat com a infinit"; llavors, segons això, continua Nietzsche, "el món no té la facultat de renovar-se eternament."(pàgs. 551-552). Però la seva proposta no és mecànica, afirmarà Nietzsche:

"Si el món pot concebre's com una quantitat definida d'energia, com un nombre definit de centres d'energia -se segueix d'això que l'univers haurà de travessar un nombre calculable de combinacions en el gran joc de daus el qual constitueix la seva existència. Al llarg d'un temps infinit ha de realitzar-se alguna vegada cada combinació possible; no només això, sinó que també ha de realitzar-se un nombre infinit de vegades. I ja que entre cadascuna d'aquestes combinacions i el seu següent retorn s'han de desenvolupar necessàriament totes les altres possibles combinacions (i com que cadascuna d'aquestes combinacions determinaria la sèrie sencera en el mateix ordre), quedaria d'aquesta manera demostrat un moviment circular de sèries absolutament idèntiques: així es demostraria que el món és un cercle que ja s'ha repetit un nombre infinit de vegades i que juga el seu joc per a tota l'eternitat.

Aquesta concepció no és una mera concepció mecànica, perquè si així fos, no tindria per condició un infinit retorn de casos idèntics, sinó un estat final. Com que aquest món no ha assolit aquest estat final, la concepció mecànica del món ens ha de resultar, en conseqüència, una hipòtesi tan imperfecta com provisional." (pàg. 553-554)

Però Brush***(pàg. 16-17) ens recorda que la recurrència és la conseqüència inevitable de la visió mecanicista de l'univers; el teorema de Poincaré afirma la recurrència eterna de manera que la segona llei no pot ésser sempre vàlida. (Mentre que per a Zermelo la teoria mecanicista era refutada per la mateixa recurrència, en quant *paradoxa*: si la segona llei havia de tenir validesa absoluta més aviat que estadística). Per tant, comenta Brush que Nietzsche no feia una afirmació correcta quan deia que la seva concepció rebutjava el mecanicisme.

En altre ordre de coses, podríem pensar que el mecanicisme no es troba tan allunyat d'un cert 'vitalisme'; la seva eternitat, la seva anul·lació de passat, present, futur (com defensava Einstein) ens alliberen de la mort i aquest cosmos de la física suposa una vida eterna. Però no ens hem d'oblidar que la vida, la possibilitat d'observació, en aquesta visió mecànica, és una fluctuació, es troba dins una desviació que dona sentit a una direcció temporal; no hi ha *vida* si no hi ha *temps*.

*Nietzsche, F.: *La voluntad de poderío*, EDAF, Ediciones.-Distribuciones., S.A., Madrid, 1981.

**Lefebvre, Henri: *Nietzsche*. 1939. Fondo de Cultura Económica, México, 1975.

***Brush, S. G.: 1966. *Kinetic Theory*, vol. 2, Irreversible Processes, Pergamon Press Ltd., Oxford.

³³ Popper, Karl: 1974. *Unended Quest. An Intellectual Autobiography*. The Library of Living Philosophers, Inc. (Traducció castellana: *Búsqueda sin término. Una autobiografía intelectual*. Editorial Tecnos, s.a., Madrid, 3ª edic., 1994, pàg. 211).

³⁴ Zermelo, Ernst: 1896a. Op. cit., pàg. 215.

³⁵ Zermelo, E.: 1986b. 'On the Mechanical Explanation of Irreversible Processes', pàg. 234, en Brush, S. G., *Kinetic Theory*, vol. 2 Irreversible Processes, Pergamon Press Ltd., Oxford, 1966.

³⁶ *Ibid.*, pàg. 236.

³⁷ Boltzmann, Ludwig: 1896. 'Reply to Zermelo's Remarks on the Theory of Heat', pàg. 221, en Brush, S. G., *Kinetic Theory*, vol. 2 Irreversible Processes, Pergamon Press Ltd., Oxford, 1966.

³⁸ *Ibid.*, pàg. 223.

³⁹ Boltzmann, L.: 1897. "On Zermelo's Paper "On the Mechanical Explanation of Irreversible Processes", pàg. 241, en Brush, S. G., *Kinetic Theory*, vol. 2 Irreversible Processes, Pergamon Press Ltd., Oxford, 1966.

⁴⁰ Poincaré, Henri: 1893. 'Mechanism and Experience', pàg. 206, en Brush, S. G., *Kinetic Theory*, vol. 2, Irreversible Processes, Pergamon Press Ltd., Oxford, 1966.

⁴¹ Hobson, Arthur: 1971. *Concepts in Statistical Mechanics*, Gordon and Breach Science Publishers, New

York, London, Paris, pàgs. 7-10.

⁴² Boltzmann, L.: 1877. On the Relation of a General Mechanical theorem to the Second Law of Thermodynamics, pàg. 192, en Brush, S. G., *Kinetic Theory*, vol. 2 Irreversible Processes, Pergamon Press Ltd., Oxford, 1966.

⁴³ Ehrenfest, P. i T.: 1959 [1912]. Op. cit., pàg. 41.

⁴⁴ *Ibíd.*, secc.16. Es tracta de les assercions (III)-(VII).

⁴⁵ *Ibíd.*, Secc.16

⁴⁶ *Ibíd.*, pàg. 32, enunciats IV-VII, els quals tracten amb un continu de moviments que són generats per una determinada distribució d'estat Z per a un temps.

⁴⁷ La mesura de probabilitat sobre els estats ha d'ésser única i invariant durant en el temps. La primera característica s'ha d'acomplir per tal que la probabilitat de trobar un sistema en un estat donat no depengui arbitràriament de la distribució adoptada. La segona perquè es vol representar la distribució d'equilibri. Amb la demostració que les mitjanes fase són equivalents a mitjanes de temps infinit, també es mostra que la mesura microcanònica en Γ_E és l'única mesura invariant (sobre el temps) en la superfície d'energia.

Per a sistemes aïllats i en equilibri sembla natural associar les propietats estadístiques amb mitjanes sobre els microstats pels que passa el sistema durant la seva evolució temporal. La hipòtesi ergòdica és el supòsit que l'estat microscòpic d'un sistema passa per tots i cadascun dels microstats (compatibles amb les lligadures) del sistema en algun temps. Per tant, un sistema mecànic ergòdic satisfà la condició que, sense límit en el temps, el seu moviment no pertorbat travessarà finalment cada punt fase (compatible amb la seva energia total donada) (Ehrenfest, P. i T., op. cit., pàgs.21-22). De la definició de la condició d'ergodicitat s'infereix el corollari que tots els moviments amb la mateixa energia total travessen el mateix camí, i.e., cada sistema en el conjunt representatiu travessa el mateix camí en un temps il·limitat, i per tant tenen la mateixa mitjana temporal límit per a cada funció de la variables fàisques, tots els sistemes produeixen el mateix valor per a la mitjana temporal d'una funció de les variables fase del sistema. D'aquesta manera la hipòtesi ergòdica pot resoldre el problema de la demostració de la identificació de les mitjanes que representen a les propietats termodinàmiques (la mitjana temporal d'una magnitud física en qualsevol sistema de la col·lecció) amb les mitjanes fase (la mitjana de la magnitud en la col·lecció en un instant qualsevol).

Aquesta assumpció que el sistema durant la seva evolució passa successivament per tots els microstats compatibles s'acompliria per a la majoria de sistemes dinàmics conservatius de mesura o volum; un nombre de sistemes no pertanyerien necessàriament a aquest conjunt gran de transformacions ergòdiques. Per a aquesta hipòtesi que la col·lecció sencera de partícules d'un sistema, en un temps suficientment gran, acabarà explorant l'espai de fases en la seva totalitat, la imatge intuïtiva és la d'un gas que ocupa un volum podem imaginar que, en el moviment erràtic que tenen les molècules que el componen, qualsevol d'elles acabarà "visitant" totes les parts d'aquell volum. És a dir, el sistema adquirirà totes les configuracions de posicions i velocitats de les partícules, que són possibles, en l'espai de les fases. Recordem la representació dels punts de l'espai de fases com el conjunt de tots els microstats possibles, i que a partir del sistema trobat en un estat inicial representat per un punt en l'espai fase, el moviment del punt dona la trajectòria del sistema. Llavors dividit l'espai de fases en regions de punts que són col·leccions de microstats (possibles, corresponents a l'estat macroscòpic del sistema) l'interès d'aquell supòsit ergòdic és l'afirmació que el sistema té el seu microstat, el seu punt representatiu, en cadascuna de les regions durant una fracció de temps que serà proporcional al volum de la regió. Recordem que aquest volum de la regió de l'espai fase corresponia a un conjunt de microstats possibles que correspon a un valor de probabilitat. La hipòtesi hauria de recollir la idea que en l'evolució vers l'equilibri, el sistema passa per una successió d'estats cada cop més probables (en cada instant augmenta el nombre de microstats atribuïbles al sistema); dit això en termes temporals: l'evolució temporal del sistema correspon a la permanència dels estats del sistema en intervals temporals cada cop més grans. La hipòtesi ergòdica busca la compatibilitat amb la caracterització de la irreversibilitat dels processos, que afirma que en la successió que incrementa l'entropia s'incrementa la permanència temporal del punt, que representa el nostre sistema, en les regions de l'espai de fases amb una entropia major.

Molt aviat es mostrarà la impossibilitat que la trajectòria del punt representatiu del sistema passarà per tots els punts de la superfície energia en el curs del temps. Degut a la dubtosa existència (la inconsistència de la seva definició) de sistemes ergòdics, la hipòtesi ergòdica se substituï per la hipòtesi quasi-ergòdica; així, en lloc de "travessar cada punt de la superfície d'energia", s'afirma "l'aproximació arbitràriament propera a cada punt de la superfície d'energia". (La diferència entre dues afirmacions: nota 98, pàg. 90 del llibre dels Ehrenfest). És a dir, "donat un microstat inicial d'un sistema i altre microstat qualsevol permès per les constriccions, el sistema que començà en el primer microstat eventualment tindrà un microstat tan pròxim com vulguem al segon microstat donat" (*). Però tampoc no és coneix cap exemple de sistema mecànic que compleixi aquesta condició.

El sistema ergòdic ens dona la imatge de la 'mona mecanògrafa' que tindria una vida prou llarga, immortal, per a, en un temps llarguíssim, escriure les obres completes de A. Dumas, la 'mona mecanògrafa' és una "mona ergòdica".

"Imaginem que s'ha ensinistrat a un milió de mones a colpejar a l'atzar les tecles d'una màquina d'escriure (...) durant varis anys, el nostre exercit de mones dactilògrafes, treballant tots els dies en les mateixes condicions, produïssin cada dia la còpia exacta de totes les impressions, llibres i diaris, que apareixerien el dia corresponent de la setmana següent en tota la superfície del globus, i de totes les paraules que fossin pronunciades per tots els homes en aquell mateix dia. És molt més simple dir que aquestes desviacions improbables són purament impossibles." (Emile Borel. *Le Hasard*. (Traducció castellana: *El Azar*. Edit. La pléyade, Buenos Aires, 1974, pàg.172).

Es tracta del 'miracle de les mones dactilògrafes'. Aquesta "és la probabilitat perquè es produeixi durant un instant molt curt, en el recipient A, una desviació de l'ordre de cent mil·lèsim en la composició de la mescla gasosa."

(*) Sklar, L.: 1993. *Physics and chance. Philosophical issues in the foundations of statistical mechanics*. Cambridge University Press. USA, pàg. 77.

⁴⁸ Ehrenfest, P. i T.: 1959 [1912]. Op. cit., pàg. 30.

⁴⁹ *Ibid.*, pàg. 31.

⁵⁰ *Ibid.*, pàg. 30.

⁵¹ *Ibid.*, pàg. 24.

⁵² *Ídem*.

⁵³ un conjunt d'un nombre infinit d'identiques mostres del gas model, independents entre elles. Vegeu nota 28.

⁵⁴ Ehrenfest, P. i T.: 1959 [1912]. Op. cit., pàg. 25.

⁵⁵ *Ibid.*, enunciat VII, pàg. 35.

⁵⁶ Sklar, L.: 1993. Op. cit., pàg. 71; "O, si no ho són [*de vertaderes*], perquè la teoria que les postula funciona tant bé com ho fa", afegeix Sklar.

⁵⁷ Sklar, Lawrence: 1992. *Philosophy of Physics*. Westview Press, Inc. (Traducció castellana: *Filosofia de la física*, Alianza Editorial, S.A., Madrid, 1994, pàg. 176).

⁵⁸ Sklar, Lawrence: 1993. Op. cit., pàg. 281.

⁵⁹ *Ibid.*, pàg. 282.

⁶⁰ Plato, Jan von: 1987. 'Probabilistic Physics the Classical Way' en *The Probabilistic Revolution*, vol. 2, edited by Lorenz Krüger, Gerd Gigerenzer, and Mary S. Morgan, Massachusetts Institute of Technology, pp. 379-408, pàg. 380.

⁶¹ *Ibid.*, pàg. 384.

⁶² *Ibid.*, pàg. 393.

⁶³ *Ídem*.

⁶⁴ *Ibid.*, pàg. 384.

⁶⁵ *Ídem*.

⁶⁶ *Ibid.*, pàg. 380.

⁶⁷ *Ibid.*, pàg. 389.

⁶⁸ *Ibid.*, pàg. 391.

⁶⁹ *Ibid.*, pàg. 393.

⁷⁰ Sklar, L.: 1992. Op. cit., pàg. 176.

⁷¹ Plato, J. von: 1987. Op. cit., pàg. 386.

⁷² Hobson, pàg. 4.

⁷³ El cas és que la asimetria temporal dels sistemes representa un greu problema per a tots els enfocaments del no-equilibri que postulen probabilitats només com a trets de col·leccions de sistemes i els resultats dels quals constitueixen generalitzacions de la teoria ergòdica. Són resultats simètrics temporalment perquè estan derivats des de la dinàmica subjacent simètrica temporalment. (Vegeu Sklar, L.: 1993, op. cit., pàg. 287).

⁷⁴ Farquhar, I. E.: 1964. *Ergodic Theory in Statistical Mechanics*, John Wiley & Sons, Ltd., G. Britain, pàg. 6.

⁷⁵ Vegeu notes 29 i 47.

⁷⁶ Hobson, A.: 1971. Op. cit., pàg. 5.

⁷⁷ Lavis, D. A.: 1977. 'The Role of Statistical Mechanics in Classical Physics', *British Journal for the Philosophy of Science* 28, pàgs, 255-279, pàg. 268; γ és un subconjunt de l'espai fase que és invariant respecte al flux hamiltonià, ρ és una funció de mesura sobre γ , independent del temps.

⁷⁸ Sklar, L.: 1993. Op. cit., pàg. 77.

⁷⁹ Sklar, L.: 1972. 'Statistical Explanation and Ergodic Theory', *Philosophy of Science*, 40, pp. 194-212, p. 212. La recerca d'explicacions en ciència té la seva fonamentació, a part de la seva funció més immediata, en una nova funció que no és l'explicació, i és el valor que té per al coneixement fer prediccions de successos futurs gràcies als recursos que les explicacions ens subministren. Fins i tot en les explicacions estadístiques, on es plantegen perplexitats, com la de les classes de referència alternatives i de les relacions d'inclusió entre

classes, i sobretot la dels successos de baixa probabilitat, tenim el rol no explicatiu de l'actuació, de la guia per a l'acció racional enfront la incertitud i el risc. Això dóna una justificació pragmàtica per a les noves explicacions que es poden enjudiciar, per exemple, perquè ens permet fer menys assumpcions independents, ens permet l'extensió del nostre control i de les nostres prediccions. (pàgs. 197-202)

⁸⁰ Plato, J. von: 1987. Op. cit., pàg. 391.

⁸¹ Farquhar, I. E.: 1964. Op. cit., pàg. 13.

⁸³ Vegeu nota 90.

⁸⁴ Hobson, A.: 1971. Op. cit., pàg. 5.

⁸⁵ O *transitivitat mètrica* de la superfície energia Σ_E , que és la negació de l'assumpció -més forta que la *quasi-ergodicitat*, i inconsistent amb l'*ergodicitat*- que γ pugui ésser descompost en dos subconjunts d'invariant mesura *no-zero* respecte a ρ (vegeu, e.g., Lavis, D. A.: 1977. Op. cit., pàg. 269). Però en donem la definició sencera:

"si Ω és un conjunt invariant de mesura finita en l'espai Γ , serà mètricament transitiu (i el grup d'automorfismes que descriuen el moviment serà mètricament transitiu) si Ω no pot dividir-se en dos subconjunts invariants Ω_1 i Ω_2 de mesura no-zero. (...), la propietat de la transitivitat mètrica implica que els límits $f^*(P)$ de les mitjanes temporals són constants quasi en totes parts de Ω (llevat que pugéssim descompondre Ω en dos subconjunts invariants de mesura no-zero, ja que les $f^*(P)$ són integrals de moviment)." [Jancel, R.: 1963. *Les Fondements de la Mécanique Statistique Classique et Quantique*, Gauthier-Villars, Paris (Traducció anglesa: *Foundations of Classical and Quantum Statistical Mechanics*, Pergamon Press Ltd. 1969, pp.322,323)]

Aquesta assumpció, d'impossibilitat d'indescanponibilitat de la superfície d'energia del sistema a l'espai fase en dues o més regions invariants de mesura no-zero, és equivalent a l'afirmació que no hi ha altres constants de moviment del sistema aïllat a part de l'energia, que també és equivalent a la condició ergòdica, a la igualtat de mitjanes fase i temporals. Khintchine demostrà que eren impossibles els sistemes amb transitivitat mètrica fent ús de la continuïtat i de la mesurabilitat de les integrals del moviment.

⁸⁶ Plato, J. von: 1987. Op. cit., pàg. 398.

⁸⁷ *Ibíd.*, pàg. 399.

⁸⁸ Sklar, L.: 1993. Op. cit., pàgs. 77,78.

⁸⁹ Krylov esmenta tres vies diferents en la consecució de requisits més febles per a l'ergodicitat que la transitivitat mètrica. Veg. Krylov, N.: 1950, 1979, op. cit., pàg. 133.

⁹⁰ La condició de *transitivitat mètrica* de la superfície energia Σ_E no es compleix si existeixen a més del hamiltonià altres constants de moviment aïllades independents. S'ha mostrat molt difícil la prova de la *no existència* d'addicionals constants de moviment aïllades, llevat del cas mostrat per Sinai (1967) de dues esferes dures, contingudes dins una caixa paral·lelepípedica amb parets perfectament elàstiques". (Lavis, D. A.: 1977. Op. cit., pàg. 269)

⁹¹ El teorema mostra sistemes dinàmics físics on la descripció del moviment del punt representatiu dóna una trajectòria quasi-periòdica limitada a certes parts de tot l'espai fase disponible en lloc de presentar la tendència ergòdica a recórrer tot aquell espai. La majoria de certa classe de sistemes conservadors hamiltonians poden representar un moviment integrable; el teorema garanteix en un gran nombre de casos un moviment no integrable i no ergòdic. Una evolució no integrable no necessita ésser completament ergòdica.

"En l'actualitat només ha estat feta per a uns casos senzills la demostració d'existència de condicions suficients per a regions d'estabilitat KAM. Però hi ha una forta raó per a sospitar que el cas d'un gas de molècules que interactuen per les típiques forces potencials moleculars obtindrà les condicions perquè siguin vàlids els resultats KAM. El cas del model boltzmannià de les esferes dures en una caixa escapa als resultats del teorema KAM a causa de la naturalesa singular de la interacció molecular, on les forces són zero fins que les molècules es troben i aleshores esdevenen infinites." (L. Sklar: 1993. Op. cit., pàg. 172)

⁹² La *derivació rigorosa de l'equació de Boltzmann*, per exemple de Landford, és un altre enfocament que també atribueix microstats exactes als sistemes individuals i probabilitats només a les col·leccions. No assumeix reateorització; una assumpció d'aleatorietat *inicial* temporalment simètrica no es propaga en el temps. No adopta la probabilitat de l'evolució en la lectura de la corba de concentració a través dels *microstats aclapadorament probables en temps específics*, que afirma el manteniment de l'equació de Boltzmann en la mitjana, sinó que torna a la idea original d'un curs d'evolució "*aclapadorament probable*", torna a la idea que l'equació cinètica o de Boltzmann és una descripció apropiada del desenvolupament temporal de *quasi-tots* els punts inicials o sistemes subjectes a les constriccions inicials -si més no en el límit triat i per a un temps molt curt. (Vid.: L. Sklar, op. cit., 1993, p. 277 i 287, i 1992, op. cit., p. 201)

⁹³ Sklar, L.: 1993. Op. cit., pàg.233.

⁹⁴ *Ibíd.*, pàg. 234.

⁹⁵ S'han establert condicions formals d'inestabilitat dinàmica: sistema C (o sistema Anosov), sistema K , sistema

Bernoulli. No podem oferir les definicions tècniques d'aquests sistemes, però una bona font de l'estudi formal de la inestabilitat dinàmica és el treball de V. Arnold i A. Avez, *Ergodic Problems of Classical Mechanics*. New York: Addison Wesley (1968). Aquí intentem traslladar el resum fet per Sklar en *Physics and Chance*, pàgs. 235-240, i que en dona una certa noció del que és expressat en les definicions formals.

La idea intuïtiva de *mescla* remunta la seva història si més no fins a la presentació original de J. Willard Gibbs (1960. [1^a publicació: 1902] *Elementary Principles in Statistical Mechanics*. Dover Publications, Inc. New York, pàg.146) de l'analogia que il·lustra l'evolució d'un fluid que manifesta *dependència sensitiva* de la seva condició inicial. En remoure una solució d'aigua (90%) i d'una porció de tinta negra (10%) en un recipient transparent, la tinta es trenca en filaments cada cop més nombrosos i petits. Amb el transcurs del temps una regió finita del líquid mostrarà una uniformitat de color gris. Però una inspecció suficientment propera mostraria que cada volum o és clar com l'aigua o és negre com la tinta. [Encara que tinguéssim un coneixement prou precís de la posició inicial d'una molècula determinada de tinta negra no podríem predir la seva localització.] La informació obtinguda amb aquesta inspecció més propera, 'microscòpica', és una descripció més fina que conté la localització del punts fase, i no és present a la mirada nua de l'ull que correspon a una visió de gra gruixut que compartimentada en cel·les d'algun volum les regions de l'espai fase Γ i especifica els nombres d'ocupació per a les cel·les.

Aquesta imatge de Gibbs dona la *representació estàndard de l'apropament a l'equilibri*. El conjunt representatiu inicial es concentra en una relativament petita regió inicial de la superfície d'energia Γ_E . L'evolució dinàmica de cadascun dels diferents microstats possibles que formen aquest ensemble inicial pot produir que la regió inicial esdevingui altament fibrosa si en l'evolució les trajectòries corresponents a microstats molt similars divergeixen en el temps. L'expansió uniforme, en forma fibrosa, de xarxa sobre la totalitat de la superfície d'energia, és el tipus d'evolució de gra gruixut adequada per a la representació de l'evolució vers l'equilibri i que alhora pugui assumir el teorema de Liouville que garanteix que el volum de la regió inicial es manté en el temps, amb la qual cosa no pot cobrir uniformement Γ_E , llevat que ja es trobi en l'equilibri. Tot i mantenint en el temps -d'acord amb el teorema- la grandària de la regió inicial, la forma de l'evolució pot ésser la d'una complicada teranyina que s'apropa a la *distribució microcanònica*. S'assoleix l'equilibri quan la suficientment uniforme distribució de microstats en les cel·les s'aproxima a la distribució de l'equilibri. La divergència en el temps de punts inicialment molt propers és una indicació de la *inestabilitat dinàmica*.

Per als sistemes o transformacions K s'ha de considerar un procés mantingut en el límit del temps infinit, des de l'infinit del temps passat fins el present, que consisteix de considerar observacions en cada estipulat interval temporal finit de tots els conjunts que es poden generar per la inclusió de les interseccions dels conjunts originals amb els nous conjunts. És a dir, l'evolució de gra gruixut és considerada en un temps donat; després, en un temps posterior es considera el que succeeix en els compartiments fàscics i així identificar els conjunts que s'han generat en la transformació temporal de gra gruixut. Llavors es genera l'àlgebra de tots els conjunts mesurables en l'espai fàsic; al límit d'aquesta combinació d'una partició i una evolució dinàmica particular resulta una col·lecció de conjunts que conté tots els conjunts mesurables de l'espai fase.

La localització de la trajectòria d'un especificat sistema és la identificació del compartiment de la partició de l'espai fase on en un moment donat s'ubica el punt fase representatiu. La seqüència infinita dels nombres de localització és la història de gra gruixut de l'evolució del sistema particular, on, per a la següent observació es pot afirmar amb certesa probabilista -probabilitat 1- la localització de la trajectòria en un compartiment específic de la partició gra gruixut de l'espai fase. Si, donada la seqüència d'ocupacions de compartiments per a tot el temps passat, es pot fet la predicció del resultat següent amb probabilitat 1, llavors *el procés és determinista*. En correspondència, si el procés (\mathcal{P}, α) és determinista per a totes les particions α , llavors la transformació \mathcal{P} és determinista. (*) L'evolució dinàmica és *determinista en el sentit probabilista* (cosa que vol recordar, aclareix Sklar, que és compatible la probabilitat 1 d'ubicació amb un conjunt de mesura zero de les trajectòries que tenen la mateixa història però amb una ubicació posterior en un diferent compartiment de la partició).

Un sistema K té la propietat que cap partició finita en ell és determinista, no existeix cap partició finita tal que el procés descrit per la transformació en la partició sigui determinista. Els sistemes K són *en un sentit probabilista radicalment indeterministes*, continua Sklar, perquè aquests sistemes presenten una evolució dinàmica en què el procés resultant obeeix *la llei 0 o 1* de la teoria de la probabilitat. Això significa que donada una partició finita de l'espai, del grau de finesa que sigui, el procés té la propietat 0/1 quan, encara tenint coneixement del procés en la seva sencera història passada, arbitràriament distant, en relació a la partició, és impossible predir amb probabilitat 1 el següent compartiment ocupat pel sistema. Els únics esdeveniments (la ubicació o no de la trajectòria en un compartiment donat en la següent observació) que es poden predir amb certitud (probabilista) -amb probabilitat 1- en cada interval temporal següent són aquells que, independentment de la història passada, corresponen a observacions que tenen probabilitat 0 o 1. Per

tant, els sistemes K satisfan la llei zero o u des de la teoria de la probabilitat. En aquest sentit es pot veure que els sistemes produeixen evolucions deterministes; per tant els únics conjunts que són probabilísticament deterministes són aquells que tenen mesura zero o u, i no es pot determinar cada resultat següent, que és independent de la sencera història passada.

La condició que es compleix en el cas especial de sistema K que és el sistema Bernoulli és que el coneixement de la història passada sencera no proporciona cap informació sobre l'estat següent, en el sentit que són probabilísticament independents.

Des del passat infinit fins el futur infinit hi ha mesuraments de gra gruixut en estipulats intervals temporals. Per a cada trajectòria hi ha un seqüència doblement infinita de números que indica en quin compartiment es trobava la trajectòria en un temps específic. En la col·lecció infinita de seqüències així formada hi haurà un distribució de probabilitat que sobre les seqüències determina la proporció que satisfà una condició específica: tenir una seqüència finita que hi aparegui en alguna part. En els sistemes Bernoulli el coneixement de la sencera història passada de compartiments ocupats és insuficient per a millorar la predicció sobre la ubicació del sistema es trobarà després en un compartiment donat. El grau d'aleatorietat d'aquesta insuficiència és el de la independència probabilista de la història passada sencera, fins i tot en relació a una mesura que és generatriu: “diem que un sistema Bernoulli té una partició una partició generatriu α tal que donada la transformació \mathcal{P} , les particions $\mathcal{P}^i(\alpha)$ són independents per a tot i . (Les dues particions α i β són independents si $\mu(A_i \cap B_j) = \mu(A_i) \mu(B_j)$, $A_i \in \alpha$, $B_j \in \beta$.) Així, aquests sistemes exhibeixen conducta que és en un sentit ben definit tan “aleatòria com una tirada de moneda”. (**)

(*) Batterman, Robert W.: 1991. ‘Randomness and Probability in Dynamical Theories: On the Proposals of the Prigogine School’, *Philosophy of Science*, vol. 58, nº 2, pàgs. 241-263, pàg. 248. (**). *Ibid.*, pàg. 249.

⁹⁶ Sklar, L.: 1992. *Op. cit.*, pàg. 200.

⁹⁷ Batterman, Robert W.: 1991. *Op. cit.*, pàg. 246.

⁹⁸ (Batt., CP, p.193)

⁹⁹ Batterman, Robert W.: 1991. *Op. cit.*, pàgs. 241-263, pàg. 250.

¹⁰⁰ Prigogine, Ilya i Stengers Isabelle: 1988. *Entre le temps et l'éternité*. Librairie Arthème Fayard, Paris. (Traducció castellana: *Entre el tiempo y la eternidad*, Alianza Editorial, S.A., Madrid, 1990, pàg. 117-118).

¹⁰¹ *Ibid.*, pàg. 201, 202.

¹⁰² *Ibid.*, pàg. 87.

¹⁰³ *Ibid.*, pàg. 198.

¹⁰⁴ *Ibid.*, pàg. 87.

¹⁰⁵ *Ibid.*, pàg. 206.

¹⁰⁶ *Ibid.*, pàg. 100. Prigogine il·lustra la irreversibilitat del procés probabilista markovià amb el model de les urnes de P. i T. Ehrenfest (o ‘joc dels Ehrenfest’) que intenta mostrar un procés probabilista amb orientació temporal (I. Prigogine, 1997, *Op. cit.*, pàgs. 84-86).

¹⁰⁷ Prigogine Ilya i Stengers, Isabelle: 1979. *La nouvelle alliance – Métamorphose de la science*. Editions Gallimard, 1979 (Traducció castellana: *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia*. Alianza Editorial, S.A., Madrid, 2ª edic., 1990, pàg. 290).

[Les cursives són nostres]. [*] ‘Aproximació’ significa aquí mesurament de gra gruixut (coarse-graining). Això és important, i el seu aclariment és decisiu en la valoració de la teoria de l'escola de Prigogine en quant a l'objectiu d'haver demostrat una probabilitat irreductible; els autors volen dir que el seu mètode evita arrencar des de particions de l'espai fase. Aquestes particions no són dinàmica justificades, reben l'acusació d'arbitràries, permeten construir una teoria sense fer ús del precís estat dinàmic, i -posades en correspondència amb l'entropia- reben l'acusació de no ésser res més que el mesurament de la nostra ignorància. Però el problema és que donen la imatge de l'evolució macroscòpica expressada per la segona llei en l'increment entròpic. [**] ‘^’ és el símbol que han fet servir per a la representació de l'operador que genera la transformació no unitària que intervindrà en la connexió de la dinàmica amb el procés probabilista markovià, irreversible i ahora recurrent, sense fer servir un “procediment d'aproximació”.

¹⁰⁸ Prigogine, Ilya i Stengers Isabelle: 1988. pàgs. 127-128.

¹⁰⁹ *Ibid.*, pàg. 104.

¹¹⁰ *Ibid.*, pàgs. 201, 202.

¹¹¹ *Ibid.*, pàg. 117.

¹¹² *Ibid.*, pàg. 199.

¹¹³ *Ibid.*, pàg. 200.

¹¹⁴ *Ibid.*, pàg. 210.

¹¹⁵ *Ibid.*, pàg. 117.

¹¹⁶ *Ibid.*, pàg. 118.

¹¹⁷ Prigogine, I.: 1997. *Op. cit.*, pàg. 92.

¹¹⁸ Prigogine I. i Stengers, I.: 1979. *Op. cit.*, pàg. 286.

¹¹⁹ *Ibíd.*, pàg. 287.

¹²⁰ *Ibíd.*, pàg. 290.

¹²¹ Prigogine, I.: 1997. Op. cit., pàg. 118.

¹²² *Ibíd.*, pàg. 114.

¹²³ Prigogine, I. i Stengers I.: 1988. Op. cit., pàg. 117.

¹²⁴ Prigogine, I.: 1997. Op. cit., pàg. 116.

¹²⁵ *Ibíd.*, pàg. 117.

¹²⁶ *Ibíd.*, pàg. 144.

¹²⁷ *Ibíd.*, pàg. 145.

¹²⁸ *Ibíd.*, pàg. 95.

¹²⁹ *Ibíd.*, pàg. 31,2.

¹³⁰ Tenint en compte la diferència intrínseca entre 'caos molecular' i 'estat correlacionat', (Prigogine, I. i Stengers I.: 1988, op. cit., pàg. 126) la inversió de velocitats només té un efecte transitori i en canvi domina la fletxa del temps. L'evolució antiboltzmanniana que presentava aquella objecció de la reversibilitat, la inversió que crea correlacions, i duu el sistema a obtenir l'estat inicial, resulta més difícil de preparar quant més gran és el nombre de col·lisions. En aquest cas, i per a temps llargs "domina la fletxa del temps", en lloc de la reversibilitat. O sigui, la funció *H* no recupera el seu valor inicial, sinó més baix; l'evolució antiboltzmanniana produïda per la inversió només té un efecte transitori: "Quant més s'allarga el temps de l'evolució que precedeix a la inversió de velocitats menys efecte tindrà aquesta. Per a temps llargs la fletxa del temps domina l'evolució del sistema." (*Ibíd.*, pàg. 202) Perquè l'ordre temporal entre col·lisions i correlacions ha pogut utilitzar-se per a la definició de la diferència entre col·lisions que impliquen evolució vers l'equilibri i col·lisions que impliquen allunyament de l'equilibri. (*Ibíd.*, pàg. 128)

Mitjançant la no-integrabilitat Prigogine descriu com es pot rebutjar l'objecció de Loschmidt de la reversió. Es tracta de considerar les *col·lisions*, un fet que entra en la noció de *ressonància*, com element dins un *flux de correlacions*. El gran nombre de col·lisions explica la diferència objectiva entre evolucions termodinàmiques i antitermodinàmiques. Es pot arribar a afirmar l'horitzó temporal produït, prenent en compte la dinàmica de les *correlacions* creades per les *col·lisions* (que constitueixen *ressonàncies* que condueixen a una forma de *caos*) que queda diferenciada de la descripció sota la descripció probabilista del 'caos molecular', on la introducció clàssica de la probabilitat en la dinàmica no permetria encara assumir la noció del temps, en no distingir-se físicament les direccions temporals.

Establir aquella diferència entre estats inicials vers evolució termodinàmica i vers evolució antientròpica és establir la diferència entre *col·lisions que impliquen evolució vers l'equilibri* i *col·lisions que se n'allunyen*. (*Ibíd.*, pàg. 128) L'anàlisi de la col·lisió permet distingir dos tipus intrínsecament diferents de col·lisions. Les creades en un sistema en estat de 'caos molecular'; són col·lisions entre partícules definides com a independents les unes de les altres, creen correlacions entre partícules independents, i impliquen evolució vers l'equilibri. La col·lisió crea correlacions entre partícules independents, i fan més "desordenades" les seves velocitats. D'altra banda, les col·lisions produïdes entre partícules correlacionades (o "pre-correlacionades") (o *estat correlacionat*) i que destrueixen les correlacions entre aquestes partícules. Les correlacions pre-colisionals es destrueixen, però la distribució de velocitats s'allunya del seu valor d'equilibri. Aquestes col·lisions que sorgeixen des de partícules correlacionades allunyen de l'equilibri al sistema. Per tant, és la dinàmica de les correlacions (el flux de correlacions) el que permet fundar la possibilitat d'una descripció probabilista i el que dona validesa a la descripció cinètica de Boltzmann (*Ibíd.*, 1988, pàg. 130), on les probabilitats no permetien explicar la fletxa del temps (*Ibíd.*, 1988, pàg. 126).

L'ampliació de la dinàmica en la formulació estadística de les lleis de la dinàmica ve per la via oberta no sols dels sistemes càdtics, sinó també de la no-integrabilitat, la qual, explicada des de l'existència de col·lisions (ressonàncies) i flux de correlacions, descriu l'evolució de la *distribució de probabilitat* en un gran conjunt de molècules. La consideració de l'evolució de la distribució de probabilitat com a efecte de les col·lisions en un gran conjunt de molècules exigeix precisar el mecanisme del naixement i propagació de correlacions en el curs del temps, l'obstacle per a la no-integrabilitat del sistema. Això evidenciarà l'aparició de la irreversibilitat, la creació d'ordre temporal, en el nivell estadístic, on les ressonàncies queden eliminades.

En un sistema *no-integrable* en el sentit de Poincaré, com és el cas d'un sistema de partícules amb interaccions, tal com el nostre gas constituït per un nombre molt gran d'elles, hi haurà *col·lisions i flux de correlacions*. Com a propietat dels sistemes no-integrables, l'existència de ressonàncies(*), que condueixen a una forma de caos, impedeix la integrabilitat del sistema perquè obstaculitzen que la representació del sistema sigui isomòrfica amb el comportament d'un sistema de partícules lliures, sense interacció; o sia, que "bloquegen el camí que duu de les equacions de moviment a la construcció de trajectòries que constitueixen

la solució”. Això vol dir que no hi ha equivalència entre els punts de vista individual (en termes de trajectòries) i estadístic (en termes de conjunts), sinó un trencament. Aquesta equivalència existeix en el comportament dinàmic estable, com és el cas d’una aplicació periòdica, que correspon a un sistema integrable. Però en un sistema dinàmic inestable (del qual exemplifica un cas senzill de caos determinista en l’aplicació de Bernoulli: varies solucions no expressables en trajectòries) l’evolució de la seva distribució de probabilitat (de conjunts descrits per l’operador Perron-Frobenius) no mostra que només hi ha una solució per a l’evolució, com és el cas d’un sistema integrable, sinó que noves solucions no expressables en termes de trajectòries apareixen en el nivell estadístic (“en contrast amb la descripció en termes de trajectòria, la distribució de probabilitat convergeix ràpidament vers el seu valor d’equilibri” (Prigogine, I.: 1997 Op. cit., pàg. 96)).

Amb aquesta producció persistent de les ressonàncies en un conjunt de partícules(**) s’arriba als límits de validesa de la descripció en termes de trajectòries, ja no serveix aquesta descripció newtoniana, cal que el sistema sigui descrit mitjançant *distribucions deslocalitzades*. Per tant, per a Prigogine, la situació d’un sistema dinàmic com l’estudiat per la teoria cinètica es resol en la transformació de la descripció en termes de trajectòries en un nou principi de descripció, intrínsecament irreversible i probabilista.

(*) Aquelles col·lisions entre molècules constitueixen *ressonàncies* entre els graus de llibertat del sistema. Aquestes ressonàncies intervindran en el que es refereix a les propietats macroscòpiques de la matèria que, com les transicions de fase, requereixen *descripcions estadístiques* que no són reductibles a descripcions individuals. Des del punt de vista dinàmic, la col·lisió és un exemple de ressonància. Poincaré mostrà que l’existència de punts de ressonància impedeix definir com a integrables la majoria de sistemes dinàmics. Això significa un obstacle per a la descripció en termes de trajectòries deterministes i reversibles. La teoria cinètica s’aplica a un gran sistema dinàmic, amb punts de ressonància “quasi per tot arreu” en l’espai de fases.

(**) Les ressonàncies de Poincaré depenen del hamiltonià (de la dinàmica), però des de les equacions deterministes de la dinàmica clàssica fan aparèixer *termes difusius* que es tornen dominants quan les interaccions són persistents. Aquesta característica de les interaccions caracteritza la descripció macroscòpica per als sistemes termodinàmics. L’ús de l’anomenat *límit termodinàmic* prové de l’existència d’*interaccions persistents*, segons Prigogine. (Sense aquest límit no seria possible introduir i distingir els estats ben definits de la matèria, com els estats gasós, sòlid o líquid, ni les *transicions de fase* entre aquests estats, ni es podria establir la diferència entre les situacions properes i les allunyades de l’equilibri). Però com que les interaccions persistents aconsegueixen un paper central en la teoria dinàmica i també caracteritzen la descripció macroscòpica, la noció de límit termodinàmic té un paper crucial, afirma Prigogine, en l’articulació entre la descripció microscòpica i les propietats macroscòpiques. El límit termodinàmic “correspon precisament a les condicions d’aparició d’una *descripció probabilista irreductible*, la qual cosa concorda plenament amb l’observació: en efecte, en física macroscòpica la irreversibilitat i les probabilitats s’imposen amb més evidència.” (I. Prigogine, 1997, Op. cit., p.48)

¹³¹ Prigogine, I.: 1997. Op. cit.

“Els resultats exposats en aquest capítol són notables en quant es relacionen amb sistemes caracteritzats per un nombre petit de graus de llibertat. D’aquesta manera permeten refutar les interpretacions antropològiques de la irreversibilitat segons les quals aquesta irreversibilitat provindria de les aproximacions introduïdes per nosaltres. (...) És veritat que la descripció en termes de trajectòries conserva la seva validesa si les condicions inicials són conegudes amb una precisió infinita. Però allò no correspon a cap situació realista.” (pàg. 119)

Per tant, la desviació que ens separa del poder imaginat en experiments mentals de l’ideal d’omnisciència no queda reduïda en els procediments de simulació numèrica fent servir ordinadors. Per a qualsevol estat inicial, de qualsevol sistema dinàmic caòtic (sistemes suficientment inestables) la precisió finita del seu coneixement mostra que, dependent de la dinàmica intrínseca, hi ha un *‘horitzó temporal’*. Però és que a més a més:

“Els sistemes no-integrables de Poincaré hi adquireixen una importància considerables. En aquest cas, la ruptura entre la descripció individual (trajectòries o funcions d’ona) i la descripció estadística serà encara més espectacular. Per a aquests sistemes, com veurem, el dimoni de Laplace és impotent; no importa la seva sapiència, finita o fins i tot infinita.” (pàg. 120)

¹³² van Kampen, N. G.: 1991. ‘Determinism and Predictability’. *Synthese* 89, pàgs. 273-281)

“TEOREMA: El determinisme ontològic a la Laplace no pot ésser provat o desaprovat en base a observacions.” (p. 274)

¹³³ *Ibid.*, pàg. 278.

¹³⁴ A més, l’estudi del *caos determinista* ens ofereix també com una descripció seva la imatge matemàtica de la *‘transformació del flequer’*, un model de sistema dinàmic caòtic. Aquesta transformació permet afirmar a Prigogine la relació entre *inestabilitat* (existència de *punts de bifurcació*) i un *horitzó temporal*. Però altra

manera de dir-ho serà que la conducta del sistema *es fa inestable* quan arriba a la singularitat dels punts de bifurcació. En aquests punts les probabilitats no poden ésser substituïdes per un millor coneixement, a partir d'ells el sistema "pot evolucionar vers diversos règims de funcionament estables." (Prigogine, I. i Stengers, I.:1988. Op. cit., pàgs. 68-69) El punt de bifurcació mostra el caràcter irreductible de la situació probabilista.

A la idea d'horitzó temporal s'arriba, aleshores, des de la consideració de la qüestió de la precisió de les condicions inicials i la seva visió des del tractament ofert per la 'transformació del flequer' (Prigogine, I.: 1997. Op. cit., pàg. 105-106), on les trajectòries periòdiques són l'excepció (Prigogine, I. i Stengers I.: 1988. Op. cit., pàg. 122). El problema de la precisió de les condicions inicials s'expressa en la divergència exponencial de les trajectòries (exponent de Lyapounov positiu), la qual cosa mostra que un horitzó temporal invalida la descripció en termes de trajectòries individuals. Això justifica la validesa -i no per la seva utilitat com a concepte auxiliar- de l'aplicació d'una llei probabilista (que està representada per l'exemple de la tirada de la moneda, on una llei probabilista s'usa per a descriure una trajectòria determinista). La qüestió de la precisió de les condicions és una noció que es descriu més clarament mitjançant l'exemple de la transformació del flequer, la qual ens permet calcular el valor de l'exponent de Lyapounov. Aquest temps de Lyapounov mesura l'horitzó temporal que tenen els sistemes caòtics. (Prigogine, I. i Stengers I.: 1988. Op. cit., pàg.109) (L'anàlisi més detallat d'aquesta transformació condueix a la seva possibilitat de descripció en termes de desplaçament de Bernoulli). Així doncs, la llei probabilista sorgeix del fet que no hi ha precisió de les condicions inicials que puguin evitar-la. Aquí es mostra la invalidesa de les objeccions a Boltzmann. (Prigogine, I. i Stengers I.: 1988. Op. cit., pàg. 68-69)

¹³⁵ Sklar, L.: 1993. Op. cit., pàgs. 150-151.

¹³⁶ Reichenbach, Hans: 1949. *The Theory of Probability*. University of California Press, 2ªedició, pàgs. 359-361.

¹³⁷ Sklar, L.: 1993. Op. cit., pàg. 5.

¹³⁸ *Ibíd.*, per exemple pàgs. 261-262, 280, 281.

¹³⁹ Racionalització diferent de la derivació de Landford de l'equació cinètica de Boltzmann on la lectura resultant indica una aclaparadora probabilitat d'evolució.

¹⁴⁰ Ehrenfest P. i T.: 1959 [1912]. Op. cit., pàg. 40

¹⁴¹ Si l'evolució està totalment determinada per l'estat inicial i les lleis ("l'evolució del conjunt està fixada pel conjunt inicial i per l'evolució dinàmica determinista de cada gas en la col·lecció"), s'ha d'establir la consistència de la postulació de la validesa del *Caos Molecular* -la suposició emprada per Boltzmann en la derivació de la seva equació evolució- amb la col·lecció inicial apropiada i les lleis; s'ha de justificar la legitimitat de la suposició de la realeatorietat. (Sklar. L.: 1992. Op. cit., pàg. 179).

Es necessita demostrar el resultat que "una probabilitat inicial corresponent a una situació de no-equilibri evolucionarà, efectivament, en el sentit de 'gra gruixut', vers la distribució de probabilitats associada amb l'equilibri". L'obtenció del resultat necessita com a condició l'afegiment "als enunciats subjacents sobre l'estructura del sistema i a les lleis dinàmiques subjacents" de la imposició de "un enunciat general d'un Postulat de Caos Molecular a la teoria." ("el descendent de la Hipòtesi Relativa al Nombre de Col·lisions de Boltzmann," i que "pot prendre formes diferents, depenent de com volem modelar matemàticament l'evolució de la distribució de probabilitats.") Sklar pregunta pel procediment que ens doni la seguretat que "l'evolució així determinada tindrà, de fet, el tipus de naturalesa permanentment 'realeatoridora' que s'utilitza per a derivar l'aproximació a l'equilibri quan se suposa Caos Molecular": "Aquí hi ha problemes profunds de consistència entre el postulat i les dinàmiques subjacents." (Sklar. L.: 1992. *Ibíd.*, pàg. 191)

¹⁴² Sklar, L.: 1993. Op. cit., pàg. 282.

¹⁴³ *Ibíd.*, pàg. 241. Vegeu nota 95.

En "l'aplicació de la *mescla* per a l'elaboració d'un model d'aproximació a l'equilibri", hi ha un supòsit probabilístic que no resulta derivat de la constitució ni de les lleis dinàmiques del sistema, que afirma que *hem de descartar els conjunts de mesura zero* o "distribucions inicials de probabilitat patològiques en les quals la probabilitat distinta de zero es concentra en col·leccions de microstats que tenen probabilitat zero en la mesura estàndard". (Sklar, L.: 1992. Op. cit., pàg. 199)

¹⁴⁴ Vegeu nota 91

En la teoria de l'equilibri, l'ergodicitat per a casos més realistes fou feta impossible perquè la majoria de sistemes realistes "es troben (probablement) en el domini del teorema KAM". De la mateixa manera, *la mescla* resultarà impossible si els sistemes realistes no acompleixen les condicions necessàries perquè es doni la mescla, si existeixen "regions distintes de zero de microstats que generen trajectòries estables, trajectòries que no es desplacen per tota la regió disponible de microstats." Llavors es necessita enunciar l'apel·lació al gran nombre de constituents del sistema a més de, també, "algun argument en el sentit que les regions d'estabilitat seran molt petites i que fora d'aquestes regions el moviment serà prou caòtic per a generar, si no una mescla en sentit pur, algun substitut raonable d'aquesta" (Sklar, L.: 1992. Op. cit., pàg. 200), però "el vast nombre de microcomponents apareix només al final de l'argument quan volem passar dels valors mitjans als valors més probables de les quantitats." (*Ibíd.*, pàg. 203)

- ¹⁴⁵ Vegeu nota 130.
- ¹⁴⁶ *Ibid.*, pàg. 282.
- ¹⁴⁷ *Ibid.*, pàg. 288. Vegeu nota 130.
- ¹⁴⁸ Sklar, L.: 1972. ‘Statistical Explanation and Ergodic Theory’, *Philosophy of Science*, 40, pàgs. 194-212.
Sklar explica les raons que motiven aquesta demanda addicional que deixa viu el problema justificacional:
“podem ésser capaços de derivar les mateixes prediccions per a les interrelacions d’equilibri dels paràmetres macroscòpics des d’una nova funció de distribució bastant diferent de la que s’havia trobat. A més a més, hi ha una sensació intuïtiva, justificada o no, en bona part dels científics, que cap nova hipòtesi es troba efectivament justificada inductivament fins que noves prediccions en siguin extretes. Precisament, no és suficient proporcionar un informe “explicatiu” dels trets legals *coneguts* del món.”(p. 206-207)
- ¹⁴⁹ Vegeu el final de la nota 47 sobre mitjanes fase, on semblaria que l’assumpció d’una funció de distribució seria ja justificada en la satisfactòria identificació dels càlculs sorgits des d’aquella funció amb les variables macroscòpiques d’estat.
- ¹⁵⁰ La demostració que la mesura microcanònica en la superfície d’energia és *l’única* mesura *invariant* temporalment en la superfície d’energia s’aconsegueix també amb la demostració que les mitjanes fase són equivalents a mitjanes de temps infinit, tasca que s’assoleix amb l’assumpció ergòdica.
- ¹⁵¹ “Volem que la nostra mesura de probabilitat sobre els estats sigui única; del contrari la probabilitat de trobar un sistema en un estat donat dependrà arbitràriament de quina distribució adoptem.” (Robert W. Batterman. ‘Irreversibility and Stastistical Mechanics: A New Approach?’ *Philosophy of Science*, 57 (1990) pp. 395-419, pàg. 401).
- ¹⁵² Vegeu notes 23 i 28.
- ¹⁵³ Sklar, L.: 1972. *Op. cit.*, pàg. 211.
- ¹⁵⁴ Sklar, L.: 1993. *Op. cit.*, pàgs. 153-154.
- ¹⁵⁵ *Ibid.*, pàg. 281.
- ¹⁵⁶ *Ibid.*, pàg. 123.
- ¹⁵⁷ *Ibid.*, pàg. 292.
- ¹⁵⁸ Ens aproparem al tractament d’aquesta qüestió en el següent apartat ‘IX.5.1. Probabilitat i irreversibilitat’.
- ¹⁵⁹ Denbigh, K. G.: 1989. ‘The Many Faces of Irreversibility’, *Brit. J. Phil. Sci.* 40, pàg. 509.
- ¹⁶⁰ Prigogine Ilya i Stengers, Isabelle: 1979. *Op. cit.*, pàg. 290.
- ¹⁶¹ Batterman, Robert W.: 1991. *Op. cit.*, pàg. 261.
- ¹⁶² Sklar, L.: 1993. *Op. cit.*, pàg. 365.
- ¹⁶⁸ Veg. Krylov, 1979, *op. cit.*, pàg. 19.
- ¹⁶⁹ Obeir la llei de distribució uniforme dels microstats inicials dins una regió de l’espai fase $\Delta\Gamma_0$ delimitada per un experiment significa “que en realitzar una sèrie infinita d’experiments per a la determinació de la ubicació del sistema en l’espai fase, en la identificació d’aquells casos on el sistema es troba dins $\Delta\Gamma_0$ i fent correccions finals en la posició del sistema fins el límit màxim permès per la mecànica clàssica, això és, fins el propi punt de l’espai fase, estarem apropant-nos a una distribució uniforme de microstats dins $\Delta\Gamma_0$.” (Krylov, N.: 1950. *Op. cit.*, pàgs. 58-59)
- ¹⁷⁰ Una noció que Krylov reconeix que fou inspirada en von Mises. (*Op.cit.*, pàg. 65)
- ¹⁷¹ *Ibid.*, pàg. 35. Per tal d’obtenir el caràcter monòton del procés mescla o de relaxació i obstruir les desviacions que invalidessin el teorema *H*, Krylov comenta el format que han de prendre aquestes restriccions sobre els conjunts inicials. En quant a la forma, s’ha de permetre que la presentin molt complicada i com de xarxa, però suficientment simple. En quant a la grandària , que no que siguin massa petits, suficientment grans.
- ¹⁷² “Amb el que s’ha dit en el present capítol només podem concloure que les lleis de la probabilitat de la M.E. estan basades en les propietats essencialment no clàssiques dels sistemes estadístics...” (Krylov, 1950, *op. cit.*, pàg. 148)
- ¹⁷³ *Ibid.*, pàg. 68.
- ¹⁷⁴ “En la teoria clàssica la relació entre les condicions d’un experiment (i.e., la condició que el sistema estan en $\Delta\Gamma_0$) i la distribució dels resultats de l’experiment, establert mitjançant un conjunt representatiu “real”, no és una llei que faci possible predir les distribucions en futurs experiments, sinó un fet purament empíric que caracteritza només els experiments duts a terme.” (*Ibid.*, pàg. 71)
- ¹⁷⁵ *Ibid.*, pàg. 96.
- ¹⁷⁶ *Ibid.*, pàg. 68.
- ¹⁷⁷ *Ibid.*, pàg. 88.
- ¹⁷⁸ Sota una interpretació freqüencial, on les condicions inicials són un mer fet que no té justificació o caràcter legal, i d’acord amb la indiferència determinista de la teoria clàssica:
“No importa el que la llei de distribució ... pugui ésser, en mecànica clàssica és possible concebre una sèrie arbitràriament llarga de casos on un experiment determinant de la ubicació del sistema indica la realització de

la regió $\Delta\Gamma_0 \dots$, encara que la funció de distribució empírica determinada per aquella sèrie no s'aproximarà a la funció de distribució postulada." (Ibíd., pàg. 60)

¹⁷⁹ Ibíd., pàg. 59-60.

¹⁸⁰ Ibíd., pàgs. 78-79. Al final d'aquesta secció §14 Krylov en dona un altre argument, veg. pàg. 89.

¹⁸¹ Batterman, Robert W.: 1990. Op. cit., pàg. 402.

¹⁸² Sklar, L.: 1993. Op. cit., pàg. 286.

¹⁸³ Ibíd., pàg. 293.

¹⁸⁴ Vegeu nota 92.

¹⁸⁵ Ibíd., pàg. 227. Sklar s'inclina partidari de deslegitimitzar principis de *realeatorització* (p.262).

¹⁸⁶ Ibíd., pàg. 283-4.

¹⁸⁷ Ibíd., pàg. 227, on Sklar explica perquè l'enfocament de Landford no respon satisfactòriament aquesta qüestió.

També explica Sklar que l'enfocament subjectivista de Jaynes tampoc no és satisfactori. Perquè si bé es tracta de mostrar que l'entropia en un temps posterior és més gran que o igual a l'entropia en *qualsevol temps anterior des del* temps inicial, ell només mostra que les entropies en temps posteriors són més grans o iguals que l'entropia *del* temps inicial (p.257).

¹⁸⁸ Ibíd., pàg. 288.

¹⁸⁹ Ibíd., pàg. 284 i 293.

¹⁹⁰ Ibíd., pàg. 227.

¹⁹⁷ Ibíd., pàg. 275-276.

Capítol 10

¹ Davies, P. C. W.: 1977. *Space and time in the modern universe*. Cambridge University Press. (Traducció castellana: *El espacio y el tiempo en el universo contemporáneo*. Fondo de Cultura Económica, 2ª reimp., 1996, pàg. 349.

² Ibíd., pàg. 354,5.

³ Ibíd., pàg. 331.

Altres, com Hawking (*), no afirmen que un *Big Crunch* o una fase de contracció constituiria una inversió de la direcció del temps, però afirmen que representaria una anul·lació de qualsevol direcció del temps. La condició que no hi hagi frontera (**) per a l'univers més el principi antròpic feble (***) donen la raó de la necessària coincidència direccional de les fletxes psicològica, termodinàmica ("la direcció del temps en la qual el desordre augmenta") i cosmològica ("la direcció del temps en la qual l'univers s'expandeix en lloc de contraure's"). L'existència de la fletxa termodinàmica del temps s'explicaria si l'univers ha començat la seva expansió (el principi del temps) "en un estat molt suau i ordenat"(p.196) es tornaria desordenat a mesura que passés el temps. El desordre tendirà (probabilísticament) a augmentar amb el temps si el sistema es trobava en una condició inicial d'ordre elevat. Però si l'univers deixés d'expandir-se, col·lapsés, i comencés a contraure's de nou no s'invertiria la fletxa termodinàmica (ni la psicològica), és a dir, no disminuiria el desordre (i no es produiria una simetria entre les fases expansiva i contractiva) perquè això és inconsistent amb la condició que no hi hagi frontera, la qual "implicava que el desordre continuaria de fet augmentant durant la contracció."(p.198)

Seguint el principi antròpic feble, continua Hawking, les "condicions en la fase de contracció no serien adequades per a l'existència d'éssers intel·ligents". Quan l'univers arribés a la fase contractiva ja "estaria en un estat de desordre gairebé complet. No hi hauria cap fletxa termodinàmica clara del temps. El desordre no podria augmentar gaire degut a que l'univers estaria ja en un estat de desordre gairebé complet. No obstant això, una fletxa termodinàmica clara és necessària perquè la vida intel·ligent funcioni. Aquesta és l'explicació de per què observem que les fletxes termodinàmica i cosmològica del temps assenyalen en la mateixa direcció.

Durant tota la història de l'univers, la fletxa termodinàmica i la cosmològica del temps no apuntaran sempre en la mateixa direcció, però diu que té raons per a afirmar que únicament quan hi apunten és quan les condicions són les adequades per al desenvolupament d'éssers intel·ligents com nosaltres. L'augment de desordre (des d'un estat ordenat) sembla pertànyer a la mateixa condició que l'expansió de l'univers. En aquest augment de desordre (la fletxa termodinàmica) es pot donar la vida:

"Per a sobreviure, els éssers humans han de consumir aliment, que és una forma ordenada d'energia, i convertir-lo en calor, que és una forma desordenada d'energia. Per tant, la vida intel·ligent no podria existir en la fase de contracció de l'univers. Aquesta és l'explicació de per què observem que les fletxes termodinàmica i cosmològica del temps assenyalen en la mateixa direcció."(p.199)

Amb prou desordre entròpic no hi ha vida, observació, perquè no hi ha ben bé una evolució de l'ordre cap al desordre.

L'argument de Hawking afirma que si l'univers es troba en un estat de tal mena que no permet l'emergència i sosteniment de la vida (per exemple, en un grau suficient de desordre) el temps no transcorre, no té direcció. Si no hi ha éssers que observin la direcció temporal, no hi ha temps. La raó d'una afirmació com aquesta és que s'ha identificat (no una mera coincidència) el temps de l'univers (que és la direcció de l'expansió des d'un estat ordenat) amb l'evolució de l'univers vers el desordre entròpic. Un altre cop, això no és res més que una reducció de la fletxa cosmològica a l'entròpica.

(*)Hawking, Stephen W.: 1988. *A Brief History of Time. From the Big Bang to Black Holes*. Bantam Books, New York. (Traducció castellana: *Historia del tiempo*. Editorial Crítica, S.A., Barcelona, 1990, pàgs. 191-200).

(**)"les històries possibles de l'univers en el passat en la frontera de l'espai-temps" satisfarien "la condició que no hi hagi frontera: són finites en extensió però no tenen fronteres, bords o singularitats. En aquest cas, el principi del temps seria un punt regular, suau, de l'espai-temps, i l'univers hauria començat la seva expansió en un estat molt suau i ordenat."

(***)"El principi antròpic feble diu que en un univers que és gran o infinit en l'espai i/o en el temps, les condicions necessàries per al desenvolupament de vida intel·ligent es donaran només en certes regions que estan limitades en el temps i en l'espai."(p.166)

⁴ *Ibíd.*, pàgs. 391-394.

⁵ *Ibíd.*, pàg. 389.

⁶ *Ibíd.*, pàg. 351.

⁷ *Ibíd.*, pàg. 327.

⁸ Prigogine, I. i Stengers, I.:1988. *Entre le temps et l'éternité*, Librairie Arthème Fayard, Paris. (Traducció castellana: *Entre el tiempo y la eternidad*, Alianza Editorial, S.A., Madrid, 1990, pàgs. 183-187, Cap.7 'El nacimiento del tiempo'

⁹ *Ibíd.*, pàg. 165.

¹⁰ Popper, K. R.: 1959. *The Logic of Scientific Discovery*. Hutchinson & Co. Ltd., London. (Traducció castellana: *La lógica de la investigación científica*, Edit. Tecnos, Madrid, 8ª reimpressió, 1990, pàg. 194).

¹¹ *Ibíd.*, pàg. 185, nota *1, apartat 67.

¹² *Ibíd.*, Apartat 15. "Enunciats estricta o purament existencials (o enunciats de «hi ha»)", de la forma "hi ha corbs negres": "Cap enunciat singular (és a dir, cap "enunciat bàsic", cap enunciat d'un esdeveniment observat) pot contradir l'enunciat existencial "hi ha corbs blancs": només ho podria fer un enunciat universal." (pàg. 67). També les "hipòtesis probabilistes *no exclouen res observable*: les estimacions de probabilitat no poden contradir cap enunciat bàsic, ni ésser contradites per ell" (pàg. 177, apartat 65).

¹³ *Ibíd.*, pàg. 178, Apartat 65.

¹⁴ *Ibíd.*, pàg. 186,7, Apartat 68.

¹⁵ *Ibíd.*, pàg. 178, Apartat 65. La regla metodològica per facilitar una acceptable falsabilitat o falsació pràctica dels enunciats probabilístics superarà, segons Popper, els problemes definicionals, i té com a exemple d'aplicació: "un cas típic d'aplicació del càlcul de probabilitat: el de certs macroefectes reproduïbles que poden descriure's mitjançant (macro-) lleis precises -com la pressió d'un gas- i que interpretem o expliquem dient que es deuen a una enorme acumulació de microprocessos, tals com col·lisions moleculars."(p.187, apartat 68)

"l'objecció òbvia a la nostra regla és, sens dubte, que àdhuc la major improbabilitat és sempre una probabilitat -per petita que sigui- i que, en conseqüència, algun dia ocorreran fins i tot els processos més improbables -això és, els que proposem que es menyspreïn-. Però és possible acabar amb aquesta objecció recordant la idea d'efecte físic reproduïble, que és lligada estretament a la d'objectivitat (cf. l'apartat 8). No nego la possibilitat que ocorren efectes improbables: no asseguro, per exemple, que les molècules d'un petit volum de gas no puguin potser retirar-se espontàniament durant un curt interval de temps a una part de dit volum, ni que jamai occorrin fluctuacions de la pressió d'un volum més gran de gas. El que sí afirmo és que aquells esdeveniments no seran efectes físics, atès que -degut a la seva immensa improbabilitat- *no són reproduïbles a voluntat*." (p.189, apartat 68)

¹⁶ *Ibíd.*, nota de l'apartat 67.

¹⁷ *Ibíd.*, pàg.184.

¹⁸ Popper, K. R.: 1974a. *Unended Quest. An Intellectual Autobiography*. Fontana/Collins, London (Traducció castellana: *Búsqueda sin término. Una autobiografía intelectual*. Editorial Tecnos, S. A., Madrid, 3ª edició, 1994, pàg. 212.

¹⁹ Sklar, L.: 1993. *Physics and chance. Philosophical issues in the foundations of statistical mechanics*. Cambridge University Press. USA, pàgs. 294-295.

²⁰ Vid. 'XII.2.1.- La qüestió de la reducció de la termodinàmica sota les probabilitats reals.'

²¹ Popper, K. R.: 1956, 1982a. *The Open Universe. An Argument for Indeterminism. From the Post Scriptum to*

-
- the Logic of Scientific Discovery*. Edited by W. W. Bartley III (Traducció castellana: *El universo abierto. Un argumento a favor del indeterminismo. Post Scriptum a la La lógica de la investigación científica. Vol II*. Edit. Tecnos, s.a., Madrid, 2ª edic., 1994, pàgs. 80-85)
- ²² Popper, K. R.: 1983. *Realism and the Aim of Science*. Vol I del Postscript to 'The Logic of Scientific Discovery', Hutchinson, London.
- ²³ Popper, K. R.: 1982b. *Quantum Theory and the Schism in Physics. From the Post Scriptum to the Logic of Scientific Discovery*. Edited by W. W. Bartley III. (Traducció castellana: *Teoría cuántica y el cisma en física. Post Scriptum a la La lógica de la investigación científica. Vol. III*. Edit Tecnos, S. A., Madrid, 2ª edic., 1992, pàgs. 211-217).
- ²⁴ Popper, K.R.: 1990. *A World of Propensities*. (Traducció castellana: *Un mundo de propensiones*. Editorial Tecnos, S.A., 1992, Madrid, pàgs. 51-52).
- ²⁵ Lewis, David: 'Counterfactual Dependence and Time's Arrow', pàgs. 32-51 en *Philosophical Papers*, Oxford University Press, 1983, pàg. 36.
- ²⁶ Popper, K. R.: 1982b. Op. cit., pàg. 112.
- ²⁷ Ibíd., pàg. 113.
- ²⁸ Ibíd., pàg. 111.
- ²⁹ Ibíd., pàg. 107.
- ³⁰ Ibíd., pàg. 215.
- ³¹ Popper, K. R.: 1982b. Op. cit., pàg. 101.
- ³² Prigogine, I. i Stengers, I.:1988. Op. cit., pàgs. 87-90.
- ³³ Ibíd., pàg. 97.
- ³⁴ Dawkins, Richard: 1986. *The Blind Watchmaker*, Longman Group UK Limited. (Traducció castellana: *El relojero ciego*, Editorial Labor, S.A., Barcelona 1989, pàg. 107).
- ³⁵ Ibíd., pàg. 109.
- ³⁶ Ibíd., pàg. 39.
- ³⁷ Ibíd., pàg. 242.
- ³⁸ Ibíd., pàg. 12.
- ³⁹ Ibíd., pàg. 112.
- ⁴⁰ Ibíd., pàg. 107.
- ⁴¹ Ibíd., pàg. 29.
- ⁴² Ibíd., pàg. 109.
- ⁴³ Ibíd., pàg. 125.
- ⁴⁴ Ibíd., pàg. 128.
- ⁴⁵ Ibíd., pàg. 127.
- ⁴⁶ Ibíd., pàg. 124.
- ⁴⁷ Ibíd., pàg. 107.
- ⁴⁸ Ibíd., pàg. 123.
- ⁴⁹ En determinat moment Prigogine i Stengers semblen haver identificat per a la segona llei un paper semblant de principi constrictiu del camp de possibilitats:
"Es tractava de comptar el nombre de complexions; per tant, el segon principi tan sols podia establir la diferència entre les evolucions predicibles i reproduïbles vers la més probable, i tota la resta, improbables però compatibles amb les lleis de la física. Aquest paper de «principi regulador», que no explica res, però que defineix els tipus de possibilitat, temptava a identificar ..." (Prigogine Ilya i Stengers, Isabelle: 1979. Op. cit., pàg. 241)
- ⁵⁰ Dawkins, Op. cit., pàg. 242.
- ⁵¹ Ibíd., pàg. 57.
- ⁵² Prigogine, Ilya i Stengers Isabelle: 1988. Op. cit. A més a més, els autors expliquen que la *irreversibilitat* s'inscriu a la matèria confrontat un pur atzar (pàgs. 96-97). Aquest atzar, el "més intel·ligible", és confrontat amb una possibilitat restringida, i, segons entenem les especulacions dels autors en allò del nostre interès, és amb aquesta restricció o "lligadures estadístiques" com es veu que la irreversibilitat es troba inscrita en la matèria:
"El caràcter erràtic -encara que no purament aleatori- de l'activitat dissipativa generada per un atractor caòtic pot inscriure's efectivament en la matèria sota la forma de lligadures probabilistes que caracteritzen les cadenes Markov."(p.100)
"Aquest model, en veritat molt esquemàtic, mostra que la irreversibilitat de l'activitat dissipativa pot inscriure's en la matèria i determinar en ella la creació d'un existent realment nou:..."(p.101)
- ⁵³ Sklar, Lawrence: 1993. Op. cit., pàg. 413.
- ⁵⁴ Plato, Jan von: 1987. 'Probabilistic Physics the Classical Way' en *The Probabilistic Revolution*, vol. 2, edited

by Lorenz Krüger, Gerd Gigerenzer, and Mary S. Morgan, Massachusetts Institute of Technology, pàg. 379-408, pàg. 380

Hi ha una diferència entre les tirades de monedes o daus i les molècules. En el següent sentit. Mentre que en el primer cas les desviacions de les freqüències relatives són observables en el curt termini, en canvi, segons la M.E. les desviacions existeixen en el nivell molecular, *microscòpic*, però són precisament les fluctuacions allò que no observem vulgarment. En la mitjana temporal infinita (com en l'enfocament del col·lectiu infinit de sistemes) es perd l'observació de la variació de la pressió del gas -determinada per l'energia cinètica mitjana de les molècules, on les energies individuals varien- en un volum suficientment petit: "és només quan considerem el nombre de molècules com a pràcticament infinit que podem considerar l'espontània desigualtat com a pràcticament impossible." (*) Tenim, doncs, amb alta probabilitat, una pressió uniforme, i.e., una tendència a la igualació de les variacions pel gran nombre de molècules. (Encara que, sota condicions adequades, les fluctuacions microscòpiques tenen una magnitud que fa possible la seva observació: el moviment brownià.) (Plato, op. cit., pàg. 381)

(*) William Thomson, 'The Kinetic Theory of the Dissipation of Energy, 1874, en Brush, S. G., *Kinetic Theory*, vol. 2 Irreversible Processes, Pergamon Press Ltd., Oxford, 1966, pàg. 181.

⁵⁵ Sklar, L.: 1993. Op. cit., pàg. 292.

⁵⁶ *Ibid.*, pàg. 285.

⁵⁷ *Ibid.*, pàg. 234.

⁵⁸ *Ibid.*, pàgs. 240, 241 i 242.

⁵⁹ *Ibid.*, pàg. 227.

⁶⁰ *Ibid.*, pàg. 285.

⁶¹ *Ibid.*, pàg. 125-126.

⁶² Boltzmann, L.: 1897. On Zermelo's Paper "On the Mechanical Explanation of Irreversible Processes", pàg. 242, en Brush, S. G., *Kinetic Theory*, vol. 2 Irreversible Processes, Pergamon Press Ltd., Oxford, 1966.

⁶³ *Ibid.*, pàg. 243.

⁶⁴ Popper, Karl: 1974a. Op. cit., pàg. 212.

⁶⁵ Ídem.

⁶⁶ Reichenbach, Hans: 1956. *The Direction of Time*. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, pàgs. 133,4. (Les cursives són nostres). Reichenbach, en considerar un univers espacialment infinit, observa que no és definible una probabilitat, i en conseqüència una entropia, per a un dispositiu amb un nombre infinit de molècules. Fins i tot, l'ús del límit es troba dificultat perquè no sabem si existeix, i també si existís "hauria d'ésser igual a 0, o a alguna constant, i romandria allà tot el temps." Però existeix, afirma, una altra manera de definir la direcció del temps:

"Un sistema que es troba espacialment separat d'altres sistemes, com una estel, o una galàxia, no poden considerar-se com a aïllats, perquè perden calor a través de la radiació en l'espai. Si desconsideréssim la radiació emesa, l'entropia del sistema disminueix, a causa del refredament del sistema. Només si incloem el núvol de radiació emesa desplegada per l'espai l'entropia del sistema pujarà. Per tant intentem dir: pot mostrar-se que l'evolució d'un sistema representa un increment d'entropia si el sistema és incorporat en un sistema més comprensiu que sigui prou gran.* Si aquest principi és vertader, podria ésser definida una única direcció del temps per a un univers infinit, encara que tal cosa no sigui com l'entropia de l'univers." [Veg. també sobre aquestes qüestions: Popper en X.4., també Popper, Schrödinger i Layzer en XII.2.2.2.] (*Formulació que Reichenbach atribueix a M. Planck, *Vorlesungen über die Thermodynamik* (Leipzig, 1911), pàg. 104).

⁶⁷ Popper, Karl: 1974a. Op. cit., pàg. 211.

⁶⁸ *Ibid.*, pàg. 182. La discussió d'aquest tema es troba en: 'The Arrow of Time', *Nature*, 177, pàg. 538, 1956; 'Irreversibility and Mechanics', *Nature*, 178, 1956, en discussió amb Richard Schlegel, pàgs. 381,382; 'Irreversible Processes in Physical Theory', *Nature*, 179, 1957, en discussió amb E. L. Hill i A. Grünbaum, pàgs. 1296, 1297; 'Irreversible Processes in Physical Theory', *Nature*, 181, 1958, en discussió amb R. C. L. Bosworth, pàgs. 402,403.

⁶⁹ Sklar, L.: 1993. Op. cit., pàgs. 246-250.

⁷⁰ Però tampoc no hi ha un sistema indeterminista amb el seu estat títxista, ni hi ha necessitat d'una nova ontologia a més de la mecànica. El resultat immediat, segons Sklar, és que s'haurà de renunciar a fonamentar la intervenció probabilista en la mecànica quan es tracta de recercar la referència real de la probabilitat. Per a Popper estem eximits d'haver d'oferir una justificació dinàmica d'aquella direccionalitat temporal d'acord amb el seu rebuig de la reducció de la direcció del temps al creixement entròpic. (Vid. 'XII.2.1.- La qüestió de la reducció de la termodinàmica sobre les probabilitats reals', on s'afronta el tema de la implicació de les suposicions probabilistes en la producció de la irreversibilitat i la possible irreductibilitat termodinàmica sota aquests aspectes).

⁷¹ *Ibid.*, pàg. 294-5.

- ⁷² Sklar, L.: 1993. Op. cit., pàgs. 337-341. També vegeu: 1992, *Philosophy of Physics*. Westview Press, Inc. (Traducció castellana: *Filosofia de la física*. Alianza Editorial, S. A., Madrid, 1994, pàgs. 216-227).
- ⁷³ Boltzmann, L.: 1897. Op. cit., p. 242:
"Perquè a l'univers com un tot són indistingibles dues direccions del temps, com en l'espai no hi ha dalt o baix. No obstant això, justament com en cert lloc de la superfície de la terra nosaltres podem anomenar "baix" la direcció cap al centre de la terra, així un ésser viu que es troba en aquell món en un cert període de temps pot definir la direcció temporal com anant des dels estats menys probables als estats més probables (els primers seran el "passat" i els darrers el "futur")"
- ⁷⁴ Sklar, L.: 1993. Op. cit., pàg. 389.
- ⁷⁵ Reichenbach, Hans: 1956. Op. cit., pàg. 133.
- ⁷⁶ *Ibíd.*, pàg. 118.
- ⁷⁷ *Ibíd.*, pàg. 141.
- ⁷⁸ *Ídem.*
- ⁷⁹ *Ibíd.*, pàg. 145.
"Estem les nostres consideracions estadístiques a processos (...) que no són microstats, sinó macrostats. Per a processos d'aquest tipus, (...) els *ordenaments* mateixos són designats com un *estat*. (...) Podem parlar llavors de l'estadística de *macroordenaments*, i també usarem els termes *macroprobabilitat* i *macroentropia*."
- ⁸⁰ *Ídem* 150-151
- ⁸¹ Earman, John: 1974. 'The Problem of the Direction of Time', *Philosophy of Science*, 41, pàgs. 15-47, pàg. 37.
- ⁸² Segons la interpretació tòpica reductiva, la nostra visió macroscòpica *coarse-graining* d'observació és la productora de la irreversibilitat del sistema aïllat amb un estat inicial de recurrència llarg comparat amb el nostre temps d'observació.
"Però com Blatt [3] i Morrison [26] assenyalen, el coarse-graining no és necessari en molts casos per a l'aparició de la irreversibilitat ja que l'acoblament del sistema observat amb la resta de l'univers podria fer que ens aparegui irreversible fins i tot si, *mirabile dictu*, poguéssim d'alguna manera observar directament la microestructura del sistema." (J. Earman, 1974, Op. cit., pàg. 38)
- ⁸³ *Ibíd.*, pàg. 37.
- ⁸⁴ *Ibíd.*, pàg. 42.
- ⁸⁵ *Ibíd.*, pàg. 39.
- ⁸⁶ *Ibíd.*, pàg. 45.
- ⁸⁷ Popper, K. R.: 1956, 1982a. Op. cit., pàg. 27, en Nota 2. També en 1974a, pàg. 173.
- ⁸⁸ Popper, K.: 1983. *Sociedad abierta, universo abierto. Conversación con Franz Kreuzer*. Editorial Tecnos, s.a., Madrid, 3^a edic. 1992, pàg. 134.
- ⁸⁹ I sens dubte molt polèmica i difícil d'establir. Per exemple, com comenta Denbigh*, si només la *reversibilitat* i la seva negació no són propietats ni de les 'coses' ni de les teories, sinó solament característiques dels *processos* en els quals ocorren les 'coses', a una successió temporal d'estats que canvien d'un estat a altres, i no, per exemple a una coexistència de especificacions (temperatura, volum, composició química,...) que fixen un estat macroscòpic momentani del sistema. (p.506) La consideració de la irreversibilitat no sorgeix en aquelles teories científiques que tenen a veure només amb la 'estructura', sorgeix quan la teoria tracta amb moviment o processos de canvi. (p. 507) Ara bé, el temps ni tan sols pot ésser considerat *com a un existent*, no és 'alguna cosa' real, perquè les coses tenen la seva persistència *en el temps*. És vacu dir que el temps persisteix en el temps. El temps pot concebre's des d'un punt de vista *absolut*. O des d'un enfocament *relacional*, basat en una relació real, com la relació 'després de', on es basaria el temps com a sistema mètric sobre els objectes posicionats, diu Denbigh. (p.512)
* K. G. Denbigh, 1989, 'The Many Faces of Irreversibility', *Brit. J. Phil. Sci.* 40, pàgs. 501-518.
- ⁹⁰ Popper, K.: 1974c. 'Grünbaum on Time and Entropy', pàgs. 1140-44 en Karl Popper, '*Replies to my Critics*'. *The Philosophy of Karl Popper*, Paul A. Schlipp (ed.), Open Court, La Salle, IL, pàg. 1143.
- ⁹¹ *Ídem.*
- ⁹² *Ibíd.*, pàg. 1144.
- ⁹³ Denbigh, K. G.: 1989. Op. cit., pàg. 502.
- ⁹⁴ *Ibíd.*, pàg. 505.
- ⁹⁵ Popper, K.: 1974c. Op. cit., pàg. 1141. El mateix argument fa K. G. Denbigh, 1989, Op. cit., pàg. 511.
- ⁹⁶ Popper, K.: 1983. Op. cit., pàgs. 63-67.
- ⁹⁷ *Ibíd.*, pàg. 66.
- ⁹⁸ Vegeu, per exemple, nota 24 del cap. IX.
- ⁹⁹ Popper, K. R. : 1974a. Op. cit., 210-211.
- ¹⁰¹ *Ibíd.*, pàg. 218.
- ¹⁰² *Ibíd.*, pàg. 215, 6. Per una 'definició':

- “així un organisme vivent que es trobi en aquell món en un cert període de temps pot *definir* la “direcció” del temps com passant de l’estat menys probable al més probable (essent el primer el “passat” i l’últim el “futur”), i en virtut d’aquesta *definició* [sic] trobarà que la seva pròpia petita regió, aïllada de la resta de l’univers, està “inicialment” sempre en un estat improbable.” [Les cursives són nostres. Aquest fragment citat per Popper correspon a Ludwig Boltzmann, “Zu Hrn. Zermelo’s Abhandlung: ‘Über die mechanische Erklärung irreversibler Vorgänge’”, *Wiedemannsche Annalen (Annalen der Physik)*, 60 (1897), 392-98]
- ¹⁰³ Popper, K. R.: 1983. Op. cit., pàg. 70. I també en Heisenberg i Schrödinger, i en la física quàntica: “Sembla que les consideracions realistes de la probabilitat estan realment en contradicció amb les consideracions realistes de la mecànica newtoniana: s’ha de reformar la física newtoniana, o la física quàntica, o tot això, per esguard tant a la probabilitat com també a la direcció del temps. La física ha d’admetre la probabilitat: la probabilitat com una espècie de centre d’atracció. La probabilitat elevada té un centre d’atracció en el temps.”
- ¹⁰⁴ Popper, K. : 1974a. Op. cit., pàg. 216.
- ¹⁰⁵ *Ibíd.*, pàg. 217.
- ¹⁰⁶ *Ibíd.*, pàg. 215. Encara que Popper reconeix que és infinitament probables “la presència de les condicions en què pot sorgir -i prosperar- la vida i la recerca del coneixement” (vegeu nota 100, cap. 3) una altra cosa és afirmar una imatge com la que resulta de la hipòtesi de Boltzmann o similars. Prigogine i Stengers (1988. Op. cit., pàgs. 45-46) en fan un comentari escaient: “L’objectivitat científica no té sentit si acaba per fer il·lusòries les relacions que mantenim amb el món, o per condemnar com a «merament subjectives», «merament empírics» o «merament instrumentals» els sabers que ens permeten fer intel·ligibles els fenòmens que interroguem. Einstein deia que el fet que el món es reveli comprensible és un miracle incomprensible. Però que la comprensió del món acabi per negar el que la fa possible, a reduir les seves pròpies condicions a una aproximació pràctica, això ja no és un miracle sinó un absurd!”
- ¹⁰⁷ Sklar, Lawrence: 1992. *Philosophy of Physics*. Westview Press, Inc. (Traducció castellana: *Filosofia de la física*. Alianza Editorial, S. A., Madrid, 1994, pàg. 224).
- ¹⁰⁸ Popper, K. : 1974a. Op. cit., pàg. 216.
- ¹⁰⁹ Popper, K. R.: 1974a. Op. cit., pàg. 211.
- ¹¹⁰ *Ibíd.*, pàg. 215,6.
- ¹¹¹ *Ibíd.*, pàg. 217.
- ¹¹² *Ibíd.*, pàg. 212.
- ¹¹³ *Ibíd.*, pàg. 218.
- ¹¹⁴ Farquhar, I. E.: 1964. *Ergodic Theory in Statistical Mechanics*, John Wiley & Sons, Ltd., G. Britain, pàg. 11.
- ¹¹⁵ Hobson, Arthur: 1971. *Concepts in Statistical Mechanics*, Gordon and Breach Science Publishers, New York, London, Paris, pàgs. 9-10.
- ¹¹⁶ Plato, Jan von: 1987. Op. cit., pàg. 383.
- ¹¹⁷ *Ibíd.*, pàg. 380.
- ¹¹⁸ Farquhar, I. E.: 1964. Op. cit., pàg. 8.
- ¹¹⁹ Hobson, Arthur: 1971. Op. cit., pàgs. 2, 5.
- ¹²⁰ *Ibíd.*, pàg. 7.
- ¹²¹ *Ibíd.*, pàg. 6 A diferència de Hobson, aquesta darrera afirmació adquireix per a nosaltres un sentit que apunta l’estructura de la realitat (cap. XII).
- ¹²² Popper, K. R.: 1982b. *Quantum Theory and the Schism in Physics. From the Post Scriptum to the Logic of Scientific Discovery*. Edited by W. W. Bartley III. (Traducció castellana: *Teoría cuántica y el cisma en física. Post Scriptum a la La lógica de la investigación científica. Vol. III*. Edit Tecnos, S. A., Madrid, 2ª edic., 1992, pàgs. 128-129).
- ¹²³ Els texts citats per Popper d’aquests autors són els següents: Max Born: *Natural Philosophy of Cause and Chance*, 1949. W. Pauli: “Wahrscheinlichkeit und Physik”, *Dialectica*, 8, 1954, pàgs. 112-124. J. Von Neumann: *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*, 1955.
- ¹²⁴ Popper, K. R.: 1982b. Op. cit., pàg. 134.
- ¹²⁵ Com la probabilitat real o propensió, que hem resolt en el problema de l’ambigüitat de la seva exposició, com una propietat atribuïda a una referència tant en el cas singular com en el llarg termini, també l’entropia pot ésser considerada com una característica que refereix a un conjunt però que té presència en el sistema singular que genera aquell conjunt. D’aquest caire és la caracterització que en fa Batterman*: L’entropia és un mesurament de la diversitat del conjunt de seqüències permeses. Quant més *aleatori és el sistema*, més gran és la diversitat de seqüències-òrbita, i més gran l’entropia. Com que l’entropia és una quantitat relacionada amb el nombre de distints tipus de seqüències a les quals pot donar lloc el procés o sistema dinàmic, l’entropia ofereix en algun sentit una caracterització del sistema com un tot, en termes del seu conjunt complet de seqüències possibles. Per tant la mesura entròpica és una quantitat que és relacionada

amb la raó mitjana de la divergència exponencial de les trajectòries en els sistemes clàssics. (Per la seva banda, la complexitat algorítmica** es refereix a una seqüència singular donada)

*Batterman, Robert W.: 1993. 'Defining Chaos', *Philosophy of Science*, vol 60, number 1, pp. 43-66, p. 61.

**Vegeu Apèndix 3.

¹²⁶ I que usàvem en VII. 1. per primera vegada.

¹²⁷ Zermelo, E.:1896a. 'On a Theorem of Dynamics and the Mechanical Theory of Heat', pàgs. 216-7, en Brush, S. G., *Kinetic Theory*, vol. 2 Irreversible Processes, Pergamon Press Ltd., Oxford, 1966.

¹²⁸ Ibíd., pàgs. 216-7.

¹²⁹ Zermelo, E.: 1896b. 'On the Mechanical Explanation of Irreversible Processes', pàg. 230, en Brush, S. G., *Kinetic Theory*, vol. 2 Irreversible Processes, Pergamon Press Ltd., Oxford, 1966.

¹³⁰ Poincaré, H.: 1893. 'Mechanism and Experience', pàg. 207, en Brush, S. G., *Kinetic Theory*, vol. 2 Irreversible Processes, Pergamon Press Ltd., Oxford, 1966.

¹³¹ Boltzmann, L.: 1897. Op. cit., pàg. 243.

¹³² Boltzmann L.: 1896. 'Reply to Zermelo's Remarks on the Theory of Heat', pàg.223, en Brush, S. G., *Kinetic Theory*, vol. 2 Irreversible Processes, Pergamon Press Ltd., Oxford, 1966.

¹³³ Popper, K. R.: 1965. 'Time's Arrow and Entropy', *Nature*, vol 207, pàg. 233.

¹³⁴ Boltzmann, L.: 1896. Op. cit., pàg. 222.

¹³⁵ Prigogine i Stengers segueixen també aquesta direcció. La fletxa del temps és sempre present en el nivell microscòpic. La fletxa del temps no té el seu origen en una desviació (macroscòpica) respecte a l'equilibri. Sí que el que la fletxa del temps no tingui cap efecte macroscòpic a l'estat d'equilibri té el seu origen en aquest estat macroscòpic d'equilibri. (*Entre le temps et l'éternité*, Librairie Arthème Fayard, Paris, 1988. Traducció castellana: *Entre el tiempo y la eternidad*, Alianza Editorial, S.A., Madrid, 1990, pàgs. 131,132, i 230)

"Com hem vist, les condicions de no-equilibri no creen la fletxa del temps sinó que permeten a aquesta fletxa del temps, sempre present en la dinàmica de les correlacions post-col·lisionals, manifestar-se en el nivell macroscòpic. Anàlogament, la fletxa del temps del nostre Univers no és creada sinó actualitzada per la fluctuació que desencadena el naixement d'aquest Univers. El temps precedeix l'existència." (p.183) [*Les cursives són nostres*]

"No podem pensar en un naixement absolut del temps. Podem parlar del temps de... Però la qüestió de saber «quan comença el temps?» escapa més que mai a la física, com sens dubte escapa també a les possibilitats del nostre llenguatge i a la nostra imaginació. No podem pensar l'origen del temps sinó solament les «explosions entròpiques»* que el pressuposen i que són creadores de noves temporalitats, productores de noves existències caracteritzades per temps qualitativament nous. El temps «absolut» que precedeix a tota existència i tot pensament ens situa d'aquesta manera en aquell lloc enigmàtic que reapareix un i altre cop en la tradició filosòfica, entre el temps i l'eternitat." (p.187) [* Vegeu X.2.1]

¹³⁶ Popper n'esmenta "el model d'un univers infinit amb densitat zero d'energia; o el model d'un univers en expansió, amb conservació de l'energia -i per tant amb refredament i destrucció d'entropia- el qual tendeix vers densitat zero d'energia; o aquell d'un univers d'estat estacionari en expansió a temperatura constant, i producció d'entropia igualada per l'evasió entròpica."

Reprenem la proposta de Popper en el següent apartat: 'XII.2.2. Irreductibilitat de l'atzar: el Principi Cosmològic Fort'.

¹³⁷ Popper, K. R.: 1958. 'Irreversible Processes in Physical Theory', *Nature*, vol. 181, pàg. 403.

¹³⁸ Boltzmann, L.: 1897. Op. cit., pàgs. 240,1.

¹⁴⁰ Popper, K. R.: 1956, 1982a. Op. cit., pàg. 194.

¹⁴¹ Popper, K. R.: 1982b. Op. cit., pàg. 135.

¹⁴² Lavis, D. A.: 1977. 'The Role of Statistical Mechanics in Classical Physics', *British Journal for the Philosophy of Science* 28, pàgs. 255-279, pàg. 276.

¹⁴³ Ibíd., pàg. 265.

¹⁴⁴ La seva caracterització objectiva de la M.E. es troba en *Teoría cuántica* (1982b), pàgs. 126-128, 130-134, *El universo abierto*, pàg. 194, *Búsqueda sin término*, pàg. 215.

¹⁴⁵ Algunes argumentacions fetes a favor d'una interpretació subjectivista de la mecànica estadística han fet servir il·lustracions amb l'exemple d'una única molècula al gas. Però el que sembla només un motiu de simplicitat expositiva és, com mostrà Popper, una desfiguració radical del plantejament probabilista propi de la mecànica estadística. (K. Popper, 1974a, op.cit., pàgs. 219-225)

¹⁴⁶ Popper, K. R.: 1982b. Op. cit., pàg. 128.

Capítol II

- ¹ Laplace, Pierre-Simon de: 1824. *Essai philosophique sur les probabilités*. (Traducció castellana: *Ensayo filosófico sobre las probabilidades*. Alianza Editorial, S. A., Madrid, 1985, pàg. 81).
- ² *Ibíd.*, pàg. 74.
- ³ *Ibíd.*, pàg. 80.
- ⁴ *Ibíd.*, pàg. 72.
- ⁵ *Ibíd.*, pàg. 27.
- ⁶ *Ibíd.*, pàg. 24-25.
- ⁷ *Ibíd.*, pàg. 25.
- ⁸ *Ibíd.*, pàg. 25-26.
- ⁹ Popper, K. R.: 1959. *The Logic of Scientific Discovery*, Hutchinson & Co. Ltd., London. (Traducció castellana: *La lógica de la investigación científica*, Edit. Tecnos, s.a., 8ª reimpressió, 1990, capítol VIII. 49. 'El problema fundamental de la teoria del azar'). També en *Die beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie. Aufgrund von Manuskripten aus den Jahren 1930-1937* (Traducció castellana: *Los dos problemas fundamentales de la epistemología*, Editorial Tecnos, s.a., 1998):
- "... aquesta paradoxa peculiar que consisteix a deduir de la impossibilitat d'un pronòstic la possibilitat d'altres pronòstics." (pàg. 507)
- "... paradoxa fonamental del càlcul de probabilitats: com podem inferir del fet que no podem establir cap pronòstic racional per a cap membre de la successió l'aplicabilitat del càlcul de probabilitats?" (pàg. 517)
- ¹⁰ En III.1.1. *Dependència situacional de les propensions*, IV.3. *Caracterització causal de la propensió*, IV.4. *Pintura general de la visió del món propensional*.
- ¹¹ Popper, K. R.: 1972. *Objective Knowledge*. The Clarendon Press Oxford.. (Traducció castellana: *Conocimiento objetivo*, Edit. Tecnos, S.A., Madrid, 4ª edic., 1992, pàg.212, /6,X, "Sobre nubes y relojes".
- ¹² *Ibíd.*, pàg. 211 (6, X). La cita és de M. Schlick, *Erkenntnis*, 5, pàg. 183.
- ¹³ Morin, Edgar: 1982. *Science avec conscience*. Librairie Arthème Fayard. (Traducció castellana: *Ciencia con consciencia*, Editorial Anthropos, Barcelona, 1984, pàg. 162).
- ¹⁴ Porter, Theodore M.: 1986. *The Rise of Statistical Thinking, 1820-1900*. Princeton University Press, pàgs. 201-202, 207.
- ¹⁵ *Ibíd.*, pàgs. 222-223.
- ¹⁶ Poincaré atribueix aquest atzar a la nostra ignorància:
- "La nostra debilitat no ens permet abastar l'Univers sencer i ens obliga a dividir-lo; tractem de fer-ho de la manera menys artificial possible i, no obstant això, succeeix de tant en tant que dos d'aquests pedaços [es refereix al totxo i a l'home que rep l'impacte] reaccionen l'un sobre l'altre. Els efectes d'aquesta acció mútua ens semblen aleshores deguts a l'atzar." (*Ciencia y método*, Espasa-Calpe, S. A., Madrid, 1963, 3ª ed., pàg. 62).
- ¹⁷ Nosaltres avançaríem que una concepció propensional, on s'accepti que el succés individual pot ésser concebut com a següent una conducta determinista, podria, si es vol per a una teoria del canvi o de l'evolució social, ésser llegida com un intent d'harmonitzar liberalisme (on l'individu és el focus metodològic per a l'acció) o simplement 'llibertat individual', amb la inserció social d'aquest individu, la comprensió de la llibertat en l'ordre social.
- L'individu, per si sol, no és productor de canvis evolutius o novetats, però conté, és el portador d'aquella propietat innovadora, perquè es troba en una 'situació'. Aquesta situació és indissoluble –per no dir que és la mateixa situació– de la pertinença al grup. La situació és la interacció amb circumstàncies inevitables per a la comprensió descriptiva de la condició individual. La visió determinista es construeix sobre l'abstracció d'aquelles circumstàncies o perturbacions sobre el sistema; aleshores l'individu pot ésser contemplat com la conducta determinada per una legalitat sense canvis ni novetats, regida per la continuïtat i conservació de la llei, de les coses establertes, l'individu, sense la consideració de la interacció, no té propensions, es troba determinat a preservar i conservar per l'ordre cristal·litzat, on el futur és contingut en el passat i el present no implica cap variació pel que fa al passat o vers el futur. Fem aquesta lectura per la influència que potser tindria -potser entre d'altres consideracions- la doctrina de l'evolució a la qual Popper dirigia sovint la seva atenció. És a l'espècie, i acaben essent raons o finalitats d'espècie, on s'adopten novetats o modificacions, l'espècie es troba en relació amb un medi, i l'espècie és la situació o interacció de l'individu el qual és el portador o realitzador dels canvis (té la propensió) I l'èxit o adopció dels canvis és el resultat global, que tendirà, un altre cop, a una estabilitat o regularitat. En aquesta perspectiva l'indeterminisme (present en alguna de les parts abastades pel coneixement estadístic) assoleix plenament la seva naturalesa d'ordre i necessitat -la causalitat indeterminista- que és ara més habitual (i que és un camí que també hagués merescut un *excursus* com el que hem fet en aquestes darreres pàgines).

- ¹⁸ Hempel, C. G.: 1965. *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*. The Free Press, Macmillan Co., New York. (Traducció castellana: *La explicación científica*. Edit. Paidós, Buenos Aires, 1ª edic., 1979, pàg. 347).
- ¹⁹ *Ibid.*, pàg. 235.
- ²⁰ *Ibid.*, pàg. 403, també pàg. 312.
- ²¹ *Ibid.*, pàg. 361.
- ²² *Ibid.*, pàg. 254-255.
- ²³ Ídem
- ²⁴ Poincaré, Henri: *Ciencia y método*. Edit. Espasa-Calpe, S. A., 3ª ed. 1963, Madrid, pàg. 55:
"El director d'una companyia d'assegurances de vida ignora quan morirà cadascun dels seus assegurats, però posseeix el càlcul de probabilitats i la llei dels grans nombres. I no se n'equivoca, perquè distribueix dividendes als seus accionistes. Aquests beneficis no acabarien si vingués un metge molt perspicaç i molt indiscret i informés, una vegada s'han signat les pòlisses, al director sobre les probabilitats de vida dels assegurats. Aquest metge dissoldria la ignorància del director, però no tindria cap influència sobre els dividendes, que no són, evidentment, un producte d'aquesta ignorància."
- ²⁵ Vegeu VI.1.2.1 i VI.2.; un primer intent de contestar-lo en VIII.1.2.
- ²⁶ Si no hagués manera de saber per a un individu si té o no la predisposició genètica, la decisió sobre fumar o no fumar presentaria la mateixa forma que aquella situació que se li plantejaria a un tipus de creient, sota el credo d'una predeterminació divina de la salvació o la condemna, amb independència del comportament durant la vida, quan es trobés sota una forta temptació per a la comissió del pecat. El seguiment de dues regles condueix respectivament a dos decisions antagòniques, situació exposada com a *paradoxa de Newcomb*, i que suposa una objecció a teories no causals o estàndards de la decisió racional, que accepten acríticament l'alta probabilitat de les meres correlacions en la seva regla de maximització de la utilitat esperada. Segons aquesta regla, el creient no hauria de pecar, atès l'alta correlació evident entre pecat i càstig infernal. Però, segons altra regla, aquella persona religiosa hauria de decidir-se a pecar, ja que, tenint en compte aquella predeterminació, el seu pecat no el condemna a l'infern.
- ²⁷ Hempel, C. G.: 1965. Op. cit., pàgs. 361-374.
- ²⁸ *Ibid.*, pàgs. 369-370.
- ²⁹ *Ibid.*, pàg. 370.
- ³⁰ Per exemple, les suposicions d'independència estadística o d'experiment d'atzar tenen la forma de lleis estadístiques, de lleis generals de forma estadístico-probabilística. (vegeu nota 4 del capítol 3). També perquè Hempel s'ha servit en determinat moment de la interpretació disposicional per a la consideració de la seva naturalesa nomològica (veg. en V.2.3.-*El problema de la referència disposicional de les hipòtesis estadístiques*, i nota 136 del cap. III). Ha distingit aquesta naturalesa legal dels enunciats estadístics en la diferenciació entre la connexió probabilista entre classes potencialment infinites de successos i els informes observacionals finits (veg. en III.3.-*Interpretació propensional de les lleis estadístiques (unificació de la forma legal)*).
- ³¹ *Ibid.*, pàg. 370.
- ³² Ekeland, Ivar: 1991. *Au hasard*. Éditions du Seuil. Paris. (Traducció castellana: *Al azar*. Gedisa, S. A., Barcelona, 1992, pàgs. 182-3).
- ³³ *Ibid.*, pàg. 183.
- ³⁴ *Ibid.*, pàg. 184.
- ³⁵ *Ibid.*, pàg. 186.
- ³⁶ Popper, K. R.: 1980. *Die beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie. Aufgrund von Manuskripten aus den Jahren 1930-1937*. Edició de Troels Eggers Hansen. (Traducció castellana: *Los dos problemas fundamentales de la epistemología. Basado en Manuscritos de los años 1930-1933*. Editorial Tecnos, Madrid, 1998, pàgs. 401-402).
- ³⁷ Sobre la provisionalitat de les nostres afirmacions científiques vegeu també III.2.1. i començament de III.2.2. (així com el final de VII.2.)
- ³⁸ Wittgenstein, L.: *Tractatus logico-philosophicus*, traducció castellana en Alianza editorial, 5ª edic., Madrid, 1981, proposició 4.003, pàg. 71:
"La major part de les proposicions i qüestions que s'han escrit sobre matèria filosòfica no són falses, sinó sense sentit. No podem, aleshores, respondre a qüestions d'aquesta mena de cap manera, sinó només establir el seu sense sentit.
La major part de les qüestions i proposicions dels filòsofs procedeixen de la nostra manca de comprensió de la lògica del nostre llenguatge.
(Són d'aquesta mena de qüestions si allò bo és més o menys idèntic que allò *.)
No hem de sorprendre'ns que els més profunds problemes no siguin pròpiament problemes."
- ³⁹ Com indicàvem en 'III.2.1.- Probabilitats objectives dins la concepció general de la ciència'.

⁴⁰ Popper, K. R.: 1980. Op. cit., pàg. 504, 5.

⁴¹ Tema també tractat en 'VIII.2.2.- Raó filosòfica del concepte propensional'. Ara convé afegir en aquest assumpte altres dues cites de Popper en *The Self and its Brain*. Springer-Verlag, 1977, K. Popper i C. John Eccles (Traducció castellana: *El yo y su cerebro*, Editorial Labor, S. A., Barcelona, 1ª edic. 1ª reimpressió, pàg. 623):

"L'origen de la vida pot haver ocorregut només una vegada, i pot ésser essencialment improbable i, si és així, no hauria de trobar-se subjecte a allò que normalment considerem una explicació, atès que l'explicació en termes probabilístics és sempre una explicació que, en condicions donades, un succés és altament probable."

En la pàgina anterior ha dit:

"Hem de fer-nos a la idea que vivim en un món on gairebé tot el que és molt important ha de romandre essencialment inexplicat. Fem de la millor manera que podem per subministrar explicacions i penetrem cada cop més pregonament en els secrets increïbles del món amb l'ajut del mètode d'explicació conjectural. Tot i així, hauríem de tenir sempre en compte que, en cert sentit, això no és res més que esgratinyar la superfície i que, en últim terme, tot queda sense explica; especialment tot allò que es refereix a l'existència."

⁴² Popper, K. i Eccles C. John: 1977. Op. cit., pàg. 34.

⁴³ Ídem.

⁴⁴ *Ibid.*, pàgs. 30-35.

⁴⁵ Els mateixos científics estan assolint que l'ideal reductiu o unificador no es presenta com un horitzó proper i assequible:

"El nostre problema neix sens dubte de la pretensió de construir una teoria única per a l'univers. I l'univers potser sigui massa ric perquè pugui ésser cantat amb una sola música. No arribem a connectar el comportament individual de les molècules d'un gas amb el comportament global del gas. Com enfrontar-se a la comprensió de les jerarquies biològiques que van des d'una proteïna al concepte d'intel·ligència, passant per cèl·lules, teixits i òrgans? La ciència ha arribat a certes descripcions múltiples i aparentment irreductibles i de moment s'ha d'acceptar aquesta diversitat." (*Jorge Wagensberg*, 'La necesidad del azar', *Mundo científico. La recherche, núm 1*. Société des Editions Scientífiques. Edit. Fontalba, Barcelona, 1991, pàgs. 709-715, pàg.42)

Molts físics tenen plena consciència que sobre certs sistemes (com els que anomenen "desordenats") fan ús d'explicacions de les propietats macroscòpiques sense que els detalls de la seva estructura microscòpica hi exerceixen cap dependència rellevant:

"Així, quan més gran és el desordre, més crida a la uniformitat, per no dir a la universalitat. Aplicar això a les propietats de transport electrònic en els mitjans aleatoris equival a dir que l'electró que viatja a través dels "paisatges muntanyosos" del sòlid desordenat explora tants llocs que, al capdavall, el seu comportament global no depèn gaire dels detalls del paisatge visitat." (*Liberio Zuppiroli*, 'La electrónica de los sólidos desordenados', *Mundo científico. La recherche, núm. 115, Especial: la ciencia del caos*, 1991, pàgs. 709-715, pàg. 711)

"Sortosament, aquest nivell de detall en la descripció microscòpica és innecessari, i d'això l'èxit de la mecànica estadística. En un got d'aigua, per tornar al nostre exemple, les peregrinacions, per extravagants que siguin, d'una sola molècula, tenen una influència menyspreable sobre les propietats macroscòpiques susceptibles de interessar-nos, com la pressió, la temperatura, la viscositat o altres." (*J.-P. Eckemann i Maurice Mashaal*, 'La física del desorden', *Mundo científico. La recherche, núm. 115, Especial: la ciencia del caos*, 1991, pàgs. 722-730, pàg. 724)

Aquesta comprensió pot dur a admetre que caldrà considerar aquesta mena d'irreductibilitat explicativa d'una manera més operativa en la pròpia pràctica científica per poder arribar a una certa teoria unificant:

"El caos presenta un nou desafiament al punt de vista reduccionista, segons el qual el sistema pot entendre's descomponent-lo i estudiant cada part seva per separat. Si aquesta idea ha prevalgut en ciència és en part perquè hi ha molts sistemes en els quals el comportament del tot és realment la suma dels comportaments dels seus components. El caos demostra, no obstant això, que un sistema pot tenir un comportament complicat que emergeix en virtut de simples interaccions no lineals entre uns quants components.

El problema s'està aguditzant en un ampli camp de disciplines científiques, des de la descripció de la física microscòpica fins a la construcció de models del comportament macroscòpic d'organismes biològics. La capacitat d'obtenir un coneixement detallat de l'estructura d'un sistema ha experimentat un decidit avanç en aquests darrers anys, però la d'integrar aquest coneixement s'ha vist frenada per la manca d'un marc conceptual apropiat per a descriure'n de manera qualitativa el comportament. Per exemple, ni tan sols amb un mapa complet del sistema nerviós d'un organisme simple, com el dels nematodes estudiat per Sidney de Cambridge, és possible deduir el seu comportament. Anàlogament,

l'esperança que la física pugui assolir el seu compliment gràcies a un coneixement cada cop més detallat de les forces i els constituents fonamentals és totalment infundada. La interacció entre els components en una escala pot dur a un comportament global molt complex en altra escala major que, en general, no pot deduir-se del coneixement dels components individuals." (AAVV, 1987 'Caos', *Orden y caos. Libros de Investigación y ciencia. Scientific American*. Prensa Científica, S.A., Barcelona, 1ª reimpressió, 1994, pàgs. 78-90, pàg. 89-90)

Però la ciència ha de poder establir alguna mena de regularitats per a poder ésser ciència natural, i fins ara això s'ha fet amb mètodes associats a allò que s'anomena imatge determinista del món. Per això, l'evidència científica, pel mètode probabilista, que certes uniformitats s'assoleixen a la natura amb una efectiva ignorància dels detalls deterministes individuals dels membres del conjunt, és a dir, amb una indeterminació - i amb una mecànica estadística que "funciona"- no ha permès assumir encara una conseqüència pròpia i alternativa amb un pes ontològic com el que encara continua mantenint la poderosa influència de la imatge determinista:

"En aquest desordre, per exemple, som incapaços de preveure les posicions de les molècules. En la pràctica, això significa que les posicions de les molècules són aleatòries, raó per la qual és pertinent un enfocament probabilístic-estadístic. Sense entrar en la qüestió de si aquestes característiques aleatòries s'han d'atribuir a la nostra incapacitat humana per a assolir més informació o a lleis físiques essencialment aleatòries..." (J.-P. Eckmann i Maurice Mashaal, *Op. Cit.*, pàg.725)

"No arribarem a una teoria unificada de la natura només per decidir-nos a favor d'una de les dues respostes alternatives basant-nos en conviccions, sensacions o intuïcions [respostes a la pregunta: "L'atzar ¿és la ignorància de l'observador o un dret de la natura?", (pàg. 32)]. Si alguna cosa passa, serà exactament el contrari. I en aquest sentit la pregunta sí es transcendent. Disposar d'una base científica per a respondre-la significarà haver comprès molt sobre el món. Però avui no és una pregunta científica sinó filosòfica, no és una pregunta física sinó de la metafísica. Les preguntes científiques es dirigeixen únicament vers la descripció i predicció dels fenòmens observables. Com es comporta el sistema? Una pregunta en física és així de simple i així de brusca. La descripció no és veritat ni mentida sinó que funciona o no funciona. I si sobre aquesta base aconseguim respondre els grans temes als quals hem al·ludit, llavors és possible que la naturalesa filosòfica i metafísica de l'atzar es resolgui d'un cop de ploma. En aquest cas, estarem en condicions de parlar de la naturalesa científica de l'atzar. I al millor resulta ésser -això és una sensació- un concepte malaltís i irrellevant." (Jorge Wagensberg, *Op. cit.*, pàg. 43. *Darreres cursives són nostres*).

⁴⁶ Amb 'extrafísica' volem i intentem significar (per diferenciar l'ús de les paraules 'extrafísica' i 'metafísica') que el contingut extrafísic refereix a una aposta metafísica no escaient per al món físic *en si*, en la seva condició física. D'una manera semblant a com el moviment d'un cos regit per les lleis de la mecànica "conté" els seus estats futurs -si no és presenten pertorbacions externes al sistema-, la imatge determinista considera que l'univers (món físic, Natura) conté el que succeirà en el seu si. Afirmem que l'univers no té aquest contingut a la manera determinista, que això no és un "contingut" físic. Si escau dir que l'univers "conté" allò que succeirà, d'una manera física, només pot ésser concebut un món bàsicament propensional, el pre-contingut que posseeix una naturalesa física indeterminada. En lloc de la paraula *extrafísic* el lector podria fer servir el terme *sobrenatural*. No pretenem dilucidar una definició de sobrenatural, i.e., decidir què és i què no és sobrenatural. Afirmem que el món no és determinista i que aquella concepció l'ultrapassa.

⁴⁷ Atlan, Henri: 1979. *Entre le cristal et la fumée*. Éditions du Seuil, Paris. (Traducció castellana: *Entre el cristal y el humo*. Editorial Debate, S.A., Madrid, 1990).

"No té aquí importància que es tracti d'un atzar "absolut" o d'un atzar conseqüència de la nostra ignorància de les sèries causals [...] Quan es tracta de sistemes complexos imperfectament coneguts en tots els seus detalls, això implica que aquesta percepció de l'atzar pot molt bé ésser el resultat de la nostra ignorància de les compulsions organitzatives del sistema en tots els seus detalls. Això suposa qualificar aquest atzar de no absolut, relatiu en l'estat del nostre coneixement de les sèries causals. Segons Laplace, un coneixement exacte de les posicions i velocitats de totes les molècules de l'univers duria a un determinisme absolut del qual estaria exclòs qualsevol atzar. Sigui. Però tal coneixement és impossible i res ens pot ésser conegut fora de les possibilitats del nostre coneixement. Només podem parlar de l'atzar o d'allò determinat mitjançant aquelles possibilitats. La qüestió de saber si es tracta d'un vertader atzar o d'un atzar aparent ens sembla, doncs, sense importància. Si tot és determinat, cap novetat és possible. La novetat d'un esdeveniment és vinculada a una ignorància -irreductible- dels determinismes? També això, i per la mateixa raó, ens sembla un fals problema (vegeu nota següent)." (Nota 28, pàg. 86).

"La novetat és evidentment també apreciada respecte a nosaltres, observadors, de la mateixa manera que l'atzar. Es tracta d'una novetat relativa a la nostra ignorància de les sèries causals? Aquesta qüestió ens sembla com a màxim teològica: el que està implícit és un coneixement diví *a priori* de totes les sèries

causals (a l'estil de Laplace o de Maimònides), del qual se sap que oculta els problemes més aviat que plantejar-los." (Nota 29, pàg. 87).

⁴⁸ Atlan pretén haver cancel·lat la problemàtica del reduccionisme:

"A la llum de tots aquests treballs, encara en curs, però ja avançats, ens sembla superada la problemàtica clàssica de la possible o impossible reducció de la biologia a la físico-química. És necessària una nova filosofia natural que els tingui en compte. I també es troba en vies d'elaboració²⁴."

Aquesta Nota 24 diu: "Alguns autors com C. Castoriadis, E. Morin, J. Piaget, J. Schlanger, M. Serres, I. Stengers..., per limitar-nos als autors de llengua francesa, ens semblen que participen d'aquest moviment." (pàg. 28)

⁴⁹ Sáez, Javier: 1993. 'Caos y tiempo' en *Archipiélago*, núm. 13, 'Caos', Editorial Archipiélago, Barcelona, pàgs. 93-98:

"Han passat moltes coses abans d'aquesta recent recuperació del temps. Com hem apuntat damunt, la seva abolició té a veure amb l'aparició de la física clàssica. (...) L'arrogant perfecció de allò clàssic revela la presència de Déu en aquest pensament; s'ha insistit molt en el caràcter teològic de l'obra de Newton, però s'ha parlat menys de l'ateisme de Lucretius. Déu es filtra altre cop per la porta falsa en el determinisme newtonià, i com és immortal i etern, elimina el temps, allò que per això es perd. Les lleis de l'Univers descobertes per Newton seran, a imatge i semblança de Déu, immutables i eternes, seran l'expressió del seu absolut saber creador. Déu és poc lúdic, poc obert a la incertesa; ja ho digué Einstein, que el coneixia bé: "Déu no juga als daus". (p.95)

⁵⁰ Popper, K. R.: 1982. *The Open Universe. An Argument for Indeterminism. From the Post Scriptum to the Logic of Scientific Discovery, vol II*. Edited by W. W. Bartley III. (Traducció castellana: *El universo abierto. Un argumento a favor del indeterminismo*. Edit. Tecnos, Madrid, 2ª edic., 1994, pàg. 109:

"En mostrar la impossibilitat de predir l'augment del coneixement, no he mostrat res més que la impossibilitat d'una predicció completa *des de dins* el món. Això deixa oberta la possibilitat que el món, amb tot el que hi ha dins seu, estigui completament determinat *des de fora*, potser per la Divinitat. La doctrina *metafísica* del determinisme haurà d'ésser examinada ara amb més atenció." (*Majúscules i última cursiva són nostres*)

⁵¹ *Ibid.*, pàg. 102:

"La nostra refutació del determinisme 'científic' pot donar la impressió de deixar espai perquè el determinisme 'científic' sigui reemplaçat per una tercera versió (....) Aquesta tercera versió podria expressar-se de la manera següent: tot sistema físic és previsible en el sentit que, almenys després que el succés que anava a predir ha succeït, podem veure que el succés estava determinat per l'estat del sistema, en el sentit que una descripció suficientment completa del sistema (juntament amb les lleis naturals) implica lògicament la predicció. El fet que aquesta predicció no pugui sempre calcular-se abans no afecta la lògica de la situació; com es desprèn del fet que suposarem, en la nostra prova, un sistema determinista. I pot dir-se, per tant, que la meua prova no assoleix el seu propòsit.

La meua rèplica a aquesta crítica és que no compren el vertader sentit del meu argument. No vull refutar el determinisme que, crec, és irrefutable; vull refutar allò que he anomenat el determinisme 'científic'."

⁵² Diu Prigogine que per a veure aquesta irreductibilitat cal considerar el 'límit termodinàmic' com a exemple d'aquella renúncia al seguiment del comportament individual. Aquest límit és una ruptura amb la descripció en termes de comportament individuals, ja que permet el tractament de propietats de la matèria que són irreductibles a aquella descripció dinàmica (reversible i determinista). Però, també, és una condició essencial d'una articulació entre la descripció dinàmica en termes de partícules en interacció i les propietats observables de la matèria. Aquestes propietats observables i irreductibles dels sistemes macroscòpics seran, per tant, propietats del conjunt de les partícules, no pas de les partícules individuals. Com que el límit termodinàmic ofereix termes en els quals definir sistemes macroscòpics i les propietats d'aquests sistemes són irreductibles a la descripció individual, el límit termodinàmic correspon precisament a les condicions d'aparició d'una propietat probabilista irreductible. Aquelles propietats macroscòpiques de la matèria, com les transicions de fase, distingeixen, per exemple, els estats de la matèria i les situacions properes o allunyades de l'equilibri. L'existència de transicions de fase tradueix una propietat emergent i és també "la significació del trencament de la simetria temporal: les resonàncies han de produir-se de manera persistent, i aquí també s'ha de considerar un conjunt de partícules."(Prigogine, Ilya: 1997. *La fin des certitudes*. (Traducció castellana: *El fin de las certidumbres*, Santillana, S.A. Taurus, Madrid, p.48-49)

Capítol 12.

- ¹ Porter, Theodore M.: 1986. *The Rise of Statistical Thinking, 1820-1900*. Princeton University Press. [L'obra de Ian Hacking: 1990. *The Taming of Chance*. Syndicate of the Press of the University of Cambridge. Hi ha traducció castellana: *La domesticación de azar*. Edit. Gedisa, S.A., Barcelona, 1991]
- ² *Ibíd.*, pàgs. 194-208.
- ³ van Fraassen, B. C.: 1980. *The Scientific Image*. Oxford University Press, pàg. 164.
- ⁴ *Ibíd.*, Nota 23 del capít. 6, pàg. 228.
- ⁵ *Ibíd.*, pàg. 164, i pàgs. 160-167.
- ⁶ Popper, K. R.: 1982b. *Quantum Theory and the Schism in Physics. From the Post Scriptum to the Logic of Scientific Discovery, vol III*. Edited by W. W. Bartley III. (Traducció castellana: *Teoría cuántica y el cisma en física, Post Scriptumvol III*. Edit. Tecnos, S. A., Madrid, 2^a edic. 1992, pàg. 125).
- ⁷ Reeves, T. V.: 1988. 'A Theory of Probability'. *Brit. J. Phil. Sci.*, 39, pàgs. 161-182.
- ⁸ *Ibíd.*, pàgs. 172-176.
- ⁹ *Ibíd.*, pàg. 175.
- ¹⁰ Sklar, Lawrence: 1993. *Physics and Chance*. Cambridge University Press, USA, pàg. 372.
- ¹¹ Sklar indica com a exemple "els fets sobre la inestabilitat de les trajectòries," pàg., 372.
- ¹² *Ibíd.*, pàg. 371.
- ¹³ *Ibíd.*, pàg. 372.
- ¹⁴ *Ibíd.*, pàgs. 248-9.
- ¹⁵ Aquest tema, com també el següent paràgraf, han estat esmentats en X.1. 3.
- ¹⁶ Sklar, L.: 1993. Op. cit., pàg. 294.
- ¹⁷ Popper, K. R.: 1982a. *The Open Universe. An Argument for Indeterminism. From the Post Scriptum to the Logic of Scientific Discovery, vol II*. Edited by W. W. Bartley III. (Traducció castellana: *El universo abierto. Un argumento a favor del indeterminismo*. Edit. Tecnos, Madrid, 2^a edic., 1994, pàg. 80).
- ¹⁸ Hempel, C. G.: 1965. *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*. The Free Press, Macmillan Co., New York. (Traducció castellana: *La explicación científica*. Edit. Paidós, Buenos Aires, 1^a edic., 1979, pàg. 331 i 363).
- ¹⁹ *Ibíd.*, pàgs. 416-417.
- ²⁰ *Ibíd.*, pàg. 417, nota 107.
- ²¹ Sklar, Lawrence: 1993. Op. cit., pàg. 244.
- ²² *Ibíd.*, pàg. 259.
- ²³ *Ibíd.*, pàgs. 297-298.
- ²⁴ *Ibíd.*, pàg. 343, nota 18.
- ²⁵ Layzer, David: 1990. *Cosmogogenesis. The Growth of Order in the Universe*. Oxford University Press Inc. pàg. 22.
- ²⁶ *Ibíd.*, pàg. 47.
- ²⁷ *Ibíd.*, pàg. 21.
- ²⁸ *Ibíd.*, pàg. 47.
- ²⁹ Ídem
- ³⁰ *Ibíd.*, pàg. 129-130.
- ³¹ Especificant més, perquè una descripció informativa completa seva només pugui ésser estadística, les propietats que té l'univers són que sigui infinit, estadísticament uniforme, que "les no uniformitats locals tinguin una escala màxima", que "els microstats de sistemes finits formen sèries discretes, més aviat que contínues" (pàg. 42).
- ³² *Ibíd.*, pàg. 47.
- ³³ *Ibíd.*, pàg. 48.
- ³⁴ *Ibíd.*, pàg. 54.
- ³⁵ *Ibíd.*, pàg. 42.
- ³⁶ Layzer fuig de la interpretació ortodoxa (instrumental) per resoldre les paradoxes de la mesura. Entén que en aquestes descripcions convencionals la mesura ha d'ésser entesa com un procés necessàriament irreversible i, per tant, estadístic, de manera que aquestes descripcions són, en la seva interpretació, fragments de descripcions que es refereixen a col·lectius infinits de sistemes idèntics que satisfan el PCF.
- ³⁷ *Ibíd.*, pàg. 43.
- ³⁸ *Ibíd.*, pàg. 130.
- ³⁹ *Ibíd.*, pàg. 302.
- ⁴⁰ Schrödinger, Erwin: 1944. *What is Life? The physical Aspect of the living Cell*. Cambridge University Press.

(Traducció castellana: *¿Qué es la vida? El aspecto físico de la célula viva*. Tusquets Editores, s.a., 3ª edic., desembre 1988, Barcelona, pàgs. 111-112).

⁴¹ Popper, K. R.: 1982c. *Sociedad abierta, universo abierto. Conversación con Franz Kreuzer*. Traducció castellana de Edit. Tecnos, s.a., Madrid, 3ª edic., 1992, pàg. 72.

⁴² Popper, K. R.: 1965. 'Time's Arrow and Entropy', *Nature*, vol. 207, pàg. 234.

⁴³ En un posterior desenvolupament de l'anterior argument, també una caldera és una continuada absorció d'ordre del seu entorn. Si l'evolució del mateix organisme produeix increment entròpic (com una màquina de calor), això és un contraexemple a la tesi de Schrödinger. Si la neguentropia necessitada per al desenvolupament de l'ocell estava continguda en la forma d'informació, en l'ou i l'espermatozoide i encara que sigui cert que l'embrió absorbeix (com una màquina de calor) neguentropia de la gema, el sistema total (gema més embrió) incrementa la seva diferenciació estructural durant el seu desenvolupament, el qual es controlat per la informació genètica continguda en el zigot, però no perquè el sistema total absorbeixi neguentropia (estructural), ordre del seu entorn mentre produeix entropia (minvament de la seva neguentropia termodinàmica) com en totes les màquines de calor. (Popper, K. R.: 1967. 'Structural Information and the Arrow of Time', *Nature*, vol 214, pàg. 322.)

L'argument de Schrödinger, de la representació o reducció de la vida per intercanvis energètics amb produccions entròpiques, té un perllongament que dóna l'abast del seu significat, perquè en quant la vida es produeix en l'evolució temporal de l'univers, aquella reducció significa també una reducció del temps pel creixement entròpic (tema tractat en X.2.2.). Aquesta és l'argumentació que fa Hawking (*) continuant la mateixa via (d'una explicació de processos vius per les característiques de les màquines) sota els termes d'una discussió coneguda: la del dimoni maxwellià; l'anàlisi que s'ha fet d'aquest tema en el sentit que el dimoni no viola la segona llei perquè amb la seva acció o processament d'informació fa una despesa energètica que és un procés d'augment entròpic.

Segons Hawking, el nostre temps subjectiu, la fletxa psicològica ("la direcció del temps segons la qual recordem el passat i no el futur" (p.200)) és determinada per la termodinàmica. Ho demostra pel procediment de dir que el substrat d'aquesta fletxa psicològica, el cervell, també presenta un procés entròpic: una memòria d'ordinador no pot efectuar ordenació d'informació sense despesa energètica: "aquest augment del desordre és sempre més gran que l'augment de l'ordre en la pròpia memòria." Llavors, com que el processament d'informació de l'ordinador (de la nostra ment) és un procés termodinàmic, la "direcció del temps en la qual un ordinador recorda el passat és la mateixa que aquella en la qual el desordre augmenta." En cada acte de processar informació pel cervell, artificial o humà, hi ha augment desordre a l'univers, major que l'augment d'ordre que suposa la informació.

"Exactament igual que un ordinador, hem de recordar les coses en l'ordre en el qual l'entropia augmenta.

Això fa que la segona llei termodinàmica sigui gairebé trivial. El desordre augmenta amb el temps perquè nosaltres mesurem el temps en la direcció en la qual el desordre creix. No es pot fer una aposta més segura que aquesta!"(p.194)

Cada cop que mirem enrere (el passat) fem una despesa que és desordre, ho fem des del davant (futur) d'aquell enrere. Per tant, seguint l'argument de Hawking, la direcció temporal psicològica queda reduïda per l'entròpica, i ell considera que: "He mostrat que la fletxa psicològica és essencialment la mateixa que la fletxa termodinàmica, de manera que les dues assenyalarien sempre en la mateixa direcció."(p.200) Hawking no vol dir només que l'entropia augmenta en la direcció del nostre temps psicològic (perquè amb això encara podríem intentar dir que la fletxa termodinàmica queda explicada per la psicològica, per la nostra percepció); la nostra percepció s'explica per la seva física. Però el seu argument no explica per què el (coneixement elaborat des del nostre) cervell contempla els processos termodinàmics cerebrals en la direcció futura del temps. (Hem de pensar que la resposta se completa amb la identificació d'aquella direcció per la fletxa cosmològica, que aquesta dirigeix el nostre sentit (d'acord amb la segona llei) de futur. Vegeu avall, nota 75). (*)Hawking, Stephen W.: 1988. *A Brief History of Time. From the Big Bang to Black Holes*, Bantam Books, New York. (Traducció castellana: *Historia del tiempo. Del big bang a los agujeros negros*, Editorial Crítica, S.A., Barcelona, 1990,

⁴⁴ Popper, K. R.: 1982c. Op. cit., pàg. 64.

⁴⁵ *Ibíd.*, pàg. 67.

⁴⁶ Popper, K. R.: 1967. 'Time's Arrow and Feeding on Negentropy', *Nature*, January 21, pàg. 320, en discussió amb W. Büchel, 'Entropy and Information in the Universe', *Loc. cit.* Vegeu també la presentació d'aquesta proposta en el context d'un anterior capítol: 'X.4. Caracterització objectiva de Popper'.

⁴⁷ *Ibíd.*, pàg. 320,1:

"aquelles consideracions no s'apliquen si s'assumeix un univers finit i sense expansió amb una densitat d'energia que no és zero; o, amb més precisió, els meus arguments no s'aplicarien, d'acord amb Einstein, a un univers tancat, el qual si s'expandeix, de cap manera ho fa fins un màxim temporal, i aleshores es contrau; això és, en un univers amb curvatura espacial positiva, o en un univers de Einstein la densitat

massa mitjana ρ del qual excedeix $3H^2/\kappa$, on κ és la constant gravitacional de Einstein i H és la constant d'expansió de Hubble."

A. Grünbaum* feia un examen de la posició defensada per Popper que la conducta estadística de l'entropia dels sistemes físics, a més que no és l'única base per a la fletxa del temps, no contribueix de cap manera a la seva existència. Per exemple, un argument d'aquella tesi és l'explicació de Popper que hi haurà una irreversibilitat no entròpica en un procés com el constituït per l'eterna expansió d'un gas molt poc dens des d'un centre vers un univers espacialment infinit. Servint-se d'una explicació de Robert B. Griffiths, Grünbaum contraargumenta la conseqüència d'aquell argument que seria que com que no hi ha les parets que puguin produir les essencials col·lisions que donen validesa a la hipòtesi quasi-ergòdica, aquesta hipòtesi és presumiblement falsa per a un espai fase infinit, i aleshores resulta sense justificació la partició en microstats equiprobables de Maxwell-Boltzmann que tenia la seva base essencial en aquella hipòtesi.

*Adolf Grünbaum, 'Popper's Views on the Arrow of Time' en *The Philosophy of Karl Popper*, P.A. Schlipp (ed.), Open Court, La Salle, pp. 775-797, (1974).

⁴⁸ Layzer, David: 1990. Op. cit. Encara que, adverteix Layzer, són produïdes de maneres prou diferents les dos classes d'ordre. L'estructural, produït des del manteniment i conducció per l'expansió còsmica de "la inestabilitat d'un "gas" gravitant amb energia interna negativa"; la seva evolució queda mostrada per la teoria dels agrupaments gravitacionals: estat inicial de l'Univers sense cap ordre vers l'acumulació gradual d'una jerarquia de sistemes autogravitatoris nidificats. I químic, quan la raó de l'equilibri mantingut per les reaccions nuclears queda per sota de la raó de l'expansió còsmica (*Vid.* pàg. 170).

A més a més, Popper, en al seva invenció deliberada del programa "de la cosmologia propensionista" (1982b, op. cit., pàg. 55) també proposa el següent:

"L'expansió de l'univers podria llavors interpretar-se com l'expansió d'aquest camp de propensions. En crear aquesta expansió noves possibilitats i, per tant, noves propensions que la matèria estigui present (algunes de les quals es realitzaran), podria explicar així la creació de nova matèria; perquè pot identificar-se la matèria amb la realització d'aquelles propensions." (1982b, op. cit., pàg. 214)

Una associació de nocions que fa Popper amb la seva idea de la *realitat* com a fonamentalment un *camp de propensions*, de possibilitats cap al futur, que és la realitat canviant i la realitat com a canvi, i la importància que el *temps* (que no és un 'objecte' o propietat física qualsevol) té per a una realitat propensional, pot reflectir-se o albirar-se (tenint en compte la discussió que podria estimular, i totes les distàncies que calguin i que el propi text citat sembla manifestar*; Popper tampoc no sembla prou explicatiu en quant a la naturalesa del temps) en el següent fragment que Gaston Bachelard exposa marginalment com una prova científica de la 'intuïció del discontinu', en el seu estudi sobre les tesis de Roupnel sobre una filosofia de l'instant (*L'intuition de l'instant*, Paris, Stock, 1932. Traducció castellana: *La intuición del instante*, Edics. Siglo Veinte, Buenos Aires, 1980, pàgs. 61-62):

"No és cap absurd apropar-se a una realitat temporal per al trobament de l'element mobilitzat per l'atzar. Llavors, es torna concebible una concepció estadística dels instants fecunds, presos cadascú en el seu aïllament i en la seva independència.

De la mateixa manera s'haurien de realitzar interessants aproximacions entre el problema de l'existència positiva de l'àtom i la seva manifestació sempre instantània. Des de diferents punts de vista, podrien interpretar-se prou bé els problemes de la radiació dient que l'àtom només existeix en el moment que canvia. Si hi afegim que el canvi s'efectua amb brusquedat, hem d'admetre que tot allò real es condensa en l'instant; hauria de fer-se la comptabilitat de la seva energia amb els impulsos, no amb les velocitats. (...)

Per a les concepcions estadístiques del temps, l'interval entre dos instants no és sinó un interval de probabilitat; quant més el seu no-res s'estén més gran és la possibilitat que un instant arribi a posar-li fi. L'accentuació d'aquesta possibilitat és el que dona la mesura de la seva dimensió. La duració buida, la duració pura només té llavors una dimensió probable. L'àtom, des que termina d'irradiar, passa a tenir una existència energètica virtual; ja no consumeix res més, la velocitat dels seus electrons no usa cap energia; tampoc no economitza, en aquell estat virtual, aquella potència que podria alliberar després d'un llarg repòs. No és sinó una joguina abandonada; encara menys, només és una regla de joc completament formal que organitza simples possibilitats. L'existència tornarà a l'àtom amb la sort. En altres paraules, l'àtom rebrà el do d'un instant fecund però el rebrà per atzar, com una novetat essencial, segons les lleis del càlcul de probabilitats, perquè tard o d'hora, és necessari que totes les parts de l'Univers tinguin la seva part de realitat temporal, perquè el possible és una temptació que el real acaba sempre per acceptar.

D'altra banda, l'atzar obliga sense crear un llaç amb una necessitat absoluta. Es compren aleshores que el temps, que no posseeix vertaderament cap acció real pugui donar la il·lusió d'una acció fatal. Si en diverses ocasions un àtom ha quedat inactiu en tant que els àtoms veïns irradiaren, el moment d'actuar és cada cop més probable per a aquell àtom per llarg temps adormit i aïllat. El repòs augmenta la

probabilitat de l'acció, encara que no prepara realment l'acció. La duració no actua “a la manera d'un causa”,¹ sinó que actua *a la manera de probabilitat*. ”

(*) Per exemple, Bachelard separa en algun moment la idea de ‘probabilitat’ de la de ‘realitat’ (mentre que per a Popper el sentit realista de la probabilitat consisteix precisament de considerar la possibilitat com la realitat). L'expressió que “l'interval entre dos instants no és sinó un interval de probabilitat” sembla que vulgui dir que no hi ha naturalesa real dins el “interval” que separa dos instants, segons Bachelard.

(¹) Bergson, *Ensayo sobre los datos inmediatos de la conciencia*, p.117.

⁴⁹ Arnheim, Rudolf: 1971. *Entropy and Art*. University of California Press, Berkeley, USA (Traducció castellana: ‘Arte y entropía’, pàgs. 333-374 en *Hacia una psicología del arte. Arte y entropía, (Ensayo sobre el desorden y el orden)*. Alianza Editorial, Madrid, 1980).

⁵⁰ *Ibíd.*, pàg. 352.

⁵¹ *Ibíd.*, pàg. 368.

⁵² *Ibíd.*, vegeu pàg. 370.

⁵³ *Ibíd.*, pàg. 371.

⁵⁴ *Ibíd.*, pàg. 356.

⁵⁵ *Ibíd.*, pàg. 373.

⁵⁶ *Ibíd.*, pàg. 357.

⁵⁷ *Ibíd.*, pàg. 358.

⁵⁸ Aquesta presentació de la informació com una mena de propietat física només pot voler dir que les probabilitats són reals (i no es deuen a cap insuficiència de coneixement per part de l'observador), són propensions. Els trasllats semàntics de la teoria de la informació no permeten fer una afirmació com aquesta, però no perquè hagi dissolt la qüestió, continua deutora del vell paradigma (veg. *Apèndix 4*). La informació és física perquè les probabilitats són reals, en cas contrari no sembla haver-hi nou paradigma, tampoc no n'hi ha reconciliació. La reconciliació és la ignorància del determinisme per a sistemes més complexos: la introducció de la pertorbació (soroll) en els sistemes deterministes, on la idealització tradicional de l'anterior paradigma que abstrau les pertorbacions és realment inoperant. Es pot dir això des de la teoria de la informació, a la seva manera, però no podríem acceptar dir que la probabilitat ignora el significat, els factors rellevants per a la formació de noves estructures.

⁵⁹ *Ibíd.*, pàg. 49.

⁶⁰ Popper, K. R.: 1983. *Realism and the Aim of Science*. Vol I del Postscript to ‘The Logic of Scientific Discovery’, Hutchinson, London, pàg. 387.

⁶¹ *Ibíd.*, pàg. 359.

⁶² *Ibíd.*, pàg. 397,8.

⁶³ *Ibíd.*, pàg. 394.

⁶⁴ *Ibíd.*, pàg. 397.

⁶⁵ Popper, K. R.: 1982a. *Op. cit.*, pàg. 149.

⁶⁶ Popper, K. R.: 1982b. *Op. cit.*, pàg. 195.

⁶⁷ Layzer, David: 1990. *Op. cit.*, pàg. 128.

⁶⁸ *Ibíd.*, pàg. 121.

⁶⁹ *Ibíd.*, pàg. 119.

⁷⁰ *Ibíd.*, pàg. 47.

⁷¹ Popper, K. R.: 1982a. *Op. cit.*, pàg. 148.

⁷² Arnheim, Rudolf: 1971. *Op. cit.*, pàg. 348.

⁷³ *Ibíd.*, pàg. 344. La frase citada per Arnheim correspon a Planck, 1949, *Vorträge und Erinnerungen*, Stuttgart. (Traducció catalana: *El coneixement del món físic*, Edicions 62, Barcelona, 1969, pàg. 57).

⁷⁴ *Ibíd.*, pàg. 349.

⁷⁵ *Ibíd.*, pàg. 354.

⁷⁶ Ídem.

⁷⁷ *Ibíd.*, pàg. 355.

⁷⁸ Popper, K. R.: 1959. *The Logic of Scientific Discovery*. Hutchinson & Co. Ltd., London. (Traducció castellana: *La lógica de la investigación científica*. Edit. Tecnos, S.A., Madrid, 8ª reimpresión, pàg. 191. El subratllat és nostre).

⁷⁹ “Les lleis que coneixem podrien tenir només una validesa local. (...) Tanmateix, un univers d'aquesta mena contradiria les nostres lleis científiques i no ens resultaria intel·ligible. Però és que l'univers real podria no ésser intel·ligible, en aquest cas no hi hauria cap possibilitat d'entendre'l.” (Jesús Mosterín, ‘Límites del conocimiento cosmológico’, *Revista de Occidente*, nº 207, Julio-Agosto 1998, pp. 51-77, pàg. 74)

Apèndix 1

- ¹ *Universals and Scientific Realism*. Cambridge University Press, Cambridge-London-New York, 1978. Traducció castellana: *Los universales y el realismo científico*. Universidad Nacional Autónoma de México, 1988.
- ² Una de les diverses qüestions discutides per D. M. A. és si hem d'admetre universals irreductiblement monàdics o si, altrament, és possible la seva anàlisi, sense residu, en termes d'universals poliàdics, de relacions. (Per exemple, C. S. Peirce sostenia, sembla que influït per F.E. Abbott (1886, *Scientific Realism*, Macmillan), que tots els universals són relacions, *universalia inter res*); en aquesta qüestió es discuteix, per exemple, de quina manera entendre el reconeixement de propietats diferents sota el subministrament de poders diferents als seus particulars, sembla que donant lloc a manifestacions diferents i, llavors, això exigeix considerar les relacions d'aquests particulars amb uns altres; Peirce sembla que entén que la propietat dels particulars en qüestió ha d'ésser identificada amb els efectes produïts per aquests particulars. (pàg. 274)
- ³ El text de G. Berry és "Logic with Platonism", *Synthese*, 19, 1968.
En una filosofia primera hi cap una teoria general dels universals, però una qüestió com quines espècies generals d'universals hi ha és assumpte d'una filosofia segona ("ontologia analítica" i "cosmologia especulativa", respectivament, en els termes de Donald C. Williams (1953), "The Elements of Being", *The Review of Metaphysics*, 6, pàg. 74, reimprès en *Principles of Empirical Realism*, Charles Thomas, 1966), com també ho és la qüestió de la veritat o la falsedat de certes reduccions de les qualitats secundàries (p.243), i també la qüestió de quines espècies de relacions irreductibles hi ha en el món (pàg. 283).
- ⁴ Anscombe, G. E. M. (1971), 'Causality and Determination', Conferència Inaugural, Cambridge University Press.
- ⁵ Bergmann, G. (1957), "Elementarism", *Philosophy and Phenomenological Research*, 18.
- ⁶ Fem servir sense distinció el termes *necessitat*, *necessitació* i *necessarietat* pel terme anglès *necessitation*. *Necessitació* (*necesitación*) és la traducció castellana del llibre de D.M.A. i *necessarietat* (*necesariedad*) és la de la *Lógica de la investigación científica* de Popper feta per Víctor Sánchez de Zavala, pàg. 398.
- ⁷ D. Malet Armstrong, en el seu treball posterior, *What is a Law of Nature?*, superaria aquesta idea que les lleis de la natura són relacions d'universals.
- ⁸ En concret, "la causalitat és una espècie particular de connexió legaliforme" (pàg.283). El sentit amb què D. Malet Armstrong entén aquesta 'causació' és el següent: "Hume sostinguí que totes les connexions legaliformes eren connexions causals." (pàg.283) [Al marge de la qüestió de quin particular enteniment de la causalitat té D.M.A., més endavant, en la pàg. 357 distingeix la tesi pròpia de Hume (que ara sembla que és "que la connexió causal és una forma de connexió legaliforme" de la tesi realment defensada pels seus seguidors)]
- ⁹ pàg. 378.

Apèndix 2

- ¹ Zemansky, *Calor y termodinàmica*, pàg.30.
- ² Callen, H.B.: 1981. *Thermodynamics*. John Wiley & Sons, Inc., New York (Traducció castellana: *Termodinàmica*, Editorial AC, Madrid, 1984, pàg. 8).
- ³ *Ibíd.*, pàg. 50.
- ⁴ *Ibíd.*, pàg. 32.
- ⁵ Moulines, C. Ulises: 1982. *Exploraciones metacientíficas*. Alianza, Madrid, pàg. 159.
- ⁶ Callen, H. B.: Op. cit., pàg. 37.
- ⁷ *Ibíd.*, pàg. 83.

Apèndix 3

- ¹ Capra, Fritjof: 1996. *The Web of Life*. Anchor Books, New York. (Traducció castellana: *La trama de la vida*. Editorial Anagrama, s.a., Barcelona, 1998)
- ² Gleick, James: 1987. *Chaos – Making a New Science*. (Traducció castellana: *Caos. La creación de una ciencia*. Editorial Seix Barral, S.A., Barcelona, 2ª edició: 1994)

- ³ Vid. Nagel i Poincaré en V.1.1. i la il·lustració de la posició de Poincaré en XI.1., nota 16.
- ⁴ van Kampen, N. G.: 1991. 'Determinism and Predictability'. *Synthese* 89, pàgs. 273-281.
- ⁵ Popper, Karl R.: 1990. *A World of Propensities* (Traducció castellana: *Un mundo de propensiones*. Editorial Tecnos, S. A., Madrid, 1992, pàgs. 50-51).
- ⁶ Batterman, Robert W.: 1993. 'Defining Chaos'. *Philosophy of Science*, vol 60, n°1, pàgs. 43-66.
- ⁷ Lorenz, Edward N.: 1993. *The Essence of Chaos*. University of Washington Press. (Traducció castellana: *La esencia del caos*. Editorial Debate, S.A., 1995, Madrid, pàgs. 4-19)
- ⁸ Dingle, Herbert: 1970. 'Causality and Statistics in Modern Physics'. *Brit. J. Phil. Sci.* 21, pp. 343-368, pàg. 368.
- ⁹ Holt, D. Lynn i Holt R. Glynn: 1993. 'Regularity in Nonlinear Dynamical Systems'. *Brit. J. Ph. Sci.* 44, pàgs. 711-727.

Apèndix 4

- ¹ Hayles, N. Katherine: 1990. *Chaos Bound. Orderly disorder in Contemporary Literature and Science*. Cornell University. (Traducció castellana: *La evolución del caos. El orden dentro del desorden en las ciencias contemporáneas*. Gedisa, 1ª edic., Barcelona, 1993).
- ² Porter, Theodore M.: 1986. *The Rise of Statistical Thinking, 1820-1900*. Princeton University Press, pàg. 201.
- Maxwell, J. C.: 'Diffusion' en *The Scientific Papers of James Clerk Maxwell*. Edited by W. D. Niven, M. A., F. R. S. Dover Publications, INC., New York, 1965, vol. II, pàgs. 625-646, pàg. 646:
- "Se segueix d'això que la idea de la dissipació de l'energia depèn de l'abast del nostre coneixement. L'energia disponible és l'energia que podem dirigir en un canal desitjat. L'energia dissipada és energia que no podem mantenir i dirigir a voluntat, com és el cas de l'energia de la confusa agitació molecular que anomenem calor. Després, la confusió, com el terme correlatiu d'ordre, no és una propietat de les coses materials en si mateixes, sinó només en relació a la ment que les percep. (...) De manera semblant, la noció d'energia dissipada no podria ocórrer per a un ésser que pogués exercir el seu control sobre les energies de la natura, o per a un ésser que pogués seguir el moviment de cada molècula i aprofitar-se'n en l'instant adequat. L'energia sembla inevitablement estar passant d'un estat disponible a un altre dissipat només per a un ésser en un estadi intermedi, el qual pot canalitzar algunes formes d'energia mentre que altres eviten el seu control.
- L'exposició de Maxwell del dimoni en *Theory of Heat*, Longmans, Green and Company, London, 1872; 3ª ed., pp. 308-309. (Traducció castellana del fragment significatiu en 'Limitaciones de la segunda ley de la termodinámica' en *Escritos científicos. James Clerck Maxwell*, Círculo de Lectores, Barcelona, 1997, pàgs. 257-258:
- "Aquesta és la segona llei de la termodinàmica, i és certa, sens dubte, mentre tractem amb cossos considerats només com a conjunts massius, i no siguem capaços de percebre o manipular les molècules individuals dels quals són constituïts. Però si ens imaginem un ésser les facultats del qual són tan agudes que pot seguir les trajectòries de totes les molècules, aquest ésser els atributs del qual encara són tan essencialment finits com els nostres, seria capaç de fer allò que és impossible per a nosaltres actualment. [...] Suposem ara que aquell recipient es troba dividit en dues parts A i B, mitjançant una divisió en què existeix un petit forat, i que un ésser, que pot veure les molècules individuals, obre i tanca aquest forat, de manera que es permeti que passin de A a B només les molècules més ràpides, i només les més lentes de B a A. D'aquesta manera, sense despesa de treball, elevarà la temperatura de B i disminuirà la de A, en contradicció amb la segona llei de la termodinàmica."
- ³ Hayles, N. Katherine: 1990. Op. cit., pàg. 70.
- ⁴ Ibíd., pàg. 61.
- ⁵ Ibíd., pàg. 45.
- ⁶ Ibíd., pàg. 55.
- ⁷ Ibíd., pàg. 59.
- ⁸ Bennett, Charles H.: 1988 (gener). 'Demonios, motores y la segunda ley' en *Orden y caos, Libros de Investigación y Ciencia*, Prensa Científica, S.A., Barcelona, 1ªreimpresión, 1994, pàg. 46.
- ⁹ Atlan, Henri: 1979. *Entre le cristal et la fumée*. Éditions du Seuil, Paris. (Traducció castellana: *Entre el cristal y el humo*. Editorial Debate, S.A., Madrid, 1990, pàg. 67).
- ¹⁰ Popper, K. R.: 1976. Traducció castellana: *Búsqueda sin término. Una autobiografía intelectual*, pàg. 220. Hagué respostes combatives a la tòpica identificació de l'entropia termodinàmica amb la quantitat d'informació estadística associada a un missatge transmès per un sistema comunicatiu des de l'analogia formal entre la relació de Boltzmann (entre l'entropia i la probabilitat d'un determinat estat) i la de Wiener-

-
- Shannon. Entre elles : Rudolf Carnap i Yehoshua Bar-Hillel, 'An Outline of a Theory of Semantic Information' en Y. Bar-Hillel, *Language and Information*, Addison Wesley, 1964.
- ¹¹ Hayles, N. K.: 1990. Op. cit., pàg. 81.
- ¹² *Ibid.*, pàgs. 82-83.
- ¹³ *Ibid.*, pàg. 82.
- ¹⁴ Ídem
- ¹⁵ Ídem. La cita correspon a John Arthur Wilson. 1968 "Entropy, Not Negentropy." *Nature* 219: 535-536, pàg. 535.
- ¹⁶ *Ibid.*, pàg. 81.
"Gairebé sense excepció, els manuals escrits per enginyers electrònics segueien la heurística de Shannon-Weaver, explicant que quant més incert era el missatge, més informació podia transmetre. Al igual que Weaver, aquests autors evitaven la conclusió òbvia que un galimaties conté la màxima informació dient que es necessitava una mescla de sorpresa i certitud. I també com Weaver, no reconeixien la implícita contradicció amb la teoria de Shannon. En general, no dedicaven gaire espai a la relació de l'entropia en la termodinàmica amb l'entropia en la informació."
- ¹⁷ Si seria vàlid concebre un 'plenum' que omple buits si és entès com una continuïtat constituïda de camps de propensions, però aquesta realitat contínua de camps de propensions implica "salts" emergents, i un "salt" deixa un "buit" entre els extrems, aquests "buits" són informació microscòpica, estructuracions deterministes plenes, "l'oblit" o "forat" de les quals representen estructuracions d'ordre i de creació, ordenació i desenvolupament del món propensional.
- ¹⁸ Atlan, H.: 1979. Op. cit., pàg. 105.
- ¹⁹ *Ibid.*, pàgs. 39-40.
- ²⁰ *Ibid.*, pàg. 72.
- ²¹ *Ibid.*, pàg. 73.
- ²² *Ibid.*, pàg. 35.
- ²³ *Ibid.*, pàg. 39.
- ²⁴ *Ibid.*, pàg. 40.
- ²⁵ Segons exposàvem en V.1.3.
- ²⁶ Atlan, H.: 1979. Op. cit., pàg. 40, nota 19.
- ²⁷ *Ibid.*, pàg. 77.
- ²⁸ *Ibid.*, pàg. 78.
- ²⁹ *Ibid.*, pàg. 40.

Apèndix 5

- ¹ Popper, K. R.: 1982. *The Open Universe. An Argument for Indeterminism. From the Post Scriptum to the Logic of Scientific Discovery, vol II.* Edited by W. W. Bartley III. (Traducció castellana: *El universo abierto. Un argumento a favor del indeterminismo.* Edit. Tecnos, Madrid, 2ª edic., 1994, pàg. 195.
- ² *Ibid.*, pàg. 193.
- ³ Nagel, E.: *The Structure of Science.* Harcourt, Brace i Word, Inc. New York. (Traducció castellana: *La estructura de la ciencia.* Paidós. Buenos Aires, 1974, 2ª edició).
- ⁴ Moulines, C. *Ulises: Pluralidad y recursión. Estudios epistemológicos.* Alianza Editorial, s.a., Madrid, 1991.
- ⁵ Zemansky, *Calor y termodinàmica*, pàg. 162.
- ⁶ Bunge, Mario: 1973. *Philosophy of Physics.* D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holanda. (Traducció castellana: *Filosofia de la física.* Edit. Ariel, Barcelona, 2ª edició, 1982). La primera cita correspon a la pàg. 228, la segona a la 227. La tesi de Grad esmentada per Bunge correspon a la referència de la seva bibliografia: M. Bunge (ed.), *Delaware seminar in the foundations of physics*, Springer-Verlag, New York., 1967.
- ⁷ Sklar, Lawrence: 1993. *Physics and Chance.* Cambridge University Press, pàg. 12.
- ⁸ Lavis, D.: 1977. 'The Role of Statistical Mechanics in Classical Physics'. *British Journal for the Philosophy of Science*, 28, pàgs. 255-279, pàg. 276.

ÍNDEX DE MATÈRIES I D'AUTORS

A posteriori, coneixement, explicació, *vegeu* 'explicació'
 abstracció,
 -en la propensió, de les condicions ocultes (dels trets manifestats), 18,72,80,81,169,216, 221,228,235,246,255-258,363,375,391,397,420, 446,451,459,461,470
 -del coneixement determinista, 198,228,232, 235,389,390,391,397,407,447,456,461
 -de les lleis de la natura, 88
 acceptabilitat d'una explicació, *vegeu* 'explicació'
 accés epistèmic incomplet, 16,17,152,153,197, 198
 accidental (generalització), *vegeu* 'generalització'
 adequació (condició de), *vegeu* 'admissió (criteri d)'
 -conceptual de la noció de probabilitat, *vegeu* 'probabilitat'
 -explicativa, 55-58,65,250,302,310,324, 403,405,460-462
 -formal (condició), 35,36,62,510
 additivitat
 -completa, sigma, 22
 -comptable, 117,118,120,509,524,544
 -finita, 22,62,66,118,251,133
 admissió (criteri d'), 35,116,510
 aleatorietat (axioma d'), 39,95,204,220,510,522, 527
 alta probabilitat (requisit), 44,50,57
 ambigüitat,
 -de la proposta propensional popperiana, 11-13, 16-18,96,170, III.2.3, VIII.1.3.,245,255,257, 371,372,410,420,469,564
 -de l'explicació I-E, II.2.1.,57,249
 -epistèmica de l'explicació estadística, 51, *vegeu* 'relativitat epistèmica'
 anabòlica (tendència), 446,467
 Anosov (sistema), *vegeu* 'sistema'
 antinòmia de la cognoscibilitat del món, 242, 409,520,540
 antròpic feble (principi), 558,559
 antropomorfisme, 14,259,315,357,358,417,517, 541
 apriorisme, 320,477,538
 Armstrong, David Malet, 533(174), *Apèndix 1*, 574
 Arnheim, Rudolf, 444-446,453,467,468,472
 art, 444
 asimetria,
 -de les relacions causals, 117,124,126,213,264, 265, (*exemples*) 523, 524
 Atlan, Henri, 413,414,446,469, *Apèndix 4*, 569
 atractor, 286,288,289,325,485,486,561
 atzar,
 -el problema fonamental de l'(paradoxa fonamental del càlcul de probabilitats), 383,461,565
 -com a intersecció de dues sèries causals independents, *vegeu* 'Poincaré'
 autoevident (explicació), *vegeu* 'explicació'
 autoregulació (hipòtesi d'), 165
 avaluació entre teories rivals, 34,89
 Ayer, Alfred Julius, 148,207,531,535

 Bachelard, Gaston, 572,573
 Batterman, Robert W., 17,288,299-301,305,419, 487,488,509,552,556,558,557,564
 Bayes
 -esquemes bayesians en la probabilitat [inductiva], 129
 -teorema o regla de, 30,117,124,138,524
 Bennet, Charles H., 492,577
 Bernoulli (J. I), 134
 -distribució, 26
 -seqüència, 40; sistemes, processos, *vegeu* 'sistema'
 -pont entre propensions i estadística (entre probabilitat i freqüència), *vegeu* 'pont'
 -teorema de, 28-30,39,40,106,107,109,111, 113,197,207,252,257,381,511,526,529,536, *vegeu* 'lleis dels grans nombres'
 Big Crunch, 558
 billar romà (model d'atzar objectiu), 322, 323,516. *Vegeu* 'màquina de boles'
 binomial
 -distribució, 26
 -llei, fórmula (fórmula de Newton), 27, 39,40, 204,317
 biologia, *vegeu* 'vida'
 Bohm, David, 227,228
 Boltzmann, L., 7,13,149,167,266,268,270-274, 276,277,280,287-289,294,296,297,306,307,311, 313,314,316,318,327,333-338,340-350,354,356, 362,365-368,371,385,418,457,458,470,471,492, 495,499,502,506,562,563
 -equació d'evolució (cinètica, de Boltzmann), 266,267,270-273,277-279,285,291,295-297,307, 334 492,494,502,545,551,554,556

- hipòtesi cosmològica, X.2.1.,X.2.3.,313,324, 364,366,457,563
- hipòtesi relativa als nombres de col·lisió, Boussinesq, Joseph, 423
- Borel, Emile, 28,147,325,549
- Born, Max, 322,351,352,564
- Braithwaite, 72, 79,510
- Brillouin, 492,494-496,502
- brownià (moviment), 44,45,423, i observació en el curt termini de les desviacions microestructurals, 561
- Brush, S.G., (comentari a Nietzsche), 548; 568
- bucles de retroalimentació, 487
- Bunge, Mario, 40, 72,73,79, 80, 84,131,157,507, 508,511,518,527,528,532,576

- C (sistema, procés), *vegeu 'sistema'*
- Callen, Herbert B., 481-483 (*Apèndix 2*)
- camp sigma o camp Borel, 21,109,543
- camp de propensions (i propensions com a camp), *vegeu 'forces'*, 81-84,85,122,123,140,169,170, 224,225,247,322,325,332,375,411,471,473,497, 572,576
- canònica (distribució), 546,547
- canvi,
 - de les propensions, 44,82-87,141,143,254, 255,572; en un sistema autoregulat, 167; canvis freqüencials, 195; probabilístics segons observació freqüencial, 200; improbabilitat, 254
 - situacional, 87,92,142,171,188,234,252,519
 - social, 566
 - Món canviant, 17,19,76,87,141-143; i inducció, 541; selecció natural 144,326,328,331-333,485; preferències 146,254; la nostra comprensió del món i progrés a la ciència, 146,156; canvis a la història del món, 90; lleis de la natura, 89; propietats permanents, 91,101, enunciat nomològic i canvi a les condicions inicials, 92; lleis dinàmiques, 144; uniformitat a la natura, 210,211
- caos molecular (postulat del), 151,267,284,286, 288,296,306,314,432,470,473,508,553,554,556, *vegeu 'realeatorietat'*
- caos determinista (teoria del), 289,292,293,485, 486,487,554,555,556
- Capra, Fritjof, 485-486 (*Apèndix 3*)
- Carbonelle, Ignace, 423
- Carnap, Rudolf, 33,34,46,48,51,115,162,214,240, 249,405,513,514,537,539,576
- Casati, Giulio, 542
- causa, causes
 - complexes o múltiples, 149-153
 - determinista, 533
 - final, 164,165; de Laplace, 381
 - imaginària (de Laplace), 381
 - indeterminista, 253,372,373
 - instrumental, 221,257,435
 - causació/ correlació, 58,105,136,159,160,163, 250,253,401,406,529,530,566, *vegeu 'generalització'*
 - causal, causals
 - explicació, *vegeu 'explicació causal'*
 - poders, *vegeu 'poders causals'*
 - productivitat, 527
 - tipus de relació, 527,528, *vegeu 'asimetria' (de les relacions causals)*
 - transportadors de propensions (processos), 82,169,242
 - causalitat
 - probabilista (indeterminista), 82,126,130-132, 134,136,138,148,250,406,496,497,567
 - causalment rellevants (factors), *vegeu 'factors'*
 - científic (mètode), *vegeu 'vida'*
 - classe de referència
 - àmplia, 65
 - homogènia, 52,53,(partició)56,58,64,65,536
 - elecció de l'apropiada..., 58,67
 - problema de... (l'elecció) (de l'apropiada), 11, 16,37,II.1.2.,50-56,58,59,62-67,70,219,249,334, 335,365,366,393,396 i propietats permanents (en focament propensional), 89,90-92,97,100,104, 105,1059,171,174,240,400,402
 - restringida, 51-54,249,514
 - clàssica (teoria o definició) de la probabilitat, 24,78,141
 - coarse-grained* (aproximació de), *vegeu 'gruixut'*
 - completesa, incompletesa d'una explicació, 173,179,231,436,464,513
 - complexitat algorítmica, 490,564, *Apèndix 3*
 - complexitat (multiplicitat, petitesa) de les causes, 149,150,491; com a noció epistèmica, 219, i indeterminisme epistèmic, 147,148,211,288,295,369, 531,569; i reduccionisme, 460,491,568; en relació a la linealitat,487-489; en relació als sistemes vius 327,328,332; i desordre / ordre, 327,446; i teoria de la informació, 495,499,505,573
 - compromís ontològic, 16,17,76,197,244,252,351, 373,XI.3.2.,431,471,477,497,514
 - concepció heretada, 9,390,504
 - concepció idealista dels mons possibles, 322, 326,333
 - conceptual (adequació) de la noció de probabilitat, *vegeu 'probabilitat'*
 - condicional (probabilitat), IV.1.,IV.3.1.;16,23, 115,117,121,126,127,130,138,213,251,401,524, 523,525,529
 - condicionals
 - contrafàctics i subjuntius, 59,60,61,74,90-93, 136,162,171,174,215,404,514,521,522,528,537
 - nomològics 'causals', 93,95,100-102,136,253, 521,522(*condicional causal probabilístic*),537

condicions, condicions inicials,
 -conegudes, 153,181,184,192,197,198,211,219, 223,224,233,234,243,363,383,390,391,556
 -constants, 86,94,98,169,188,191,209,210,231, 233,463
 -dependència sensitiva, sensibilitat a les, (sistema mescla),265,485,489,551, *vegeu divergència exponencial*, *'inestabilitat dinàmica'*
 -ocultes, incontrolades, 17,18,81,135,146,177-179,184-195,202,218,219,225,234,236,254,299-301,363,400,419,420,450,479
 coneixement,
 -diví, *vegeu 'Déu'*
 -laplacià, 293,319,344,383,385,414,415,416,439, 442,459,489,532,569
 -límits del, *vegeu 'antinòmia de la cognoscibilitat del món, 'progrés en el coneixement'*
 confirmació,
 de les hipòtesis probabilistes, 71,72,153,208; àmbit de (de la disposició probabilista), 178. Problema de la inducció, 251 Grau de (o de corroboració d'una hipòtesi), 33,34,138,156. Credibilitat inductiva, suport inductiu per a hipòtesis (probabilitat lògica (inductiva) de Carnap), 48,49, *vegeu 'inductiu', 'inductiva'*. Elements de judici (condició de confirmació empírica, de grau de confirmació), 57, 513, *vegeu 'elements de judici'*.
 conjectura, conjectural (caràcter) de la interpretació propensional, d'una teoria probabilista (freqüències conjecturades), 16,17,19,41,73,81,82, 85,99,110,112,123,124,126,127,137,182,205,222, 234, 235; coneixement conjectural, teories o lleis com a conjectures, 89,90,142,146,521,567
 conjunció constant, 479,519
 conjunt representatiu (*ensemble*, col·lectiu estàdístic (enfocament)), 278-287,292,295,296,302, 307-310,324,334,351,358,359,365,366,373,374, 419,434,508,544(noció),546,547,549,551,556-558, 561,571; "real" (actual): crítica de Krylov al plantejament empirista-freqüencialista, 302-305,557
 constant (o integral) de moviment, 543; i transitivat mètrica,550,551; local, 543, global, 543, global aïllada, 543; l'energia, 543
 constricció de l'espai de possibilitats (interpretació propensional de la legalitat, de la possibilitat) (*vegeu 'preparació de l'estat dels sistemes, dels conjunts inicials'*), (*vegeu 'obertura de la mecànica: permissió legal per a les assumpcions probabilistes sobre les microcondicions inicials: irreductibilitat probabilista'*), (restricció de la possibilitat teòrica per la mesura), Capítol X.1.3., (constricció del camp de possibilitats teòriques, del conjunt de condicions possibles -permès per la teoria determinista)316,370,557 (especificació temporal)325, (en les condicions cosmològiques, caràcter legal de les condicions inicials)472, ('principi d'indeterminisme' sobre les condicions de l'univers) 320, 330, (concepcions idealistes dels mons possibles) 333, (regla de selecció en el conjunt de mons possibles per la propietat física disposicional)316, (com a regla de decisió metodològica)318, (contra l'ús metafísic especulatiu de la conjectura probabilista -teoria ergòdica)324, (absència de restricció legal mecànica per a la preparació del sistema (obertura de la mecànica vers la probabilitat))431, (com a criteri d'impossibilitat, principi de selecció, en la preparació, elecció, dels sistemes) 292,302,304,310,311,373, (un principi de selecció d'extensions permissibles)303,369, (implicació d'un enunciat legal -una teoria probabilista-sobre la distribució inicial) 303,304, (atzar "inscrit" a la matèria com a principi constrictiu del camp de possibilitats)561
 contingència, 90-92,105; de les condicions inicials aleatòries, 314, perspectiva propensional, principi d'indeterminisme, probabilista d'inexistència sobre els conjunts de condicions inicials, sobre la teoria determinista, 320,325; XII.2.2.1.
 contrastabilitat (criteri de), 77
 -contrastables (enunciats, hipòtesis), 71,201, 253,535
 -(in)contrastabilitat de la metafísica, 123,125
 -*vegeu 'falsabilitat'*
 convencionalisme deductivista, 320
 convergència (axioma de) (o del límit), 510, 526,527,528,535 (*vegeu 'límit freqüencial'*)/
 divergència (de la freqüència),
 corba de concentració, 272,273,278,279,280,296, 304,334,366,419,551
 correlació
 -molecular,
 corroboració, 33,34,48,55,69,70,136,154,176,243, 398,426,458,508,513; *vegeu 'inductiu, suport'*. I substitució de la inducció: mètode de (de Popper; amb arguments negatius), 87,259; mètode crític, 205. Projectió de les nostres hipòtesis universals corroborades per l'observació, 211.
 cosmològic
 -principi, 439,440
 -fort (principi), PCF, XII.2.2.2., 441,451,452, 453,457,458,565,571
 cosmològica (hipòtesi), *vegeu 'hipòtesi cosmològica'*
 creença (graus de), *vegeu 'grau'*
 "cristal·lització", actualització, 18,140,141,250, 258,259,321,396,416,471,587
 criteri de demarcació, *vegeu 'demarcació'*
 criteri d'observabilitat, 77
 criteri propensional de rellevància causal, 107
 crític (mètode) (popperiana enfront la inducció), 205, *vegeu 'discussió crítica'*
 darwinista (teoria), 144,247,318,443

- Davies, P.C.W., 314,315
- Dawkins, Richard, 326-333,358,459
- decidibilitat (problema de la) dels enunciat probabilitaris, 207, *vegeu 'falsabilitat'*
- definició
- explícita, parcial, 77,94
 - operacional, 77
- Delsaux, Joseph, 423
- demarcació
- criteri metodològic de (per als enunciat probabilistes), 17,208
 - de la metafísica, 125
 - falsabilitat i, 80
 - per a la ciència, 14,518
- Denbigh, K. G., 299,562,563
- densitat (principi de) per als predicats, 52
- descripció,
- clàssica completa (de l'estat dinàmic), 542
 - completa, 17,145,147,231,238,350,416,441,442,446,447,452,453,459,466,468,470,547; suficient per a la descripció determinista, 152,153,181,197,211,225,391,450
 - equilibri (mecànic-estadística de l'), 546,547
 - incompleta estadística (de l'estat dinàmic), 543; del conjunt de sistemes, 546; 568,570; *com a descripció completa del univers*,441,571
 - màximament específica, *vegeu 'màxima especificitat (requisit de la)'*
 - mecànica d'estat, 157,158
- desequilibri, o no-equilibri,
- evolució a l'equilibri des del, 270,272-275,278,281,285-287,295,297,302,307,335,336,556,558,564
 - improbabilitat del, 271,305,336,337,495
 - teoria del, 277,282,283,295,298,306,319,481,508,550
- desintegració nucli radioactiu, 44,45,77,78,85,85,86,112,146,150,178,225,266,441,
- desplaçament de factors rellevants (principi de), 56-58,159,515
- determinisme,
- ocult, 153
 - prima facie*, 195-197,205,531
 - (sistema determinista) [noció], 154,181,230,530 i necessitat, 127
 - (teoria determinista) [noció], 154-157
- Déu (coneixement diví; ment, visió o predestinació divina), (*vegeu 'predestinació'*), 14,15,18,248,331,539,547,569
- dimoni,
- laplaciana, *vegeu 'coneixement laplaciana'*
 - maxwelliana, 239,306,344,350,354,369,409,415,458,491,492,494-499,501-503,571,*enunciació*,575
- Dingle, Herbert, 489
- discussió crítica (mètode de la) de Popper, 89, 90,535; racionalitat crítica, 200; crítica, mètode crític, 205
- distribució,
- canònica, 546,547
 - d'estat Z en μ , *vegeu 'fase', 'espai'*
 - de probabilitat de velocitats moleculars (o de l'equilibri) (de Maxwell-Boltzmann),266,267,268,271,276,277,279,280,294,311,354,385,417,495,499,508,572
 - gaussiana, 26
 - microcanònica, *vegeu 'microcanònica'*
 - normal, 28
 - uniforme
 - característica de les variables ocultes, de les condicions inicials, 179,254
 - de descripció de l'equilibri, de l'evolució termodinàmica, de probabilitat d'estats en la superfície energia espai Γ_E , 278,297,302-305,499,543-546,551,552,557
 - de probabilitat, 23,24
 - de probabilitat de velocitats moleculars Maxwell-Boltzmann, 268,276
 - de les propietats de l'univers, 571. També la «ignorància objectiva» de l'univers com és tractada en 417,427,428
- divergència exponencial, dependència sensitiva, 149,287,289,302,488,489,555,564, *vegeu 'inestabilitat dinàmica'*
- Earman, John, 343,562,583
- Eckmann, Jean-Pierre, 589
- Eells, Ellery, 16,35,36,42,54,60,62-67,97-100,107-114,123,124,174-180,210,218,222,250,251,257,374,375,396,479,510,515
- Ehrenfest, P. i T., 17,278-283,287,296,304,362,545,546,548,549,550,554
- Einstein, Albert, teoria general de la relativitat,74,457; teoria especial de la relativitat, 319,435; constant gravitacional,572; equacions gravitatòries,320; Principi Cosmològic,441; models cosmològics,457; criteri realista, 145,146,441,442,563; estadística Einstein-Bose,294; ideal d'eternitat estàtica,315,548, univers tancat, 572; argument teològic a favor del determinisme, 408,409,442,569; assumpte de constricció sobre les condicions inicials,431
- Ekeland, Ivar, 407-409
- elements de judici disponibles (totals), 45-47,51,55,59,103,104,426,513
- emergència,143,196,199,250,259,332,411,429,438,455,459,504,517,524,528,545,559,561569,570,572,576
- empíric (contingut, dels enunciat probabilístics), 170,203, *vegeu 'falsabilitat- dels enunciat probabilístics (problema de la in-)'*
- empirisme, 10,17,75,76,87,188,202,302,303,305,368,373,374,409,477,478,528,540,537

energia,
 -cinètica, 82,267,268,273,426,506,507,516,542, 561
 -equació, 543
 -hamiltoniana, *vegeu 'hamiltonià'*
 -superfície (o capa), hipersuperfície, subespai, 278,279,543,(probabilitat en la) 547; indescomponibilitat de la, (*vegeu 'transitivat mètrica'*); en l'evolució a l'equilibri, forma de la regió inicial en la, 551; 556
 -termodinàmica, 543
 -total del sistema, 542,543
ensemble, vegeu 'conjunt representatiu'
 entropia (definició M.E.), 545
 enunciats
 -bàsics, 518,559
 -existencials, 518,559
 -observacionals, *vegeu 'observacional'*
 -singulars (de probabilitats), 511
 -universals, 70,91,103,202,,239,408,461, 559. També *vegeu 'lleis de la natura'*
 epistèmiques (preguntes), 435
 equació cinètica (evolució, de Boltzmann), *vegeu 'Boltzmann'*
 equiprobabilitat o equipossibilitat, 23,35,62,182, 183,203,267,271,273,305,327,343,351,352,360, 370,427,428,466,511,529,530;(sobre els microstats possibles)544
 ergòdica, (hipòtesi, teoria, situació), 278-287,297, 308,314,316-333,351,362,368,434,437,470,544, 549,550,551;quasi-ergòdica,549;556,557,558,572; justificació de les distribucions canònica i microcanònica, 546; 549-551,557,559, 573
 espai,
 -de probabilitats, 22,144,214
 -fase, *vegeu 'fase'*
 -espai μ , 544; distribució d'estat Z en μ , 545
 -espai Γ , 542;
 estel Z en Γ , 545
 -regió, volum, domini (de l'espai fase), 274, 278,279,280,281,283,285,286,287,297,304, 333, 543-546,549,551,552,556,558,559
 -subespai, *vegeu 'energia', 'superfície'*
 -mostral (de resultats, d'esdeveniments),21 22,24,26,122,131,136,140,234; l'espai fase com a, 543
 -probabilitzable, 22,25
 estabilitat
 -freqüencial, estadística, 14,26,87,98,110,137, 142,160,162,186,187,193,195,198,205,209,219, 249,252
 -estructural enfront determinisme, 377
 estadístic (mètode), 78,231
 estadística
 -confiable (coneixement acumulat, teoria subjectiva, probabilitat inductiva), 51-55,72,514, *vegeu 'ele-*
ments de judici'
 -(independència), *vegeu 'independència esta-*
dística'
 estat
 -(equació d'), 481,482,547
 -correlacionat, 553,554
 -'estat de coses universal', 410
 -titxista, titxisme, *vegeu 'titxisme'*
 estel Z en l'espai fase Γ , *vegeu 'espai' o 'fase'*
 estimació, 79,80,87,108,206,244;(de la freqüèn-
 cia relativa, 48-51.
 estructura del món, 15,70; constitució real del
 món, 121,198; diferenciada de la història del món,
 89, 90; i conjectura propensional,
 121,123,124,188,200,
 241,423, atzar,413,455; fonamentació estructural
 causal propensional de la legalitat probabilista, possibi-
 litat física, 136, interpretació propensional de la llei de
 la natura, ubicació temporal, 320; i temps,415,435,
 472; fets termodinàmics en l', 355,429; i enfocament
 freqüencialista, 241, empirista, determinista, 376,392,
 415,469,486,504. També *vegeu 'constricció de l'espai*
de possibilitats (interpretació propensional de la legalitat,
de la possibilitat)'
 etern retorn, 274,315,316,324,547,561,568
 Everett (interpretació del molts-mons), 322,323
 existencials, *vegeu 'enunciats'*
 èxit
 -de la descripció determinista, 8,9
 -explicatiu, 87,259,410,465,520,566,568
 -predictiu de la hipòtesi probabilista, 70,121,
 205,568
 -tendència evolutiva vers l'adaptació i l',
vegeu 'teleologia'
 expansió còsmica, 315,368,444,457,467,472,558,
 559,565,572
 expectativa nòmica (grau d'), 106
 experiment
 -d'atzar o aleatori (definició), (*preparatiu expe-*
riental, tipus d'experiment, experimental arrange-
ment, chance set-up, "disposició experimental"),
 517,521,533,537,538,(i universal), 533
 -ideal, 146
 -idealitzat i probabilitat zero, 127
 explicació
 -a posteriori, en retrospectiva, 327,331,374,
 388,394,396,404,405,406,416,432,462,
 -adequació de l', *vegeu 'adequació explicati-*
va'
 -acceptabilitat d'una, 51,55,403,436,438,462
 -autoevident, 404,462
 -causal, 44,160,161,169,388,410,512
 -completa, *vegeu 'completesa'*
 -deductivo-estadística, 45,55
 -epistèmica de Hempel, 516
 -inductivo-estadística, 43-45,49-51,55,57,160,

- 249, 513
- internivell, *vegeu idem.*
 - nivells d', *vegeu 'internivell'*
 - nomològic-deductiva (N-D, D-N), 18,43-45, 49,55,103,104,249,389,404,406,436439,462, 466,489,512,513
 - òntica de Salmon, 516
 - parcial, *vegeu 'completesa'*
 - rellevant, *vegeu 'factors explicativament rellevants'*
- extensió màxima (d'un model), 62,95,96,108, 178, 179, 253, 254
- extensional
- concepció de la probabilitat, 65,90,100,203, 250, 253
 - enunciats, 60,95,96,522,526
 - llenguatge, 90-03
- factors (propietats)
- causalment rellevants, 52,58,59,98,105,148, 159,177,179,241,250,255,469,503
 - distintivament rellevants, 65,66,250
 - explicativament rellevants, 56,58,59,64,250
- fal·libilitat,
- de la ciència i de l'empresa humana: coneixement conjectural, 140,200,250,259 (i món propensional) 141, i coneixement inductiu, 88,89; i món indeterminista, XII.1.1.,451,466
- falsabilitat, falsació, falsacionisme,
- criteri de (de Popper), 79, 91,458,559,560
 - dels enunciats probabilístics (problema de la *in-*), 108,VII.3.,243,246,251,259,317,318,325, 364,368,463,526,535,559,560
- Farquhar, I., 282-284,350,351,352
- fase (o estat de moviment)
- espai, 271,281,283,285,286,288,295,297,301, 373, 420,489
 - definició d'entropia en l', 545
 - espai μ , 544; distribució d'estat Z en μ , 545
 - espai Γ , 542; (*vegeu 'espai'*); estel Z en Γ , 545
 - funcions, 279,290,297,358,508,542,543,545,547
 - mitjanes, 272,283,290,297,425,452,455,498, 544,547,548,549,551,556, mitjanes temporals, 272,279,281,286,297,334,360,425,452,455,498, 547,549,556,561, i transitivat mètrica,550; mitjanes ensemble,279,282,284,358,425,452,455,498,547; conseqüència equivalència de mitjanes,548,556
 - punt, *vegeu 'microstat'*
- Fetzer, James H., 7-9,11,13,16-18,32,37,51-54, 58-61,64-67,77,78,88-92,95,100-111,115,120-124, 127-131,134,145-147,150,157-167,170,181,197, 225,230,238,246,250-257,365-368,371,357-373, 387-396,399,412,416,432,435,448,461,465,469-472,514,516,522,526,
- Février, Paulette, 151
- Feynman, Richard, 146,265
- ficcio epistèmica (l'espai d'esdeveniments com a), 16,153,189,313,314,321,324
- ficcions (els enunciats universals com a), 202, 407; ficcionalisme, 540
- finalisme, finalitat, *vegeu 'teleologia'*
- Finetti, Bruno de, 33,120,509,524
- físicament possible, *vegeu 'possibilitat física'*
- Foerster, von, 492
- força, camps de forces, teoria de camps, forces newtonianes, 72-81,108,112,130, 139,140,143,198,222,224,225,234,374,375, 400,411,445,450,547,551
- forma (destrucció de la), catabolisme, 446
- fractals, 485,486
- freqüència, freqüències relatives
- actuals o reals (relativa finita), 36,38,41,42,60, 63,66
 - estabilitat de les, *vegeu 'estabilitat estadística, freqüencial'*
 - límit, 37-42,54,63,64,66
 - límit hipotètica, 59-66,93,95,99-101,107,108, 110,113,180,246
 - (convergència/divergència), *vegeu 'unicitat del límit freqüencial'*
 - (patrons freqüencials i història del món), 89, 99, 110
- funció
- densitat, distribució, de la probabilitat, (noció, paper, el seu significat a la ME),27,31,36,96 282,290,297,357,358,425,494,543,544,546,547, 556,557; *vegeu 'distribució de probabilitat de velocitats moleculars Maxwell-Boltzmann'*
 - hamiltoniana, *vegeu 'hamiltonià'*
- futur; la seva il·lusió sota l'univers bloc, 76
- Galavotti, Maria Carla, 126,530
- Galton, F., 423
- gas ideal, 277,285,481,482,483,504,506
- generalització, *vegeu 'causació/correlació'*
- accidental (correlació), 16,60,62,92,106,137, 138,161,162, 164,521,529
 - legal, 92,138,161,164; correlació causal, 60, 61
- Gibbs, J. Williard, 149,280-282,351,362,483, 546,551,567,572
- Giere, Ronald N., 16,62,112,117-123,127-134, 150,535
- Gleick, James, 485,489,490
- Goodman, Nelson, 60
- gran canònica (distribució), 546
- Grans Nombres (Lleis dels), *vegeu 'lleis'*
- gra gruixut (aproximació de, evolució de, participió de, mesurament de), 271,286,287,288,290,300, 364,375,420,544,545,547,552,558 (i procés determinista, determinista en sentit probabilista, radicalment in

determinista en sentit probabilista), 553; causa de la irreversibilitat, 562

grau de confirmació o corroboració, *vegeu* 'corroboració'

grau de creença racional, personal (fiabilitat o confiança racional), 31,32,33,48,71,116,135,136,146,181,398,425,427,488,509

Grünbaum, Adolf, 303,433,563,572

guia a la vida (probabilitat com a), 41

H

-(teorema, quantitat, funció), 267-279,292,296,304,347,350,494,495,553

-(corbes), 278,279

-Hamiltonià, 543. Constant d'expansió de Hubble, 572. Quantitat d'informació, 492,493.

hàbit, *vegeu* 'propensió, -hàbit (diferenciat de la)'

Hacking, Ian, 33,72,170,423,509,533

Hamilton, William, 424

hamiltonià, funció hamiltoniana, energia hamiltoniana, equacions hamiltonianes del moviment, 282,290,488,543,546,551; i ressonàncies de Poincaré, 555

harmonia preestablerta, (*vegeu* 'predestinació', 'Déu') 17, 244,247, 254,539,540

Hawking, Stephen W., 539,540,552,553,558,559,571,572

Hayles, N. Katherine, 491,494-296,502,503,576

Hempel, Carl G., 11,16,18,43-60,64,65,103-106,159-165,221,231,232,244,250,388-392,403-406,426,435-442,452,462-466,512,513,[514],515,516,[517],[518]522,566

hipòtesi,

-cosmològica de Boltzmann, X.2.1.,X.2.3.,313,324,335,364,366,457,563

-del caos molecular, *vegeu* 'caos molecular'

-ergòdica, *vegeu* 'ergòdica'

-física o metafísica (propensió com a), 10,123,136,143,166,198,214,215,250,252,325,430

-projectabilitat de les, (*vegeu* 'inducció'), 60,147,162,208,303,536

-relativa als nombres de col·lisió, 556

història

-de la ciència, 156

-descripció de la totalitat de les condicions a la, 239

-del món

-enfront 'estructura del món', 90-94

-freqüència real i límit i, 56,63,66,69

-necessitat lògica i, 53

-temporalitat de la (expressada en el concepte d'evolució), 144

Hobson, A., 277,282-284,351,509,564

Holt, D. Lynn i Holt, R. Glynn, 487,489

homogenïtat de la classe de referència, *vegeu*

'classe de referència homogènia'

Hume, David, (humeà), 10,12,14,65,81,82,86,86,87,207,208,215,225,250,320,384,402,478,479,500,519,574

Humphreys, Paul, 16,115-122,124,126,213,251,523,524

Idea reguladora (veritat), 89

ideal unificador, 15,18,123,139,196(*unificació teòrica*),200,240,376, (*unificació indeterminista*),412,460,469,490,497,568,569

idealització,

del determinisme, 8,136,152,202; determinisme/atzar, 73,200; i probabilitat zero, 131; i periodicitat, 144; i teoria probabilista clàssica, 36; i assignació probabilista al cas singular, 71; de la PLT sobre el cas singular, 100; (*vegeu* 'model')

identitat (d'esdeveniments, objectes, coses, individus, entre proves; establiment de l'experiment tipus),41,53,81,94,108,233,239,255,410,418,477-479,545,546; de la propensió, 222

identitat estructural (tesi de la) entre explicació i predicció, de Hempel, 404-406,461

inconstància de les condicions,

independència del nostre coneixement,

independència (*vegeu* 'llibertat de sequeles')

-de successos, 23

-del context, 227; individual, 409

-dels límits freqüencials de les seleccions de lloc possibles, 510

-enfront el coneixement acumulat o estadística confiable (teoria subjectiva), 51,137

-entre proves (condició per a la noció de prova o experiment aleatori), 23,26,40,41,48,49,99,170,180,217,220,237,257,287,288,360,371,405,418,455,488,511,513,516,527,528,552,566,572; i inestabilitat dinàmica, sistemes Bernoulli, 552;

-estadística i llei estadística, experiment d'atzar, 516,566

-i teoria inductiva, 513

-repetició i, 26,50,235

indescomponibilitat mètrica, (*vegeu* 'transitiu mètrica')

indeterminació cosmològica, 441,457,465,466

indeterminisme (principi d' (de Popper)), *vegeu* 'principi d'indeterminisme'

indiferència (principi de) (o de raó suficient), 24,546, *vegeu* 'simetria de raons'

inducció (*vegeu* 'població')

-pèrdua del status epistemològic en la metodologia, 88,205

-principi d', 87, 208

-problema de la, 70,86,88,540

-problema lògic de la, 34

-teoria probabilista de la, 513

- i justificació de l'elecció d'una funció distribució a la M.E., 556
- i arguments negatius (conjectures), 87,88,259
- i repetició, 88,205,(i novetat, creació), 541
- sobre les condicions inicials [o hipòtesi probabilista], 205
- dificultat d'accés inductiu a les lleis de la natura, 93
- inductiu
 - risc (dels conceptes disposicionals), 75
 - suport, 43-49,102-104
- inductiva
 - lògica,31-34,47,49,51;probabilitat (fonamentació de les hipòtesis probabilistes),34,46-48,103,106,129,187,203,249,294,405,509,513,557;relació (en el model explicatiu),45-47,87,103-106,426,438,512,514; crítica de Popper a aquesta perspectiva subjectiva, 47-49
- inestabilitat dinàmica, 17,286,287,288,290,293,298,299,300,302,305,308,309,315,334,419,420,485,487,489,490,551,552,554, punts de bifurcació, 555;556,570
- informació (teoria de la),Apèndix 4, 573,576
- inobservables (entitats inobservades) [problematètica positivista de les], 73,213,478
- instrumental (concepció de les teories), instrumentalisme, 10,89,143,167,221,237,320,447,486
- integrabilitat, 292,488,551,554,555
- Intel·ligència laplaciana, (vegeu 'coneixement laplaciana')
- internivell,
 - (l'explicació estadística com a), (la ME com a explicació), 9,16, i nivells d'explicació, IV.1.3., 438; (realitat), (probabilitat com a relació entre processos), 9,15,340,413, 446,480,496
- intensional (llenguatge), 90,93,95,96,100,537
- interpretació probabilística de la propensió, 125,136,325,363
- interpretació/idealització (condició de), 36,42,62,66,99,107-113,123,124
- intersecció,
 - de dues sèries causals independents, 386
 - de successos, 22
- intertèdriques (connexions, relacions),161,376, XII.2.1.1,Apèndix 5
- intervencionistes (enfocaments), 286,302,319
- invariància
 - de condicions en el preparatiu experimental, canvi de propensions, estabilitat freqüencial estadística, ambigüitat sobre el concepte propensional, 85,140,184,224,233
 - de la mesura estàndard que dona la distribució de probabilitat estàndard natural assignada a les regions de punts fase, 280,295,297,373,544,547,548, 550, 551, 556
- (temporal) de la probabilitat com a problema de l'apropiada classe de referència, 43
- (temporal) legal, teòrica, (reversibilitat), 264, 265,295,323,340,345,368,437,459
- de l'energia, 282, (vegeu 'sistema conservador')
- irracionalitat
 - a la ciència, 87,201
 - de la realitat, 575
- irreductibilitat probabilista, segons l'escola de Prigogine, 553,554,570
- irreversibilitat,
 - paradoxa de la, IX.1.2.,346,362,366
 - propensions reversibles, 266
- isotropia a l'univers, 342,440,441,466

- Jancel, R., 550
- Jaynes, E., 286,351,509,558

- K (sistema, procés), (vegeu 'sistema')
- KAM, teorema, 285,297,551,556
- Kant, I. 10,320,(cosa-en-si)410,(coneixement transcendent)415; (categories de la percepció) 500, 501,504
- Keynes, J.M., 509
- Khintchine, A., 28,285,551
- Kolmogorov, A.M., 22,80,115,117,118,121, 285, 509
- Krylov, N., 17,285,301-305,308,309,319,368,373, 433,546,551,557,558,
- Kyburg, Henry E., 16,60-62,93-97,101,101,150, 170-172,188,209,210,225,251,515,527

- Landauer, 492
- Landé (ganiveta de), 7,354,516,539
- Landford (enfocament de la derivació rigorosa de l'equació de Boltzmann, de), 285,307,366, 551,556,557
- Laplace, Pierre-Simon de, 31
 - dimoni laplaciana, (vegeu 'coneixement laplaciana')
 - generalització laplaciana del teorema de Bayes, 30
 - imatge laplaciana de l'univers, 14, 143
 - Regla de (definició clàssica), 23,31,43
- Layzer, David, 314,366,415,439-447,452-457, 465-472,571,572
- Lavis, D.A., 283,284,358,550,571
- Lebesgue, (mesura, integral), vegeu 'mesura'
- Lefebvre, Henri, 548
- Levi, I., 170
- Lewis, David, 321,560
- Liouville (teorema de), 544,552
- liberalisme, llibertat individual; lliure voluntat, 385,423,424,467, 566

- límit freqüencial, 513,526,529, *vegeu 'unicitat del límit freqüencial'*
- límit termodinàmic, 555,570
- Lorenz, Edward N., 485,576(488)
- Loschmidt (objecció de), 553,554,558
- Lucretius Carus, Titus, 528,569
- lleis, lleis
- com a *ficcions*, *vegeu 'ficcions'*
 - contradicció entre mecàniques i experimentals, 277
 - de distribució de les velocitats moleculars (Maxwell-Boltzmann), 542
 - de distribució dels errors, 28,268,276
 - de la natura,
 - (uniformitat)87;(definició)88;(en l'explicació) 89;(restricció sobre la possibilitat)91;(teoria) 264;(probabilitat)149;(estructura (causal) del món)136,253,320; (i llibertat individual, Maxwell)385,403,423; (amb universals, particulars) 477,478,537,574; (preparatiu, propensió, distribució de condicions) 97,108,179,187,227,303, 333,393,449; (necessitat física, connexió necessària, regularitats) 489,521,527,541; (diferèn
 - cia amb generalitzacions accidentals) 60; (com a relació funcional entre estats)541; validesa local, 574; (coneixement perfet) 414, 469; (definició)88; (forma bàsica d'una sentència legal sota la interpretació disposicional) 522; naturalesa disposicional dels enunciats nomològics, V.2.3, nota 136 del cap.III, 566; (el seu canvi, uniformitat a la natura) 98,99,109,181,189,235; (segona llei termodinàmica) 275, 501, 502, com a 'principi regulador', restrictiu del camp de possibilitats, 561, com a 'principi selecció' de les condicions inicials, en Prigogine, 291,292, trivialitat de la, 571, la seva lectura maxwelliana, 575
 - dels grans nombres (teorema de Bernoulli, teorema central límite) 26-28,30,39,40,95 97,98,106,107,109,111,113,118,119,134,135, 197,204,207,208,251,252,257,356,381,511,526, 527,528,535,536,566
 - forta dels grans nombres (primera), 27,136
 - internivell, *vegeu idem*.
 - ponts, 161
 - provisionalitat de (inseguretat del coneixement), *vegeu 'provisionalitat'*
 - segona de la termodinàmica, 7,238-240,247, 254,268,270,275,292,316,317,337,347,348, 351,355,356,373,434,442,444,460,467,472, 473,491,501,505,507,571
 - 'senzilles', 70
- llenguatge extensional, *vegeu 'extensional'*
- llenguatge intensional, *vegeu 'intensional'*
- llibertat *n*, de seqüeles, (*vegeu 'independència'*), 41,72
- lligadures (restriccions, constriccions), 437,542, 543,545,546,548,549,551
- macrostat, 454; noció, 563
- macrollei i probabilitat, 205,560
- macroscòpic (paràmetre) (proprietats observables o fenomenològiques), variables termodinàmiques), 542; càlcul dels valors d'equilibri d'una quantitat termodinàmica, 546; *i mitjanes ensembles*, 547; 568,570
- Madariaga, Salvador de, 539(234)
- manifestació
- de cas singular, 110,115,116,166,167,224,236, 243,257,258
 - de la disposició, 17,75,78,82,85,86,92,94,99, 165,166,174,175,224-226
 - de les probabilitats (freqüències com a), 79, 81,86,88,114,115,178,186,194,223-226,243
 - de llarg termini, 100,110,112,114-116,167,174, 178,243,257,258
 - irreductibilitat de la (abstracció, sistema obert, delimitació entre preparatiu i prova), 223,227-229, 232, 236-237
- «màquina de boles» (com a model de caos), 488. *Vegeu 'billar romà'*
- Markov (procés, cadena), 30,287,288-290,509, 553,558,561
- Mashaal, Maurice, 569
- materialisme, 196,505
- màxima especificitat (requisit de la), 16,55-57, 64,146,159,163,181,197,230,233,249,255,257,351, 352,387,388,393,399,409.413.,447,461,462,465, 468,470,471
- Maxwell Clerk, James,268,272,280,385,423,424, 491,506,575; *vegeu 'dimoni maxwellià'*
- mecanicisme (amb determinisme (Nagel)), 157
- Meixner, Uwe, 524(117)
- Mellor, D.H., 84,170,213,221
- mescla (sistema, procés), (*vegeu 'sistema'*)
- mesura
- (teoria de la), 22,27,71,78,116,117,121,252,317, 544,552
 - en l'espai Γ , 543
 - invariant natural, 544,547,548,550,556
 - (integral) Lebesgue, 544
 - zero, 118,119,129,135,227,252,282,283,284,285, 291,297,309,353,366,367,373,376,377,556,*vegeu 'probabilitat' 'propensió' (zero)*
 - (*vegeu 'microcanònica'*)
 - (*vegeu 'transitivitat mètrica'*)
- metafísica
- especulativa, 70,139,153,154,166,185,189,195, 200,205,252,256,317-319,324,348,349,368,374, 410,448,449,456,457,569
 - hipòtesis metafísiques, 12,16,17,81,108,121- 124,136,139,143,150,166,196,200,201,202,214, 215,234,240,250,252,317-319,325,430,469,569

- imatge, 9-11,13,16,69,71,76,202,237-239,376, 425,430,472
- programa (d'investigació), 139,313,319,423, 477,500
- racional, 15,122-124,139,166,200,201,205,349, 385,392, 409,412,425,430,470,494,530,560
- meteorologia, 149,293
- microcanònica (mesura, distribució, conjunt), 282,543,544,546,547,548,552,556
- microstat,149,269, (noció),542,545 (inexistència), 299; estat de combinació, distribució d'estat Z, 545; corba de concentració dels microstats aclapadorament probables en temps especificats, (vegeu 'corba de concentració');
- Mill, John Stuart, 509(32)
- Miller, Richard W., 540
- Milne, Peter, 16,98,109,110,114,120,121,125-127, 136-138,150,172,173,176,178,215,220,225,235, 253,257,479,523,525,526,533
- Mises, R. von, 39,60,61,72,95,115,117,135,251, 358,510,511,522,524,527,529,557
- mitjanes temporals, *ensemble*, fase, (vegeu 'fase')
- modalitat, 188,189,255,321
- model (món), (extensió d'un....; futur, legal, futur legal), en la interpretació *FLH*, 60-62; 95-102, 108, 111,178,179,253,254
- món,
 - canviant, vegeu 'canvi'
 - estructura del, vegeu 'estructura del món'
 - (restricció sobre el conjunt de mons possibles, vegeu 'constricció de l'espai de possibilitats (interpretació propensional de la legalitat, de la possibilitat)')
- mona dactilògrafa o ergòdica, 325-327,330-333, 549; (vegeu 'ergòdica')
- Monod, Jacques, 151,155-160,236,252,539
- monotonia (de l'evolució entròpica), 268,270-272,275,278,290,309,336,494,557
- moral (responsabilitat), 385,386
- Morin, Edgar, 385,570
- Mosterín, Jesús, 574
- mostra (bona), 206,208,456
- Moulines, C. Ulises, 481-483,507

- Nagel, Ernst, 147,149.V.I.3.,161,228,376,499,532, 533, *Apèndix 5*
- Neapolitan, Richard E., 529
- necessitat física, 521,528,539
- necessitat lògica (qüestió de definició), 53,65, 90,91,96,107,217,382,435,483,521
- neguentropia, 442,443,571
- neoclàssica (teoria),71,116,234,226,235,527,528 (vid. *mesura*, (teoria))
- Neumann, J. von, 564
- neutralitat ontològica, 73,203
- neutralització de factors, 71
- Newton, I.
 - fórmula binomial, 39; força, 73,81,198,198,139,143, 526; física, lleis, 148,156,161,212,213,264,266, 348,460,482,443,444,467,472,473,491,501,505, 507, 571; gravitació,74,520; teoria disposicional,81; determinisme,485,32; teologia,569; espai,319,320, 339
- Nietzsche, Friedrich, 541,548
- nivells d'explicació, (vegeu 'explicació')
- nominalisme, 10,188,202,237,373,477,478,540
- noms propis, 232,239,539,540
- normalització (condició de), 22,(543,544)
- nucli radioactiu (vegeu 'desintegració'),

- obertura
 - de la mecànica a la termodinàmica: connexions internivells: autonomia o irreductibilitat macrofenomènica, 464;
 - de la mecànica: connexions emergents a l'estructura del món, 429;
 - de la mecànica: permissió legal per a les assumpcions probabilistes sobre les microcondicions inicials: irreductibilitat probabilista, 429, 431,434,464,465. Vegeu 'preparació de l'estat dels sistemes, dels conjunts inicials'. Vegeu 'constricció de l'espai de possibilitats (interpretació propensional de la legalitat, de la possibilitat)';
 - (abstracció) de la situació determinista del cas singular al col·lectiu: "aleatorització" de la situació determinista, rellevància estructural, 229, 230,245,250,256,377,469;
 - del món, obertura a la ignorància, 417,424;
 - dels sistemes físics en una realitat indeterminista: significat del món propensional, 392,416, 459,469;
 - Representació en la teoria física de l'obertura del porvenir, 319,435;
- observabilitat (criteri d'), 75
- observacional
 - (base, enunciat), 61,75,203,294,567
 - (vocabulari, predicat, termes empírics), 75
- ocultes
 - condicions (vid. *idem.*)
 - entitats, 72
 - qualitats, 76
- ontològic
 - abastament ontològic de la crítica de Popper, VII.2.,255,406,456,471
 - compromís ontològic, (vid. *idem.*)
 - neutralitat ontològica, (vegeu)
- operador bifurcació, força, no-extensional, 522
- operacionalisme, 75,79,351,518,519
- ordre macroscòpic, 377,442,454,455,459,466, 467,499

- Papineau, David, 57
- paradigma (nou), 240,491,494-497,573
- paradoxa de la irreversibilitat (vegeu 'irreversibilitat')
- paradoxa fonamental del càlcul de probabilitats, (vegeu 'atzar')
- partició del succés segur, 30
- partició (homogènia), 58,59,61,515,516
- particularisme, particulars, *Apèndix 1*
- Pauli, Wolfgang, 149,207,351,502,565
- Peirce, C. S., 72,80,84,170,519,535,575
- pertorbacions, influències externes sobre el sistema autoregulat, (vegeu 'autoregulació (hipòtesi d')')
- Planck, Max, 148,264-266,483,562
- Plato, Jan von, 282,283,285,562
- pluralisme del concepte propensional, 125-126
- PNC, postulat sobre el nombre de col·lisions, vegeu 'Stosszahlansatz'
- població (inferències de la particularitat de la mostra a la generalitat de la població), 30,31,206,209,210
- poders causals, 74,81,82,478,479
- Poincaré, Henri, 149,150,277,348,355,488,555, 566
- atzar com a resultat de la intersecció de dues sèries causals, 149,413,569, vegeu 'complexitat' i *petitesa de les causes*
 - teorema de (recurrència), vegeu 'recurrència'
- 'pont' (entre teoria objectiva o subjectiva i freqüències, entre atribució probabilista al cas singular i freqüència, a través del teorema de Bernoulli), 29, 71,134,135,197,236,252,317,325,526,527,529, 530
- Poisson (distribució), 26
- Popper, K. R., 7-18,33,34,39-42,47,48,69-72,76-81,84-88,91-94,98,108,111,115-117,121-125, 130,134-144,147,150,152,160-163,166,169-173, 184,185,191-216,219,223-226,232-240,243-259, 266,305,311-326,329-333,336,338,345-374,383, 384,387-389,393,406,409-411,417,426,429-434, 442-444,448,450,451,455-473,487,494,495,497, 500,501,505,518,519,520,521,525,526,527,528, 530,531,534,535,536,537,539,540,541,559,560, 562,563,564,565,567,569,571,572
- Porter, Theodore M., 385,386,423,424,491
- positivista (enfocament), 76,478,486,540
- positivisme lògic, 242,409
- postulat del caos molecular (vegeu 'caos')
- possibilitat
- física, 62,63,72,88,90-92,100,101,119,120,123, 127,129,153,228,251,275,314,316,361,411,465
 - lògica,66,88,91,92,100,102,155,314;teòrica, 16, 30,99,292,316,319,323,324,329,409,465
- postulat sobre el nombre de col·lisions, PNC, vegeu 'Stosszahlansatz'
- potència, potencialitats, potencialitat (aristotèlica), 74,75,82,142,143,220
- predestinació, (vegeu 'harmonia preestablerta', Déu), 240, 244,259,374,375,392,451,469
- predicats permissibles, 52-54,63,64
- predicció, ; (vegeu 'identitat estructural (tesi de la) entre explicació i predicció, de Hempel')
- preferències, (vegeu 'teleologia'), 530
- preformacionisme, 411 (vegeu 'programa')
- preparació de l'estat dels sistemes, dels conjunts inicials, (vegeu 'constricció de l'espai de possibilitats (interpretació propensional de la legalitat, de la possibilitat)'), (vegeu 'obertura de la mecànica: permissió legal per a les assumpcions probabilistes sobre les microcondicions inicials: irreductibilitat probabilista'), 292,299,302,307-310,357,364,369,373,431-435, 464, 473,558
- Prigogine, Ilya, 139-144,250,288-292,299-301, 309-311,315,324,325,332,362,418-420,430,468, 485-487,492,505,530,554-557,562,564,570
- principi cosmològic (fort), vegeu 'cosmològic'
- principi d'indeterminisme (de Popper), 320, 325,329,330
- principi d'indiferència, vegeu 'simetria de raons'
- principi selecció (d'elecció, de govern), de la seqüència, extensió maximal, vegeu 'classe de referència, problema de (l'elecció de l'apropiada)'; vegeu 'constricció de l'espai de possibilitats' (interpretació propensional de la legalitat, de la possibilitat); vegeu 'preparació de l'estat dels sistemes, dels conjunts inicials'
- probabilitat
- a posteriori, 294,529,549
 - a priori, 28,29,41,217,245,305,351,529-531
 - absoluta, 79,80,519,539
 - adequació conceptual de les interpretacions de la noció de, 35,36,42,66,67,107,110,124,132
 - concepte matemàtic/ concepte físic, 16, 206, 243,251,252,325,355,376,471. *En general el Càpitol IV (115,116,125,129,142); També: 24,38, 46,76,109,148,188,189,205,253,276,282,283, 318*
 - condicional (inversa/directa), 16,23,115-117, 120,121,126,127,130,137,138,213,251,253,402, 523,524,525,529; (i propensió llarg termini), 525, 529
 - d'una distribució d'estat, 543,545
 - definició (interpretació) clàssica, 24,36,137
 - "dualitat" de la, 33,427
 - epistemològica, epistèmica, I.2.,120,424,426
 - espai de, 22,25,27,26,62,66,115,116,134,142,

- 188,251,325,511,528
- grau de creença (com a), (vegeu 'grau de creença'), (probabilitat subjectiva), 513
 - inversa (principi de la), (vegeu 'Bayes (regla de)')
 - independent de condicions dinàmiques, 534
 - irreductible, (vegeu 'irreductibilitat probabilista segons l'escola de Prigogine')
 - lògica (inductiva) de Carnap, vegeu 'inductiva'
 - relativa, 79,182,554
 - transició (de), 509 (vegeu 'Markov')
 - un, 42,95,129,132,251,252,253,282,369,394,400,468,488,493,502,514,552
 - zero (propensió o mesura; infinitament petita, succés molt poc probable, impossible), 66,119,120,129,130,131,134,135,204,205,207,244,245,246,251,252,259,273,276,288,295,296,297,318,320,352,353,358,360,371,373,374,376,411,463,464, vegeu 'mesura', vegeu 'propensió'
 - amb aleatorització (inconstància situacional), 252,253
 - amb efectes físics reproduïbles, (vegeu 'reproduïbles')
 - amb experiments idealitzats, 127
 - amb impossibilitat física, 120-122,130-133,209, 526,529,560
 - amb possibilitat física, 120-122, 130-133,209
 - com a probabilitat trivial, 68
 - condicions inicials o seqüència que no formi un col·lectiu (mesura zero de), 137
 - freqüència relativa límit zero (en absència d'additivitat comptable), 120
 - i 'acumulacions accidentals', 207
 - i distribució contínua (continuïtat a l'espai d'atributs), 121,122
 - i emergència de la vida, 252,258
 - i provisionalitat de les nostres teories, 258
 - i succés únic, 244 i ss.
 - mesura zero interpretada com a propensió zero, 137
- problema fonamental de la teoria de l'atzar, (vegeu 'atzar')
- projectabilitat de les hipòtesis (vegeu 'inducció'),
- promedio fase (vegeu 'fase')
- propensió, propensions,
- canvi del seu valor, vegeu 'canvi de les propensions'
 - cas singular (vegeu 'propensional (teoria) decas singular')
 - constància del seu valor, 83,321
 - hàbit (diferenciada de l'), 80
 - llarg termini, vegeu 'propensional (teoria) de llarg termini'
- teoria unificada de les.. (impossibilitat),126,150
 - transportades per processos causals, vegeu 'causa-processos causals transportadors de propensions'
 - zero,119,120,128,129,130,131,135,244,245,253,411,471, vegeu 'mesura', vegeu 'probabilitat'
- propensional (teoria)
- cas singular (de), PCS, 11,96,99,100,105-107,114,118,138,210,211,226,246,
 - llarg termini (de), PLT,97-100,106-114,174-180,210,211,218-220,226,233,234,241,249,257,258,461,518
- propietats
- categòriques, 17,212
 - classes de (en el món), 89; Apèndix 1: 479
 - permanents,90,100,172,185,219;(característiques del preparatiu)224,230,231,233;241,242,253
 - relacionals, 81,82,209,235, i no-relacionals, 477,479
 - transitòries, 100,253
- provisionalitat (de lleis, enunciats universals, hipòtesis, teories), 88,89,202,259,409,410,456,463,470,520,567
- pseudo-problema dels universals, 240,540
- punt fase (vegeu 'fase')
- punt de bifurcació, (vegeu 'inestabilitat dinàmica')
- qualitats primàries, 212
- qualitats secundàries, 213,340,367,575
- quàntica, teoria, 7,72,116,118,122,125,150,155,157,161,166,196,200,212,213,224,266,292,299,300,302,410,419,441,453,487-489,507-509,513,515, 524,533,542,564
- Queraltó, Ramón, 198-201,406
- Quine, W. V., 214,537
- Racionalisme, 560
- ramificat (sistema), 341-344,365
- realeatorietat, (hipòtesi continuada del caos molecular), 287,296,297,302,306,307,363,364,373,432,433,551,556,557
- realisme, (teoria, perspectiva realista), 10,12,18,119,121,122,137,166,188,202,242,300,316,319,325,345,367,400,407,437,441,464,467,Apèndix 1,500;(sobre la seva definició)524 (i les definicions)525;545,546,560
- recurrència, teorema de (de Poincaré), objecció de la, temps de, 18,272-278,287,296,305,306,317,324,335,336,337,343,344,345,347,350,355,363,470, 548,562
- reducció, reductibilitat
- de la direccionalitat espacial a la gravetat, 341,368
 - de les disposicions, 17,77,84, VIII.1.1, 248 (i vegeu 'relativització de la disposició propen

- sional*)
- de la segona llei termodinàmica a la mecànica, 163,568
 - de la vida, 253,569
 - dels termes teòrics als empírics, 77,78
 - entròpica del temps, 18...571
 - entre conceptes universals i individuals, 213, 214,232,238-242,255,375,410, *Apèndix 1*,518, 537, *vegeu* 'universals'
 - sentències de (com a postulats significants), 92
 - (reductibilitat) irreductibilitat de la manifestació al tipus experimental, 277
 - vegeu* 'irreductibilitat probabilista segons l'escola de Prigogine'
 - reduccionisme, reduccionista, 414, 459,460,489, 490,497,498,505,568,569,589,590; programa, 258,413,414,459,469,471
 - Reeves, T.V., 181-183,186,415,427,428,466,534
 - referència (classe de), *vegeu* 'classe de referència'
 - refutabilitat, refutació
 - Falsacionisme de Popper, crítica i progrés a la ciència, aproximació a la veritat, esperança de veritat, 89,93,142,146,197. Món obert, 143. Metafísica, perspectives filosòfiques, 124,249. Com a element empíric en l'elecció entre enunciats competidors, 206. De la unitat de la vida per a la seva reducció, 253.
 - regions (en l'espai fase) o dominis de microstats, *vegeu* 'espai fase'
 - registre, *vegeu* 'Reichenbach'
 - regles metodològiques, pràctiques 196,205,206, 243,246,259,318,456,471,473,535,559,560
 - Reichenbach, Hans, 11,51-54,60,115,145,175, 249,294,295,303,306,338,341-344,347,365,367, 433,511,514,515,541,542,544,561,562
 - registre,264,265 (noció reichenbachiana)341-343,367
 - sistema ramificat, 341-344,365
 - relativitat epistèmica de l'explicació estadística, 51,55,58
 - relativitat de les propensions (a les condicions ambientals específiques), 86
 - relativització de la disposició propensional (*vegeu* 'Sklar'), 174(Milne),VI.1.1,VI.1.2.1., 233
 - relaxació (temps de), 302,310,334,557
 - rellevància
 - causal, 105 (criteri propensional de);388,392,395, 401,402,412,459,460,462,467,468; *vegeu* 'factores (causalment rellevants)'
 - estadística, (criteri) 53,54,II.2.2.,64-66,159,249, 516;52,241,250,395,516
 - explicativa, 43,55,56,58,59,64,159, 250,257
 - RME, requisit de la màxima especificitat, *vegeu* 'màxima especificitat (requisit de la)'
 - Renouvier, Charles Bernard, 386
 - repetició i aleatorització, 26,50,235
 - reproduïbles (efectes físics), 206,232,243-246, 258,318, 354,456,458,541,560
 - requisit de màxima especificitat, (*vegeu* RME)
 - ressonàncies, 292,293,297,554,555,570
 - ressò-spin (experiment), 308,310,558
 - Rudner, Richard S., 75,154,155,157
 - Russell, B., 175
 - Sáez, Javier, 569(415)
 - Salmon, Wesley C., 11,16,17,36,55-58,64,65,82, 83,94,120,122,124,159,169,171,240,242,243,249, 250,252,254,510,515,516,519,523,524,
 - Sapire, David, 16,128-134,136-139,250,253
 - Savage, L.J., 509
 - Schlick, Moritz, 384
 - Schneider, Christina, 16,150-153,166,170,180-185,189,197,198,209-225,323,399,425,448-450, 455,463,470,479
 - Schoffeniels, Ernest, 531,551
 - Schrödinger, Erwin, 266,322,323,347,442,443, 467,563,571
 - selecció de lloc, 510,515
 - selecció natural, 144,326,328-331,333,485,539
 - selecció (principi), *vegeu* 'principi selecció'
 - sentit (dogma del), 409
 - sentit comú, 24,87,203,322,412
 - Settle, Tom, 76,79,80,85,151,519
 - Shannon, C., 351,493-501,576
 - significat cognoscitiu, 75
 - significat (d'un símbol físic, diferenciat del valor numèric de la magnitud), 511, (diferenciat de verificació), 518
 - significativitat (criteri de), 80
 - dels termes teòrics, 75,79
 - empírica [o significació], 112, 170, 205,206, 536
 - simetria (/asimetria),
 - de l'espai, 341
 - de l'explicació i la predicció, 491; *vegeu* 'identitat estructural (tesi de la) entre explicació i predicció, de Hempel'
 - de raons [principi d'indiferència],24,203,227, 333,531,546
 - fonamental a l'Univers, 441,442,466, *vegeu* 'cosmològic (fort (principi))'
 - i ordre, 445,467
 - temporal, *vegeu* 'temps'
 - temporal-causal (epistèmica),264,265,524,542
 - Sinai, Ya, 285,302,551
 - singularitat (punts de), 423
 - singulars (*vegeu* 'enunciats', bàsics, de probabilitat)
 - sistema,
 - aïllat, 543, representació en el conjunt representatiu per la distribució microcanònica, 547
 - Bernoulli, 286-288,290,418,488,489,550,551,

- 552,554,558
- C (o Anosov, *U, Y*), 286,287,551
 - conservador, 542, 543
 - determinista, 530 *vegeu 'determinisme'*
 - dinàmic inestable, (*vegeu 'inestabilitat dinàmica'*)
 - K, 287,288,291,300,419,551,552,558
 - mescla, 287,288,290,302,306,309,310,334,419, 510,551,556,557,558
 - obert, *vegeu 'obertura'*
 - tancat, 530, *vegeu 'màxima especificitat (requisit de la)'*
- sistema de joc guanyador (principi d'exclusió) [*vegeu 'axioma d'aleatorietat'*], 95,510,522,527
- situació (dependència situacional de la probabilitat), *III.1.1.*, 171
- Sklar, Lawrence, 16,17,18,60,94,171-180,184-188,203,254,279,283,285,293-301,306-313,318, 319,333-335,339-341,349,357,362-367,371,376, 428-438,464,465,472,479,508,533,549,550,551, 556,557,558,562,570
- Skyrms, Brian, 118,119
- Stegmüller, Wolfgang, 517(73)
- Stengers, Isabelle, 139,250,300,315,325,332,468, 487,530,554,556,562-564,570
- Stosszahlansatz, 267,271,272,273,278,284,296, 297
- subjectiu (coneixement, del món), 563,574
- subjectiva (interpretació) de la probabilitat, *Capítol V*,281,509,534,569; *vegeu 'inductiva'*; de la M.E., *Capítol V, X.3.*,565,568, de Jaynes, 558; (de les particions de l'espai fase) 553
- subsumpció, 37,43,45,103,161,165,231,238,239, 295,397,398,418,438,452,453,488,489,507,513, 540
- succés, successos,
- complementari, 21
 - concret (i oracional), 17,231,238
 - contrari, 21,22,27
 - disjunts, 22,24,118,529
 - elementals (elements del conjunt fonamental..), 24,27
 - impossible, 22,23,130,253
 - incompatibles, 21,22
 - segur (conjunt fonamental de probabilitats), 21,22,23,30
- superfície (o capa d') energia (*vegeu 'energia'*)
- Suppes Patrick, 16,35,36,125,126,223,250,530, 524
- Szilard, 492
- teleologia, (*vegeu 'preferències'*), 110,131,144, 163,246,247,250,259,333,414,455,467,468,471, 530,541,547,550,561,566
- tema estructural, 446,455,467
- temps,
- absolut/ relacional, 563,564
 - asimetria temporal, (de la causació),117,213; 307-320, 339-346,370,432-438,464,550,558
 - de recurrència, *vegeu 'recurrència'*
 - de relaxació, *vegeu 'relaxació'*
 - i causalitat, *vegeu 'simetria/asimetria (causal)'*
 - i probabilitat, 563, (·constitucional, com a ubicació del conjunt de mons possibles), *vegeu 'constricció de l'espai de possibilitats'*
 - i vida, 548
 - lleis simètriques en el, (simetria/asimetria temporal, fletxa del temps, 142,290-293,307-311,319,320,323,339-341,343,345,349,364,368, 368,370,419,432-438,464,473,550,558,570
 - simètric (universos de), *vegeu 'universos' teorema*
 - central límit, *vegeu 'lleis dels grans nombres'*
 - de Bayes, *vegeu 'Bayes'*
 - de Bernoulli, *vegeu 'Bernoulli'*
 - de Liouville, *vegeu 'Liouville'*
 - de la recurrència, *vegeu 'Poincaré'*
 - KAM, *vegeu 'KAM'*
- teoria/experiment (no substituïbilitat), 78
- teoria, teories,
- avaluació de les, 34, 89
 - de l'error, dels errors, 29,150,268,276
 - estructura lògica de la, 75,77, 154, 377, *Apèndix 5*
 - èxit de les, 520, de la M.E., 568, *vegeu 'èxit'*
 - i observació (distància entre la), 80
 - veritat de la, *vegeu 'veritat'*
- termes difusius, 555
- termes teòrics, 10,73,75,76,213,537,540
- tesi de la identitat estructural de l'explicació i la predicció, 403-405,461,462
- Thirion, Julien, 423
- Thompson, Ian J., 74,81,82,212-215,221
- Thomson, William, 561
- titxisme, estat titxista, 298,432,464,563
- traductibilitat (criteri de), 75
- transformació del flequer, 289-300,555
- transicions de fase, 554,555,570
- transitivitat mètrica de la superfície d'energia (indescomponibilitat mètrica), 284-286,550,551
- únic
- com a irrepertible, 86,231,325,388,467
 - la vida com a succés, 244
- unicitat del valor límit freqüencial, 16,38-40, 51,118,171,175,,204,249
- unificació formal legal (lleis universals i estadístiques), *III.3.*,159,160,163
- unificador (ideal, imatge unificadora), 15,18,139, 376,412,438,460,469,490,497,505,567,568; amb

la biologia, 123,143,144,200,240; hipòstasi metafísica de la regla metodològica d'unificació teòrica, 196
uniformitat còsmica, (vegeu 'cosmològic (principi)')
Uniformitat de la Natura (principi de), 87,88, 208,520
univers bloc, 76,518
universals, 10,12,14,208,213,214,232,238-240, 242,255,373,409,410,477-480,518,538,554,557, 560,574,595; de primer ordre, de segon ordre, d'ordre superior, classes homogènies d': *Apèndix 1*; enunciats (vegeu *idem*); i propensió, 523, i disposició, 537,540 (respostes al problema dels), 540, pseudo-problema dels universals, 240, 540
universos temporalment simètrics, X.1.1., 324, 458

van Fraassen, Bas C., 16,188,189,201,202,255, 313,425,426,531,538,544,554
van Kampen, N. G., 293,555,576
variables ocultes, vegeu 'condicions'
Venn, John, 72,115
verificació,
Impossibilitat de verificació com a suport de l'atzar subjectiu, 69. Inverificabilitat de la projecció de les hipòtesis probabilistes, 204(VII.3.). I estadística, 408,426. I explicacions autoevidents, 404.
veritat
-(aproximació a la) de les teories, 87-89,140, 154,194,203,207,296,409,520,535,540,556

-(condicions de) dels enunciats, 61,62,69,95, 100-102,127,187,251,252,259,279
vida
-ciències de la, 139,142-144; biologia, 85,143, 200,345,414,428,485,486,489,539,570
-el mètode científic i el mètode de la, 144, 250,485
-emergència i reducció, 259,318,336,349,396-398,403,411,442-444,460; entropia, ordre, termodinàmica, 442,443,505,520,559,563,571 572,575
-i temps, X.1., 548,563
-origen de la, 244,245,247,259,318,326-330,332 336,349,411,444,460,464,473,563,567,576
volum Z en l'espai fase Γ , vegeu en 'espai fase'

Wagensberg, Jorge, 567,568
Weaver, Warren, 493,577
Weber, Max, 231,232, *judicis de possibilitat a l'estudi causal-històric*,538
Wheeler (i Gold), 314
White, Alan R., 80,235
Weinert, Friedel, 521
Wittgenstein, Ludwig, 70,240,409,539,567
Wright, Georg Henrik von, 512

Zermelo, Ernst, 274-278,311,335,346-348,350, 354,355,366,367,548,564
zero (mesura), vegeu 'mesura' en 'probabilitat'
Zuppiroli, Libero, 567

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV.:** James P. Crutchfield, J. Doyne Farmer, Norman H. Packard i Robert S. Shaw: 1987. 'Caos', pàgs. 78-90. *Orden y caos. Libros de Investigación y ciencia. Scientific American*. Prensa Científica, S.A., Barcelona, 1ª reimpresión, 1994.
- Armstrong, David Malet:** 1978. *Universals and Scientific Realism*. Cambridge University Press. (Traducció castellana: *Los universales y el realismo científico*. Universidad Nacional Autónoma de México, 1988).
- Arnheim, Rudolf:** 1966. *Toward a Psychology of Art. Entropy and Art*. University of California Press. (Traducció castellana: *Hacia una psicología del arte. Arte y entropía*. Alianza Editorial, S. A., Madrid, 1980).
- Atlan, Henri:** 1979. *Entre le cristal et la fumée*. Éditions du Seuil, Paris. (Traducció castellana: *Entre el cristal y el humo*. Editorial Debate, s.a., 1990, Madrid)
- Ayer, Alfred Julius:** 1974. *The Central Questions of Philosophy*. Weidenfeld & Nicolson Ltd., 11 St. John's Hill, London. (Traducció castellana: *Los problemas centrales de la filosofía*. Alianza Edit., Madrid, 2ª edició, 1984).
- Bachelard, Gaston:** 1932. *L'intuition de l'instant*. Paris, Stock. (Traducció castellana: *La intuición del instante*. Ediciones Siglo Veinte, Buenos Aires, 1980).
- Batterman, Robert W.:**
- 1990. 'Irreversibility and Statistical Mechanics: A New Approach?'. *Philosophy of Science*, vol. 57, nº3, pàgs. 395-419.
 - 1991. 'Randomness and Probability in Dynamical Theories: On the Proposals of the Prigogine School', *Philosophy of Science*, vol. 58, nº2 pàgs. 241-263.
 - 1993. 'Defining Chaos'. *Philosophy of Science*, vol. 60 number 1, pàgs. 43-66.
- Bennett, Charles H.:** 'Demonios, motores y la segunda ley', pàgs. 38-46. *Orden y Caos*. Libros de Investigación y ciencia. Scientific American. Prensa Científica, S.A., Barcelona, 1ª reimpresión, 1994.
- Bohm, David:** 1957. *Causality and Chance in Modern Physics*. Routledge and Kegan Paul Ltd., London. (Traducció castellana: *Causalidad y azar en la física moderna*. Universidad Nacional Autónoma de México, 1959).

Boltzmann, Ludwig:

- (1872). 'Further Studies on the Thermal Equilibrium of Gas Molecules', en *S. G. Brush*, vol 2, pàgs. 88-175.
- (1877). 'On the Relation of a General Mechanical Theorem to the Second Law of Thermodynamics', en *S. G. Brush*, vol 2, pàgs. 188-193.
- (1896). 'Reply to Zermelo's Remarks on the Theory of Heat', en *S. G. Brush*, vol 2, pàgs. 218-228.
- (1897). 'On Zermelo's Paper "On the Mechanical Explanation of Irreversible Processes"', en *S. G. Brush*, vol 2, pàgs. 238-245.
- (1905). 'Sobre la mecànica estadística', assaig 19 en *Populäre Schriften*, Barth, Leipzig. (Selecció de la traducció castellana: *Escritos de mecánica y termodinámica*. Alianza Editorial, Madrid, 1986)

Borel, Emile: 1974 *El azar*. Editorial La Pleyade. Buenos Aires. Títol de l'original francès: *Le Hasard*.

Brush, S. G.: 1966. *Kinetic Theory*, vol 2 Irreversible Processes. Pergamon Press Ltd., Oxford.

Bunge, Mario:

- 1959. *Causality. The place of the causal principle in modern science*. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press. (Traducció castellana: *Causalidad. El principio de causalidad en la ciencia moderna*. Eudeba. Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1961.
- 1969. *La investigación científica*. Edics. Ariel, Barcelona. Títol original: *Scientific Research. Strategy and Philosophy*.
- 1978. *Philosophy of Physics*. D.Reidel Publishing Company, Dordrecht. Holanda (Traducció castellana: *Filosofía de la física*. Edit. Ariel, Barcelona. 2ª edic., 1982.)

Callen, Herbert B.: 1960. *Thermodynamics*. John Wiley & Sons, Inc., New York. (Traducció castellana: *Termodinámica*. Editorial AC, Madrid. 1981)

Capra, Fritjof: 1996. *The Web of Life*, Anchor Books, New York. (Traducció castellana: *La trama de la vida*, Edit. Anagrama, S. A., Barcelona, 1998)

Carnap, Rudolf:

- 1945. 'The Two Concepts of Probability'. *Philosophy and Phenomenological Research*, Vol. V, pàgs. 513-532.
- 1947. 'Probability as a guide in Life'. *The Journal of Philosophy*, 44, pàgs. 141-148.

Casati, Giulio: 1991. 'De los billares al caos de los átomos'. *Mundo científico. La recherche*, núm. 115. Editorial Fontalba, s.a. Barcelona, pàgs. 756-762.

Davis, P. C. W.: 1977. *Space and time in the modern universe*, Cambridge University Press. (Traducció castellana: *El espacio y el tiempo en el universo contemporáneo*, Fondo de Cultura Económica, 1996, México).

Dawkins, Richard : 1986. *The Blind Watchmaker*. Longman Scientific & Technical, Longman Group UK Limited. (Traducció castellana: *El relojero ciego*, Editorial Labor, S.A., 1988, Barcelona)

Denbigh, K. G.:

- 1989. 'Note on Entropy, Disorder and Disorganization'. *British Journal Phil. Science*, 40, pàgs. 323-332.
- 1989. 'The Many Faces of Irreversibility'. *British Journal Phil. Science*, 40, pàgs. 501-518.

Dingle, Herbert: 1970. 'Causality and Statistics in Modern Physics'. *Brit. J. Phil. Sci.* 21, pàgs. 343-368.

Ehrenfest, P. i Ehrenfest T.: 1912. (Traducció anglesa: 1959. *The Conceptual Foundations of the Statistical Approach in Mechanics*. Ithaca, New

- York, Cornell University Press).
- Eckmann, Jean-Pierre i Mashaal, Maurice:** 1991. 'La física del desorden', pàgs. 722-730. *Mundo científico. La recherche*, núm. 115, *Especial: La ciencia del caos*, Julio-Agosto, 1991.
 - Earman, John:** 1974. 'An Attempt to Add a Little Direction to "The Problem of the Direction of Time"'. *Philosophy of Science*, 41, pàgs. 15-47.
 - Eells, Ellery:** 1983. 'Objective Probability Theory Theory'. *Synthese* 57, pàgs. 387-442.
 - Ekeland, Ivar:** 1991. *Au hasard*. Éditions du Seuil. (Traducció castellana: *Al azar*. Gedisa, S. A., Barcelona, 1992.
 - Farquhar, I.:** 1964. *Ergodic Theory in Statistical Mechanics*. New York, John Wiley.
 - Fetzer, James H.:**
 - 1974. 'A Single Case Propensity Theory of Explanation'. *Synthese* 28, pàgs. 171-198.
 - 1977. 'A World of Dispositions'. *Synthese* 34, pàgs. 397-421.
 - 1979. 'Syntax, Semantics, and Ontology: A Probabilistic Causal Calculus' *Synthese* 40, pàgs. 453-495.
 - 1980. 'A Probabilistic Causal Calculus: Conflicting Conceptions'. *Synthese* 44, pàgs. 241-246.
 - 1981. *Scientific Knowledge*. D. Reidel Publishing Company.
 - 1983. 'Probability and Objectivity in Deterministic and Indeterministic Situations'. *Synthese* 57, pàgs. 367-386.
 - 1986. 'Methodological Individualism: Singular Causal Systems and their population manifestations'. *Synthese* 68, pàgs. 99-128.
 - 1993. *Philosophy of Science*. Paragon House, New York.
 - Février, Paulette:** 1955. *Déterminisme et Indéterminisme*. Presses Universitaires de France, Paris. (Traducció castellana: *Determinismo e Indeterminismo*. Universidad Nacional Autónoma de México. 1957)
 - Feynman, Richard:** 1965. *Messenger Lectures*. (Traducció castellana: *El carácter de la ley física*. Antoni Bosch, editor, S.A., Barcelona. 1983).
 - Galavotti, Maria Carla:** 1987. "Comments on Patrick Suppes 'Propensity Interpretations of Probability'". *Erkenntnis*, 26, pàgs. 359-368.
 - Gibbs, J. Williard:** 1902, (Yale University Press). 1960. *Elementary Principles in Statistical Mechanics*. Dover Publications, Inc., New York.
 - Giere, Ronald N.:**
 - 1976. 'A Laplacean Formal Semantics for Single-Case Propensities'. *Journal of Philosophical Logic* 5, pàgs. 321-353. D.Reidel Publishing Company, Dordrecht- Holland.
 - 1979. 'Propensity and Necessity', *Synthese*, 40, pàgs. 439-451.
 - Grünbaum, Adolf:**1974. 'Popper's Views on the Arrow of Time', en *The Philosophy of Karl Popper*, P. A. Schlipp (ed.), Open Court, La Salle, IL, pàgs. 775-797.
 - Hacking, Ian:**
 - 1964. *Logic of Statistical Inference*. Cambridge University Press.
 - 1975. *The Emergency of Probability. A Philosophical Study of Early Ideas About Probability, Induction and Statistical Inference*. Cambridge University Press, reprinted 1978.
 - Hawking, Stephen W.:** 1988. *A Brief History of Time. From the Big Bang to Black Holes*. Bantam Books, New York. (Traducció castellana: *Historia del tiempo*, Editorial Crítica, S.A., Barcelona, 1990).
 - Hayles, N. Katherine:** 1990. *Chaos Bound. Orderly disorder in Contemporary Literature and Science*. Cornell Universty Press. (Traducció castellana: *La evolución del caos*. Gedisa editorial, 1993. Barcelona)
 - Hempel, Carl G:** 1965. *Aspects of scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*. The Free Press, A Division of the Macmillan Company. (Traducció castellana: *La explicación científica*. Paidós. Buenos Aires, 1979).

- Hobson, A.:** 1971. *Concepts in Statistical Mechanics*. New York, Godon and Breach.
- Holt, D. Lynn i Holt, R. Glynn:** 1993. 'Regularity in Nonlinear Dynamical Systems'. *British Journal of Phil Sci.*, 44, pàgs. 711-727.
- Hume, David:** Tratado de la naturaleza humana, vol. 1, Editora Nacional, 1981, Madrid.
- Humphreys, Paul:** 1985. 'Why Propensities Cannot Be Probabilities'. *The Philosophical Review*, vol. XCIV, núm. 4, pàgs. 557-570.
- Jancel, R.:** 1954. *Foundations of Classical and Quantum Statistical Mechanics*, Pergamon Press, Oxford.
- Krylov, N.:** 1967. *Works on the Foundations of Statistical Physics*. Princeton University Press.
- Kyburg, Henry E.:** 1974. 'Propensities and Probabilities'. *British Journal of Philosophy of Science*, vol. 25, pàgs. 359-375.
- Layzer, David:** 1990. *Cosmogogenesis. The Growth of Order in the universe*. Oxford University Press. New York, paperback, 1991.
- Laplace de, Pierre-Simon:** 1814. *Essai philosophique sur les probabilités*. (Traducció castellana: *Ensayo filosófico sobre las probabilidades*. Alianza Editorial, s.a., 1985. Madrid)
- Lavis, D.:** 1977. 'The Role of Statistical Mechanics in Classical Physics'. *British Journal for the Philosophy of Science*, 28, pàgs. 255-279.
- Lefebvre, Henri:** 1939. *Nietzsche*. (Traducció castellana: Fondo de Cultura Económica, México, primera reimpressió, 1975).
- Lewis, David:** 'Counterfactual Dependence and Time's Arrow', pàgs. 32-51 en *Philosophical Papers*, Oxford University Press.
- Lorenz, Edward N.:** 1995. *The Essence of Chaos*. University of Whashington Press. (Traducció castellana: *La esencia del caos*. Editorial Debate, s.a., Madrid. 1995).
- Lucretius Carus, Titus:** *De Rerum Natura*. De la Naturaleza. Bosch, Casa Editorial, S. A., 1985, Barcelona
- Madariaga, Salvador de:** 1975. *Dios y los españoles*. Editorial Planeta, S.A., enero de 1976, 2ª edic.. Barcelona. 'Ilustración al primer mandamiento: El azar y la necesidad. Reflexiones sobre el libro de Jaques Monod', pàgs. 53-63.
- Maxwell Clerk, James:**
 -*The Scientific Papers of James Clerck Maxwell*. Edited by W. D. Niven, M.A., F.R.S. Dover Publications, INC., New York, 1965.
 -*Escritos científicos. James Clerk Maxwell*. Círculo de Lectores, Barcelona, 1997.
- Meixner, Uwe:** 1993. 'Propensity and Possibility'. *Erkenntnis* 38, pàgs. 323-341
- Mellor, D. H.:**
 -1974. 'In Defense of Dispositions'. *The Philosophical Review*, 83, pàgs. 157-181.
 -1976. 'Probable Explanation'. *Australasian Journal of Philosophy*, pàgs. 231-241.
- Mill, John Stuart:** *Collected Works of John Stuart Mill*. Volume VII. 'A System of Logic Ratiocinative and Inductive'. Books I-III. Editor of Text J. M. Robson. University of Toronto Press. Routledge & Fegan Paul, 1973.
- Miller, Richard W.:** 1975. 'Propensity: Popper or Peirce?'. *The British Journal for the Philosophy of Science*, vol 26, pàgs. 123-132.
- Milne, Peter:**
 -1986. 'Can There Be a Realist Single-Case Interpretation of Probability?' *Erkenntnis* 25, pàgs. 129-132. D. Reidel Publishing Company.
 -1987. 'Physical Probabilities'. *Synthese* 73, pàgs. 329-359.

- Mises, von, Richard**: 1961. *Probability, Statistics and Truth*. Second English Edition, 2ND impression. George Allen and Unwin Ltd. London. (Originally published in German by J. Springer, 1928)
- Monod, Jacques**: 1970. *Le hasard et la nécessité*. Editions du Seuil, Paris. (Traducció castellana: *El azar y la necesidad. Ensayo sobre la filosofía natural de la biología moderna*. Barral editores, 7^a edició, gener 1975, Barcelona)
- Morin, Edgar**: 1982. *Science avec conscience*. Librairie Arthème Fayard. (Traducció castellana: *Ciencia con consciencia*. Anthropos, Barcelona, 1984).
- Mosterín, J.**: 'Límites del conocimiento cosmológico'. *Revista de Occidente*, n° 207, Julio-Agosto 1998, pp. 51-77.
- Moulines, C. Ulises**:
 -1982. '2.6. La red teórica de la termodinámica de los sistemas simples' en *Exploraciones metacientíficas*. Alianza Edit., S.A., Madrid.
 -1991. *Pluralidad y recursión. Estudios epistemológicos*. Alianza Editorial, s.a., Madrid.
- Nagel, Ernst**: 1961. *The Structure of Science*. Harcourt, Brace & World, Inc. New York. (Traducció castellana: *La estructura de la ciencia*. Paidós. Buenos Aires. 2^a edic. 1974).
- Neapolitan, Richard E.**: 1992. 'A Limiting Frequency Approach to Probability Based on The Weak Law of Large Numbers'. *Philosophy of Science*, 59, pàgs. 389-407.
- Nietzsche, Friedrich**:
 -*Así hablaba Zaratustra*. Biblioteca Selecta.-9, Imprenta de F. Badia, Barcelona, 1905.
 -La voluntad de poderío. Edaf, Edics.-Distribuciones, S.A., Madrid, 1981.
- Papineau, David**: 1985. 'Probabilities and Causes'. *The Journal of Philosophy* vol. LXXXII, NO. 2 February, pàgs. 57-72.
- Pauli, Wolfgang**: 1994. *Writings on Physics and Philosophy*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. (Traducció castellana: *Escritos sobre física y filosofía*, capítol 6^è: 'Probabilidad y física', pàgs. 49-55. Editorial Debate, 1996. Madrid).
- Penrose, O.**: 1970. *Foundations of Statistical Mechanics*. Pergamon Press, London.
- Planck, Max**: 1949. *Vorträge und Erinnerungen*. Stuttgart. (Traducció catalana: *El coneixement del món físic*. Edicions 62, Barcelona, 1969, edició de 1984).
- Plato, Jan von**: 1987. 'Probabilistic Physics the Classical Way' en *The Probabilistic Revolution*, vol.2, edited by Lorenz Krüger, Gerd Gigerenzer, and Mary S. Morgan. Massachusetts Institute of Technology, pàgs. 379-408.
- Poincaré, Henri**:
 -(1944): 1^a edició castellana de *Ciencia y método* en Espasa Calpe, S. A. 3^a edic., Madrid, 1963.
 -(1890). 'On the Three-body Problem and the Equations of Dynamics' en *S. G. Brush, vol 2*, pàgs. 194-201.
 -(1893). 'Mechanism and Experience' en *S. G. Brush, vol 2*, pàgs.203-207.
- Popper, K. R.**:
 -1956. 'The Arrow of Time', *Nature*, vol. 177, pàg. 538.
 -1956. 'Irreversibility and Mechanics', *Nature*, vol 178, p.382.
 -1957. 'Irreversible Processes in Physical Theory', *Nature*, vol 179, pàg. 1297.
 -1957. 'The Propensity Interpretation of the Calculus of Probability, and the Quantum Theory', publicat en *Observation and Interpretation*, S. Körner (comp.). Butterworths Scientific Publications, 1957. Tret de A

- Pocket Popper, David Miller. Fontana Paperbacks, London, 1983. (Traducció castellana: *Popper. Escritos seleccionados*. 'La interpretación de propensión del cálculo de probabilidad y la teoría cuántica', pàgs. 215-220. Fondo de Cultura Económica, México, 1995).
- 1958. 'Irreversible Processes in Physical Theory', *Nature*, vol. 181, pàgs. 402-403.
 - 1959a. *The Logic of Scientific Discovery*. Hutchinson & Co. Ltd, London. (Traducció castellana: *La lógica de la investigación científica*. Edit. Tecnos, s.a., Madrid. 8^a reimpressió, 1990)
 - 1959b. 'The Propensity Interpretation of Probability'. *British Journal of Philosophy of Science*, 10, pàgs.25-42.
 - 1965. 'Time's Arrow and Entropy', *Nature*, vol.207, p.233-234.
 - 1967. 'Structural Information and the Arrow of Time', *Nature*, vol. 214, pàg. 322.
 - 1967. 'Time's Arrow and Feeding on Negentropy', *Nature*, vol. 213, pàg.320.
 - 1972. *Objective Knowledge*, The Clarendon Press Oxford. (Traducció castellana: *Conocimiento objetivo*. Edit. Tecnos, s.a., 4^a edició, 1992).
 - 1974a. *Unended Quest. An Intellectual Autobiography*. Fontana/Collins, London. (Traducció castellana: *Búsqueda sin término. Una autobiografía intelectual*. Edit. Tecnos, s.a., Madrid. 3^a edició, 1994).
 - 1974b. 'Suppes's Criticism of the Propensity Interpretation of Probability and Quantum Mechanics', pàgs.1125-39 en Karl Popper, 'Replies to my Critics'. *The Philosophy of Karl Popper*, Paul A. Schlipp (ed.), Open Court, La Salle, IL, .
 - 1974c. 'Grünbaum on Time and Entropy', pàgs. 1140-44 en Karl Popper, 'Replies to my Critics'. *The Philosophy of Karl Popper*, Paul A. Schlipp (ed.), Open Court, La Salle, IL, .
 - 1980. *Die beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie. Aufgrund von Manuskripten aus den Jahren 1930-1937*. Edició de Troels Eggert Hansen. (Traducció castellana: *Los dos problemas fundamentales de la epistemología. Basado en manuscritos de los años 1930-1933*. Editorial Tecnos, s.a., 1998, Madrid)
 - 1982a. *The Open Universe, An Argument for Indeterminism*. From the *Post Scriptum* to the *Logic of Scientific Discovery*, vol II. Hutchinson, London. (Traducció castellana: *El Universo abierto. Un argumento en favor del indeterminismo*. *Post Scriptum* a 'La lógica de la investigación científica', vol. II. Edit. Tecnos, s.a., Madrid. 2^a edició, 1994)
 - 1982b. *Quantum Theory and the Schism in Physics*. From The *Post Scriptum* to the *Logic of Scientific Discovery*. Edited by W. W. Bartley III. (Traducció castellana: *Teoría cuántica y el cisma en física. Post Scriptum* a 'La lógica de la investigación científica', vol. III. Editorial Tecnos, s.a., Madrid. 2^a edició, 1992).
 - 1983. *Realism and the Aim of Science*. Vol. I del *Post Scriptum* to 'The Logic of Scientific Discovery', Hutchinson, London
 - 1983a. *Sociedad abierta, universo abierto. Conversación con Franz Kreuzer*. Traducció castellana per Editorial Tecnos, s.a., 3^o edició, 1992, Madrid.
 - 1990. *A World of Propensities*. (Traducció castellana: *Un mun*

- do de propensiones. Tecnos, Madrid. 1992).
- Popper, Karl i Eccles, John:** 1977. *The Self and its Brain*. Springer-Verlag, New York. (Traducció castellana: *El yo y su cerebro*. Edit. Labor, s.a Barcelona. 1982)
 - Porter, Theodore M.:** 1986. *The Rise of Statistical Thinking 1820-1900*. Princeton University Press. New Jersey.
 - Prigogine, Ilya:** 1997. *La fin des certitudes*. (Traducció castellana: *El fin de las incertidumbres*. Santillana, S.A. Taurus, Madrid).
 - Prigogine, Ilya i Stengers, Isabelle:**
 - 1979. *La nouvelle alliance-Métamorphose de la science*. Gallimard, Paris. (Traducció castellana: *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia*. Alianza, Madrid. 2ª edic. 1990).
 - 1988. *Entre le temps et l'éternité*. Librairie Arthème Fayard. (Traducció castellana: *Entre el tiempo y la eternidad*. Alianza, Madrid. 1990).
 - Queraltó, Ramón:** 1996. *Karl Popper, de la epistemología a la metafísica* Universidad de Sevilla, Sevilla.
 - Quine, W. V.:**
 - 1970. *Philosophy of Logic*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. (Traducció castellana: *Filosofia de la lógica*, 2ª edic. en Alianza Edit., 1977, Madrid).
 - 1974. *The Roots of Reference*. Open Court Publishing Co. (Traducció castellana: *Las raíces de la referencia*. Alianza Edit., S.A., Madrid, 1988).
 - Reeves, T.V.:** 1988. 'A Theory of Probability'. *British Journal Philosophy of Science* 39, pàgs. 161-182.
 - Reichenbach, Hans:**
 - 1949. *The Theory of Probability*. University of California Press Berkeley and Los Angeles.
 - 1956. *The Direction of Time*. University of California Press Berkeley and Los Angeles, California.
 - Rudner, Richard S.:** 1966. *Philosophy of Social Science*. Prentice-Hall Inc (Traducció castellana: *Filosofia de la Ciencia Social*. Alianza Edit., S. A., Madrid, 2ª edic., 1980)
 - Sáez, Javier:** 1993. 'Caos y tiempo' en *Archipiélago*, nº. 13 'Caos', Editorial Archipiélago, Barcelona.
 - Salmon, Wesley C.:**
 - 1970. 'Statistical Explanation,' en *Nature and Function of Scientific Theories*, ed. Robert G. Colodny, pp. 173-231, University of Pittsburgh Press. Edició utilitzada: 'Statistical Explanation', pàgs. 29-87 i 'Post Scriptum', pàgs. 105-110, en *Statistical Explanation & Statistical Relevance*, amb R. C. Jeffrey i J. G. Greeno. University of Pittsburgh Press, 1971.
 - 1979. 'Propensities: A Discussion Review. D. H. Mellor, "The Matter of Chance"'. *Erkenntnis* 14, pàgs. 183-216.
 - 1984. *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*. Princeton University Press.
 - Sapire, David:** 1991. 'General Causation'. *Synthese* 86, pàgs. 321-247.
 - Schneider, Christina:** 1994. 'Two Interpretations of Objective Probability. On the Ambiguity of Popper's Conception of Propensities'. *Philosophia naturalis*, Band 31, Heft I, pàgs.107-131.
 - Schoffeniels, Ernest:** *L'anti-hasard*. Gauthier-Villars Éditeur. (Traducció castellana: *El anti-azar*. Editorial Luis Miracle, s.a., Barcelona, 1977).
 - Schrödinger, Erwin:** 1944. *What is Life? The physical Aspect of the living Cell*. Cambridge University Press. (Traducció castellana: *¿Qué es la vida? El aspecto físico de la célula viva*. Tusquets Editores, s.a., 3ª edición: diciembre 1988, Barcelona).
 - Settle, Tom:** 1974. 'Peirce versus Popper on Probability as Propensity'

en *The Philosophy of Karl Popper*, P. A. Schlipp (ed.), Open Court, La Salle, IL, pàgs.721-749.

·**Sklar, Lawrence:**

- 1970 'Is Probability a Dispositional Property?'. *The Journal of Philosophy*, vol. LXVII, núm 11, pàgs. 355-366.
- 1972. 'Statistical Explanation and Ergodic Theory'. *Philosophy of Science* 40, pàgs. 194-212.
- 1992. *Philosophy of Physics*. Westview Press, Inc., (Traducció castellana: *Filosofia de la física*. Alianza Editorial, S.A., Madrid, 1994)
- 1993. *Physics and chance. Philosophical issues in the foundations of statistical mechanics*. Cambridge University Press.

·**Skyrms, Brian:** 1980. *Causal Necessity*. Yale University Press, New Haven and London.

·**Stegmüller, Wolfgang:** 1970. *Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Ananalytischen Philosophie* Band II: *Theorie und Erfahrung*. Springer-Verlag, Heidelberg. (Traducció castellana: *Teoría y experiencia*. Editorial Ariel, Barcelona, 1979)

·**Suppes, Patrick:** 1987. 'Some Further Remarks on Propensity: Reply to Maria-Carla Galavotti'. *Erkenntnis* 26, pàgs. 369-376.

·**Thompson, Ian J.:**1988. 'Real Dispositions in the Physical World'. *British Journal Ph. Science*. 39, pàgs. 67-79.

·**Thomson, William:** (1874). 'The Kinetic Theory of the Dissipation of Energy' en *S. G. Brush*, vol. 2, pàgs. 176-187.

·**van Fraassen, Bas C.:**1980. *The Scientific Image*. Oxford University Press

·**van Kampen, N. G.:** 1991. 'Determinism and Predictability'. *Synthese* 89, pàgs. 273-281.

·**Wagensberg, Jorge:** 1981. 'La necesidad del azar', pàgs. 32-43. *Mundo científico. La recherche*, núm. 1. Societé des Editions Scientífiques Editorial Fontalba, S. A., Barcelona.

·**Weber, Max:**1922. *Gesammelte Aufsätze zur Wissenschaftslehre*, edició de 1968 per Tubinga, J. C. B. Mohr (Paul Siebeck), a cura de Johannes Winckelmann. (Traducció castellana: *Ensayos sobre metodología sociológica*, Amorrortu editores, s.a., Buenos Aires, 2ª reimpressió.)

·**Weinert, Friedel:** 1993. 'Laws of Nature', *Philo. Naturalis* Band 30 (1993) Heft 2., pàgs. 147-171.

·**White, Alan R.:** 1972. 'The Propensity Theory of Probability'. *Brit. J. Phil.Sci.*, 23, pàgs. 35-43.

·**Wittgenstein, Ludwig:** 1921. *Tractatus Logico-Philosophicus*. London. (Traducció castellana en Alianza Editorial, 5ª edic., Madrid, 1981).

·**Zermelo, Ernst:**

- (1896a). 'On a Theorem of Dynamics and the Mechanical Theory of Heat', en *S. G. Brush*, vol 2, pàgs. 208-217.
- (1896b). 'On the Mechanical Explanation of Irreversible Processes', en *S. G. Brush*, vol 2, pàgs. 229-237.

·**Zuppiroli, Libero:** 1991 'La electrónica de los sólidos desordenados', pàgs., 709-715. *Mundo científico. La recherche*, núm. 115, *Especial: La ciencia del caos*, Julio-Agosto, 1991.