



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Gènesi i conseqüències teològiques de la revolució newtoniana

Francesc Sauquet i Salud

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tdx.cat) i a través del Dipòsit Digital de la UB (diposit.ub.edu) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX ni al Dipòsit Digital de la UB. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX o al Dipòsit Digital de la UB (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tdx.cat) y a través del Repositorio Digital de la UB (diposit.ub.edu) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR o al Repositorio Digital de la UB. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR o al Repositorio Digital de la UB (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tdx.cat) service and by the UB Digital Repository (diposit.ub.edu) has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized nor its spreading and availability from a site foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository is not authorized (framing). Those rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

TESI DOCTORAL

GÈNESI I CONSEQÜÈNCIES TEOLÒGIQUES DE LA REVOLUCIÓ NEWTONIANA



DIRECTOR: JOSEP MARIA BECH I DURÓ

TUTOR: GONÇAL MAYOS I SOLSONA

**PROGRAMA DE DOCTORAT: CIUTADANIA
I DRETS HUMANS**

UNIVERSITAT DE BARCELONA. FACULTAT DE FILOSOFIA

NOVEMBRE 2015

DOCTORAND: FRANCESC SAUQUET I SALUD

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$



Resum i

Prefaci

Introducció iii
Sinopsi xiii
Agraïments xix

Gènesi i Conseqüències teològiques de la revolució newtoniana

1. Un preludi: forces centrífugues i centrípetes

- (1) *Vis centrifuga* i *vis centripeta* 003
- (2) L'absència de dinàmiques celestes 006
 - (3) Kepler i l'*anima motrix* 009
- (4) La llei cartesiana de la inèrcia 014
- (5) La matematització de la força centrífuga 021
- (6) Resolució de la mecànica centrípeta 027

2. La neteja dels estables d'Àugies

- (1) Lleis de Kepler 030
- (2) Les lleis de Kepler com a teoria EPI 036
- (3) La nostàlgia de la brutícia de l'establia 041
 - (4) Nivells de concreció laminar 046

3. La qüestió de 1684

- (1) El silenci de l'últim dels mags 053
- (2) Hooke i la gravitació com a força atractiva 058
- (3) La paternitat dels pressupòsits fonamentals 065
- (4) Deducció de la llei de l'invers del quadrat de la distància 077

4. De motu corporum

- (1) La visita de Halley a Cambridge 085
- (2) Definitiones, hypotheses i lemmata 096
- (3) El que no va sorprendre Halley del *De motu* 101
- (4) El que va sorprendre Halley del *De motu* 105

5. La llei de gravitació universal

- (1) «Eorum omnium actiones in se invicem» 115
- (2) El camí a un sistema pluricentrípet universal 118
 - (3) La tercera llei del moviment 128
- (4) La *massa* com a quantitat de matèria 132
 - (5) La publicació dels *Principia* 141

6. Un interludi doctrinal: del Déu del domini a la ciència

- (1) L'ànima religiosa de Newton 148
 - (2) El Déu Pare del domini 155
- (3) La paraula i l'obra de Déu: religió i ciència 167

7. L'obra de Déu: rere el cortinatge empíric

- (1) El misteri de la naturalesa de la gravetat 177
- (2) L'Escolí General: la necessitat del Déu geòmetra 190
 - (3) Les quatre cartes a Richard Bentley 198
 - (4) La correspondència Leibniz-Clarke 206

8. Déu polièdric i guspies d'immanència

- (1) El *món-màquina* i el deisme 220
- (2) De si va haver-hi un Newton deista 229
- (3) De si va haver-hi un Newton teista 237
 - (4) Les guspies d'immanència 249
- (5) Les consegüents acusacions de panteisme 257

9. L'astroteologia: teories de la Terra

- (1) Els astroteòlegs del «newtonianisme» 264
- (2) El «concurs ordinari» de Thomas Burnet 273
- (3) Whiston: una teoria mecànica i mosaica de la Terra 282
 - (4) El beneplàcit «astroteològic» de Newton 291

10. L'astroteologia: una astrofísica primitiva

- (1) L'aporia del col·lapse gravitatori 297
- (2) Déu com a «abraçada» gravitatòria 306
- (3) Thomas Wright i la naturalesa de la Via Làctia 312
 - (4) Déu com a centre de gravitació universal 319

Epíleg

Conclusions: la brúixola de Newton 328

Bibliografia 339

RESUM

Trobarà el lector en aquestes planes una anàlisi, que desitgem prou sòlida, al voltant de la gènesi dels *Philosophiae naturalis principia mathematica* de Newton i de les conseqüències teològiques que en van derivar. L'objectiu d'aquesta anàlisi no és merament un estudi descriptiu, sinó un intent de resoldre què fou Newton des d'una perspectiva teològica i com hem d'entendre, en última instància, la seva relació amb la lògica interna del discurs científic. Dues tesis aquestes que l'autor ha procurat respondre aportant noves visions tot recolzant-se en la documentació escaient i tot aportant un grat esforç del que n'han brollat aquestes investigacions.

En vista a la resolució d'aquestes tesis, hem cregut convenient entendre abans que res l'evolució genètica de les idees que van dur a la formulació gravitatòria. La revisió de les concepcions sobre l'estructura de l'univers anteriors a l'obra de Newton es fa imprescindible per a entendre el context en què va donar-se la seva revolució. La diferència entre mecàniques terrestres i mecàniques celestes, així com la introducció d'explicacions que, d'una o altra manera, apel·len a forces de caràcter centrífug, van ser elements imprecisos, però alhora primordials, per a generar el canvi d'orientació que va proporcionar la moderna física newtoniana. Paral·lelament a la dinàmica centrípeta, les ben conegudes lleis de Kepler també van esdevenir una condició indispensable i esperó crucial per a la seva gestació. Tanmateix, no poden pas ser considerades, estrictament, descripcions del reglament físic de la realitat, sinó més aviat instruccions matemàtiques d'una teoria EPI –estructura primària idealitzada. En aquest sentit, les lleis de Kepler només poden ocupar un determinat esglaó dins d'una complexa estructura de nivells de concreció laminar de la que Newton va ser plenament conscient. A partir d'aquí, la deducció de la llei de l'invers del quadrat de la distància representa el bateig del trajecte excepcional que durà a l'aparició de la física newtoniana. Partint de la famosa trobada de Halley, Hooke i Wren, els camins que van dur a aquesta deducció i el posterior significat que aquesta llei va posar sobre la taula no poden amagar la inquietant i combativa dialèctica en què es van veure immersos Isaac Newton i Robert Hooke. Un seguiment de la gènesi de les idees de Newton és impensable sense entretenir-se en una anàlisi acurada del seu opuscle *De motu corporum in gyrum* de 1684. En aquesta obra ja apareix el fil conductor de gran part dels continguts posteriors que seran presents als *Philosophiae naturalis principia mathematica*, i és en ella, amb els càlculs geomètrics adequats, on naix pròpiament i «de facto» la llei de gravitació universal, esdevenint una fita inoblidable de la història de la ciència. El complex procés que duu a la publicació definitiva dels *Principia* se sustenta en dues novetats conceptuals del pensament de Newton que van esdevenir ítems fundacionals de la nova física: d'una banda, el descobriment de les atraccions mútues de cadascun dels cossos sobre tots els altres, basat en una ajustada lectura de la tercera llei del moviment; i de l'altra, la introducció al sistema de la noció de massa.

El coneixement d'aquesta evolució ha de preparar el lector per a l'assoliment dels objectius que són l'essència d'aquesta obra: hem considerat que no hi podria haver una vertadera comprensió de les conseqüències teològiques que deriven dels *Principia* sense conèixer-ne el seu procés de gestació: una visió panoràmica de les relacions entre gravitació i religió no podia excloure aquest desenvolupament. Abans d'entrar, però, a considerar quins efectes va tenir sobre la teologia el descobriment de la llei de gravitació universal per part de Newton, es fan necessàries, d'una banda, una anàlisi de les coordenades teològiques del segle XVII, i de l'altra i sobretot, del corpus religiós que dominava la mentalitat de Newton. Quina visió tenia Newton de la divinitat, quina era la seva actitud en relació a l'oficialitat, i com hi relacionava l'exercici científic, són assumptes de cabdal rellevància. El veritable inici de la suma de les distintes conseqüències teològiques a què va dur la publicació dels *Principia* rau en les possibles respostes a la pregunta de quina hauria de ser la naturalesa de la gravetat mateixa: un reguitzell de respostes que es dibuixava des de concepcions mecanicistes, passant per consideracions o bé de mena essencialista o bé merament matemàtica, fins a respostes que apel·laven directament a la intervenció efectiva d'una entitat divina. Un univers regit sense excepcions per unes lleis naturals ben fixades va fer reeixir distintes concepcions religioses deistes que fins aleshores havien tingut poc protagonisme. Haurem de veure, doncs, si rere el Déu que sentia Newton s'hi amagava realment una emmascarada visió deïsta de la realitat. Una anàlisi d'aquesta qüestió ha de fer veure la vertadera complexitat del Newton religiós: un teïsta heterodox i fragmentari que fins i tot va acabar flirtejant amb algunes imatges d'un panteïsmen prou inesperat i inconfessable. Veurem, a més, que tant les exigències de la nova física de Newton com la presentació tan polièdrica de Déu i del fet religiós que s'enceta amb les seves concepcions, van tenir unes conseqüències metafísiques i teològiques absolutament rellevants dins de certs cercles intel·lectuals propers al newtonianisme. Aquesta herència va constituir el fonament d'un grup de pensadors que es van erigir en «apòstols» del pensament newtonià, els quals, amb més o menys consciència, van esdevenir els teòrics de la nova «astroteologia». I veurem que on més febaents van fer-se les interpretacions astroteològiques, a part dels complexos estudis sobre la formació de la Terra, fou en l'àmbit de la cosmologia. L'acceptació del fenomen de la gravitació com a llei universal va forçar molts pensadors a reconsiderar l'estructura última del cosmos donada l'aparent aporia entre la quietud de l'univers i la necessitat del moviment aglutinador que semblava exigir-ne la gravitació. Les possibles solucions només podien prendre per referència la constant activitat divina.

El lector té doncs a les mans una obra on s'entrecreuen gran part dels distintes sabers humans essencials: la matemàtica, la física, la metafísica, la teologia i fins i tot, una reflexió antropològica implícita que no pot menysprear-se. I aquest encreuament de sabers ha de dur-nos, després de realitzat un pregon estudi –o almenys aquesta ha estat la nostra intenció–, a unes conclusions que, si bé estem molt lluny de titllar de sorprenents, aspirem que puguin ser útils tant al teòleg com a l'hermeneuta de la història i de la filosofia de la ciència.

PREFACI

La Nature est un temple où de vivants piliers
Laissent parfois sortir de confuses paroles;
L'homme y passe à travers des forêts de symboles
Qui l'observent avec des regards familiers.

CHARLES BAUDELAIRE, *Les fleurs du mal*, IV

1. Introducció. En el prefaci d'una de les seves obres, Richard Westfall, el gran biògraf i analista de la figura d'Isaac Newton, ens diu que «few men have lived for whom less need exists to justify a biography. Isaac Newton was one of the greatest scientists of all times –and, in the opinion of many, not one of the greatest but the greatest. He marked the culmination of the Scientific Revolution of the sixteenth and seventeenth centuries, the intellectual transformation that brought modern science into being, and as the representative of that transformation he exerted more influence in shaping the world of the twentieth century, both for good and for ill, than any other single individual»^a. És un panegíric poc poètic però precís i sincer. Altres han començat, tanmateix, d'una manera potser més èpica: «Isaac Newton said he had seen farther by standing on the shoulders of giants, but he did not believe it. He was born into a world of darkness, obscurity, and magic; led a strangely pure and obsessive life, lacking parents, lovers, and friends; quarreled bitterly with great men who crossed his path; veered at least once to the brink of madness; cloaked his work in secrecy; and yet discovered more of the essential core of human knowledge than anyone before or after. He was chief architect of the modern world»^b. Nogensmenys, ambdós estudiosos posen clarament de relleu que sir Isaac Newton és la frontissa o el llindar que separa la premodernitat dels temps moderns –i, pel que diuen, no només en el camp de la ciència, sinó que, a través d'ella, en la configuració de la mentalitat que arriba fins a la nostra contemporaneïtat. Són només dues declaracions exemplars d'una més que probable infinita munió d'apreciacions sobre la figura de Newton que, en efecte, representen prou bé l'ideari ortodox de la tradició que ens arriba. Podem parlar d'un consens general: Newton obre el camí de la ciència moderna i els seus

^a R. WESTFALL, *The life of Isaac Newton*, Preface, p. ix, Cambridge University Press, 1993. [«Pocs homes han existit per a qui menys calgui una justificació de la seva biografia. Isaac Newton fou un dels grans científics de tots els temps –i, en opinió de molts, no pas un dels més grans, sinó el més gran. Va representar la culminació de la revolució científica dels segles XVI i XVII, aquella transformació intel·lectual que va crear la ciència moderna i, com a representant d'aquesta transformació, va exercir una influència decisiva en la configuració del món del segle XX –per a bé i per a mal- superior a la de qualsevol altre persona, considerada individualment»].

^b J. GLEICK, *Isaac Newton*, p. 3, Fourth Estate, 2003. [«Isaac Newton assegurava que havia vist més lluny perquè havia pujat a espatlles de gegants, però mai s'ho va creure. Havia nascut en un món de tenebra, foscor i màgia; va dur una vida estranyament puritana i obsessiva, sense parents, amants ni amics; va discutir amb acritud amb tots els grans homes que es van creuar en el seu camí; almenys un cop va estar a prop de la bogeria; va treballar en secret i, tanmateix, va descobrir, més que ningú altre abans o després d'ell, gran part del nucli medullar del coneixement modern. Ell va ser el principal arquitecte del món modern»].

pressupòsits rigorosos; Newton dota la Humanitat dels estris matemàtics apropiats per tal de procedir al descobriment més objectiu de la «phýsis»; Newton descobreix la llei d'atracció gravitatòria i posa la primera pedra realment rellevant del que serà la nova mirada moderna sobre l'univers.

No podem dubtar d'aquestes afirmacions. De manera explícita o implícita, les dues referències que hem aportat ens parlen d'una «revolució newtoniana» que ha de ser entesa com el punt àlgid d'una «revolució científica». És evident que quan parlem d'una «revolució» no és adequat atribuir-la merament a un sol home, sinó a tota una època, a tot un «factum» sociològic que enceta un nou món simbòlic que sorprèn els propis coetanis i que els fa tenir consciència de viure un «món nou» que, malgrat se n'alimenta, s'autoproclama com a superació d'un «món antic». Aquesta esquerda sol ser progressiva i, com és de suposar, és força gratuït posar-li una data de sortida i una data de tancament –fet que massa sovint es practica en certes simplificacions d'un marcat caràcter acadèmic. En aquest sentit, la publicació l'any 1543 de l'opuscle de Copèrnic sobre les revolucions de les esferes celestes sol marcar l'inici d'aquesta primerenca «revolució científica»; però faríem bé de proveir-nos d'una cautela que apaivagui tants focs artificials i que, en canvi, ens presenti com a difusa aquesta línia que perfila el fet revolucionari. Tanmateix, malgrat totes aquestes advertències, hi ha cert consens, dèiem, que aquesta difusa línia revolucionària en el camp de la ciència va arribar a la seva màxima expressió amb l'aparició i la consegüent implantació de l'obra científica de Newton a finals del segle XVII. Per això, molts analistes procuren identificar la «revolució newtoniana» amb la definitiva escenificació de la «revolució científica»; i no només els analistes moderns cauen en aquesta identificació, sinó que erudits propers en el temps a la figura de Newton ja la sentien ben latent: «Newton parut & montra le premier ce que ses prédécesseurs n'avoient fait qu'entrevoir, l'art d'introduire la Géométrie dans la Physique, & de former, en réunissant l'expérience au calcul, une science exacte, profonde, lumineuse, & nouvelle: aussi grand du-moins par ses expériences d'optique que par son système du monde, il ouvrit de tous côtés une carrière immense & sûre; l'Angleterre saisit ces vûes; la société royale les regarda comme siennes dès le moment de leur naissance; les académies de France s'y prêterent plus lentement & avec plus de peine [...]; la lumière a enfin prévalu; la génération ennemie de ces grandes hommes, s'est éteinte dans les académies & dans les universités [...]; une génération nouvelle s'est élevée; car quand les fondemens d'une révolution sont une foie jettés, c'est presque toujours dans la génération suivante que la révolution s'acheve»^c. D'Alembert és conscient, doncs, del caràcter de «revolució» –i científica- que l'obra teòrica i les tasques experimentals de Newton havien significat històricament. I els seus contemporanis, també.

Cohen considera que es donen totes les condicions per poder parlar, en efecte, d'una revolució newtoniana: «The historian task may legitimately be restricted to determining what features of Newton's science seemed so extraordinary in the age of

^c J. LE ROND D'ALEMBERT (1717-1783), *L'Encyclopédie: Expérimental*, Tome 6, p. 299, 1751. [«Newton va a aparèixer i fou el primer que va mostrar que els seus predecessors només havien entrevist l'art d'introduir les matemàtiques a la física i de crear, mitjançant la unió de l'experimentació i el càlcul, una nova ciència exacta, profunda i brillant. Tan gran almenys pels seus experiments d'òptica com pel seu sistema del món, Newton va obrir en totes direccions una senda immensa i segura. Anglaterra va adoptar els seus punts de vista i la Royal Society els va observar com a propis des dels inicis. Les acadèmies de França els van adoptar més lentament i amb més reserves [...]; finalment va prevaldre la llum, i la generació que havia estat hostil a aquests homes ha desaparegut de les acadèmies i de les universitats [...]; ha sorgit una nova generació, atès que tan aviat s'inicia una revolució, és la generació següent gairebé sempre qui la duu a terme»].

Newton as to earn the designation of revolution»^d. Una revolució que venia adobada tan per «mitjans externs» com «interns» de la pròpia dinàmica científica: «The new science that took form during the seventeenth century may be distinguished by both external and internal criteria from the science and the philosophical study or contemplation of nature of the antecedent periods»^e. Uns criteris externs entre els quals Cohen compta l'existència efectiva d'una «comunitat científica» plenament estructurada, tot un conjunt d'individus «linked together by more or less common aims and methods, and dedicated to the finding of new knowledge about the external world of nature and of man that would be consonant with –and, accordingly, testable by- experience in the form of direct experiment and controlled observation»^f. Unes comunitats que, a més, es concentraven en societats científiques que, més o menys finançades per l'Estat, es relacionaven amb la publicació de revistes científiques força rellevants i amb la consolidació d'institucions orientades a la investigació. D'altra banda, uns criteris interns a la pròpia ciència que, primerament, feien referència als objectius últims –al propi «télos»- del quefer científic: «Bacon and Descartes agreed on one aim of the new science, that the fruits of scientific investigation would be the improvement of man's condition here on earth: agriculture, medicine, navigation and transportation, communication, warfare, manufacturing, mining»^g. Un altre criteri intern era la definitiva codificació d'un mètode que fos comú i insalvable: «Another feature of the revolution was the attention to method. [...] The new method was largely experimental, and has been said to have been based on induction; it also was quantitative and not merely observational and so could lead to mathematical laws and principles»^h. Però aquesta consciència revolucionària no pot ser producte d'un sol home. Quan hom parla de la «revolució newtoniana» hem d'entendre que l'epítet tan sols expressa que Newton fou la potent explosió d'un volcà que es gestava des de feia temps sota terra amb un magma poderós. El mateix Cohen vol ser més precís i creu, sense que hagi de minvar en absolut el paper de Newton a la seva època, que «Newton certainly made great additions to the stock of knowledge. In the variety and fundamental quality of these contributions we may see the distinguishing mark of his creative genius, but this is something distinct from having created a revolution»ⁱ.

En aquesta obra, però, no tenim cap intenció de posar en dubte si pot parlar-se o no d'una «revolució newtoniana», malgrat els matisos i precisions que es podrien fer. Ben al contrari, partim del convenciment que Newton –com si fóssim el mateix

^d I.B. COHEN, *The Newtonian Revolution*, p. 4, Cambridge University Press, 1980. [«Es del tot legítim restringir la tasca de l'historiador a la determinació dels trets de la ciència newtoniana que a l'època de Newton van semblar tan extraordinaris com per a merèixer la designació de revolucionaris»].

^e *Ibidem*. [«La nova ciència que va prendre forma durant el segle XVII es pot distingir tant mitjançant criteris externs com mitjançant criteris interns de la ciència i l'estudi filosòfic o la contemplació de la naturalesa dels períodes anteriors»].

^f *Ibidem*. [«[...] units entre si per objectius i mètodes més o menys comuns i lliurats al descobriment de coneixements nous sobre el món extern de la naturalesa i de l'home consistents –i contrastables per tant- amb l'experiència sota la forma d'experiments directes i observació controlada»].

^g *Ibidem*., p. 5. [«Bacon i Descartes coincidien en un dels objectius de la nova ciència, com era el que els fruits de la investigació científica haguessin de ser la millora de la condició humana a la Terra, tot atenent a l'agricultura, la medicina, la navegació i el transport, la comunicació, les tècniques bèl·liques o les manufactures i la mineria»].

^h *Ibidem*., p. 6. [«Un altre aspecte de la revolució era l'atenció que es va donar al mètode. [...] El nou mètode, en gran mesura, era experimental i s'ha dit que es basava en la inducció; però també fou quantitatiu i no merament observacional, de manera que podia dur a principis i lleis matemàtiques»].

ⁱ *Ibidem*., p. 9. [«No hi ha dubte que Newton va contribuir notablement a augmentar la quantitat de coneixements. En la varietat i notable qualitat d'aquestes contribucions podem veure-hi el senyal inequívoc del seu gran geni creador; però això no és el mateix que haver creat una revolució»].

d'Alembert- fou vist a la seva època com un «revolucionari» i que, des de la nostra pròpia òptica, podem acceptar del tot que va haver-hi una «revolució newtoniana». Seria una aberració gens disculpable negar no només als *Principia* sinó també a la resta de l'obra de Newton la seva qualitat de punt cabdal i referent –i per què no, revolucionari- que actua com a frontissa amb la ciència que se'n derivarà. No sorgeix aquesta obra d'un possible desassenyat propòsit de fer trontollar ni l'obra ni la figura de Newton, sinó ben al contrari: no dubti el lector que en aquestes pàgines s'hi amaga una latent admiració que és, en el nostre cas, molt afermada. És aquesta, per tant, una advertència poc singular però rellevant. Perquè quan hom s'endinsa en els laberints de les grans figures de la història i la tasca d'aquest endinsament és la d'una anàlisi pregona que l'analista creu necessària per a una millor comprensió, el lector cau sovint en la sospita que hi ha la vanitosa intenció d'esquerdar tot allò que tradicionalment s'ha entès o suposat, la qual cosa fa que es vegi dut a fer una lectura de reüll i poc generosa. No és, doncs, un dels nostres objectius, ser uns bohemis de l'hermenèutica ni tampoc ser uns crítics sensacionalistes a la recerca del que no és. Ni tampoc, com alguns farien, ser els destructors d'allò establert. Aquesta obra parteix del convenciment que la importància «científica» de l'obra de Newton és poc menys que inimitable i inigualable. Hom no podrà llegir en absolut en aquestes planes cap afirmació que contravingui aquest convenciment. La ment científica de Newton va ser, en efecte, «científicament revolucionària». Aquestes paraules en són un bon homenatge: «Then he observed the world it was as if he had an extra sense organ for peering into the frame or skeleton or wheels hidden beneath the surface of things. He sensed the understructure. His sight was enhanced, that is, by the geometry and calculus he had internalized. He made associations between seemingly disparate physical phenomena and across vast differences in scale»^j. Els *Principia*, d'altra banda, obren un espai de reflexió en la ciència que durà, inevitablement, als nostres dies. La tasca científica de Newton no és ni tan sols discutible; i, malgrat que eren necessàries aquestes consideracions preliminars, seria gairebé una pèrdua de temps el fet d'insistir-hi encara més.

Ara bé: una altra qüestió preliminar és que l'horitzó conceptual en què ens hem mogut ha procurat no perdre mai la visió del que anomenem el «fil de la ciència». Creiem amb fermesa que tota manifestació científica rellevant es mou, històricament, sota una estructura triple: *herència*, *eclosió* i *llegat* al «fil de la ciència». Tota eclosió científica –com fou la de Newton i els seus *Principia* fonamentalment- pressuposa una *herència* que li ha donat forma i contingut, que l'ha perfilada i l'ha dissenyada, que l'ha cuinada a partir d'uns ingredients que encara estaven dispersos. Al mateix temps, entenem que l'*eclosió* d'una manifestació científica és efectivament rellevant quan esdevé una peça que cobreix el tram de la ciència que, d'una banda, mancava omplir i que, de l'altra, prepara el camí a nous trams de la ciència que hauran de ser omplerts, configurant així el que hem anomenat el *llegat* del «fil de la ciència». És evident que la «revolució newtoniana» pot ser inserida perfectament en aquesta estructura: si considerem els *Principia* com una «eclosió» científica, haurem de veure també que cobreixen el tram que mancava omplir només després d'haver conjugat, potser sintetitzat, tota una herència que li era inherent. Veiem, alhora, que l'«eclosió» dels *Principia* va cobrir el tram exacte del «fil de la ciència» que era necessari omplir

^j J. GLEICK, *Isaac Newton*, p. 90, Fourth Estate, 2003. [«Quan Newton observava el món era com si posseís un òrgan dels sentits addicional per a mirar dins de la carcassa, de l'esquelet o de l'engranatge ocult sota la superfície de totes les coses. Percebia la infraestructura. La seva visió s'havia afinat amb la interiorització de la geometria i el càlcul. Duia a terme associacions entre fenòmens físics en aparença dispars i mitjançant enormes diferències d'escala»].

per a què aquest fil duqués a nous trams que altres eclosions haurien d'omplir. Hi ha, a partir d'aquí, distintes tasques que l'analista o l'hermeneuta pot endegar. En un pol, una de les possibilitats és l'especialització en alguna de les parts de l'estructura triple del «fil de la ciència»: hom pot, per exemple, restringir la mirada sobre l'herència que va dur a l'eclosió científica, sense atendre als continguts d'aquesta última; o pot ben limitar-se a l'estudi de l'eclosió mateixa i les seves relacions internes sense atendre a l'herència que l'havia perfilat ni a les conseqüències que en van derivar; o l'estudi pot reduir-se a analitzar les conseqüències, el llegat de l'eclosió, sense que convingui endinsar-se en l'eclosió mateixa i la seva herència. A l'altre pol, existeix, però, la possibilitat d'efectuar una anàlisi diacrònica, potser molt agosarada, que reuneixi herència, eclosió i llegat. Evidentment, entre aquests dos pols, pot practicar-se una hermenèutica més difusa o, diguem-ne, mixta en diferents graus.

Cal, doncs, escatir quina ha estat la nostra mirada en aquesta obra. Malgrat que hem afegit certes consideracions molt generals al voltant de l'herència que va rebre Newton, no ha estat aquesta anàlisi un dels objectius que teníem pel davant. Ens hem limitat a posar sobre la taula tot un seguit de referències obligades sense l'afany de dur a terme cap anàlisi profunda. Evidentment, no pas de manera gratuïta, sinó per tal de poder contextualitzar bé els *Principia* de Newton i alguns dels seus continguts; tampoc, per tant, de manera prescindible, atès que molts dels aspectes de l'herència rebuda per Isaac Newton, si bé no són necessaris per entendre de forma estrictament tècnica la seva obra, sí que ho són per a fer-se amb el coneixement del *perquè* de les seves inquietuds. Malgrat no haver aprofundit més en l'herència rebuda, ens han semblat inexcusables algunes indicacions bàsiques, atès que, com diu Cohen, «it is my belief that all revolutionary advances in science may consist less of sudden and dramatic revelations than a series of transformations, of which the revolutionary significance may not be seen (except afterwards by historians) until the last great step. [...] A great intellectual leap forward may, by this mode of analysis, be reduced not merely to but one stage in a succession of discoveries, but may even prove to have been part of a sequence so long that the concept of a single originator who began it all becomes meaningless. To be sure, a long chain of this kind may not seem quite as satisfying as a single miraculous stroke, but such psychological problems relate more to the spectator than to the succession of events he beholds»^k.

D'altra banda, tampoc ha estat un objectiu d'aquesta obra indagar i fer troballes sorprenents en l'eclosió mateixa que van significar els *Principia*. És, emperò, cert que això pot sorprendre qui llegeixi l'obra: el lector podrà veure que la dedicació que hem posat en la descripció d'aquesta eclosió que foren els *Principia* és màxima. Hem dut a terme una acurada anàlisi de molts dels continguts dels *Principia* i de tot el procés de la seva gestació, àdhuc tècnicament en molts moments. De fet, quan el títol de la nostra obra remet a la «gènesi» de la revolució newtoniana, el lector podria veure's induït a confusió: no es tracta tant de la «gènesi» en la mesura d'una pregona anàlisi de tota l'herència rebuda, com dèiem, sinó de la «gènesi» concreta del procés mental i matemàtic que va dur Newton al descobriment de la llei de gravitació universal, que,

^k I.B. COHEN, *The Newtonian Revolution*, p. 162, Cambridge University Press, 1980. [«Jo crec que tots els avenços científics revolucionaris han de consistir menys en revelacions dramàtiques sobtades que en un seguit de transformacions, llur significat revolucionari pot no haver-se constatat (excepte més tard pels historiadors) fins a l'últim gran pas. [...] Segons aquesta mena d'anàlisi, un gran pas cap endavant es pot reduir no només a un únic estadi en una successió de descobriments, sinó que fins i tot pot resultar haver format part d'una seqüència tan llarga que duu a no tenir sentit la idea que un únic originador hagi començat tot el procés. Sense dubte, una llarga cadena d'aquesta mena pot no semblar tan satisfactòria com un únic cop miraculós, però problemes psicològics d'aquest tipus tenen més a veure amb l'espectador que amb la successió d'esdeveniments que contempla»].

a la fi, s'acaba reduint a la fórmula que ens és tan coneguda. Hem discriminat, doncs, la resta d'estudis de Newton si no és per referir-nos a algun passatge rellevant. Tota l'eclosió cultural que va significar el pensament de Newton no el trobarà el lector en aquestes planes; hi trobarà, en canvi, un estudi detallat del que remet i és pertinent al desenvolupament intel·lectual de la pròpia llei de gravitació universal. Però aquesta extrema dedicació a l'estudi de la gestació de la llei de gravitació universal en el cap de Newton, no és motiu suficient com per dir que l'objectiu d'aquesta obra fos cercar nous horitzons en l'eclosió dels *Principia*, sinó només fer-ne una punyent descripció per tal de poder, després, virar cap a les qüestions que ens interessaven, segurs ja de posseir les informacions que són necessàries per a aquesta tasca.

Ens ha interessat, en canvi, l'evolució de l'home Newton. Calia –i aquest sí que ha estat un dels objectius directors de l'obra– endinsar-se en una hermenèutica de les conseqüències –de manera més genèrica, del *llegat*– del descobriment de la llei de gravitació universal. Sol ser usual albirar l'eclosió dels *Principia* com aquell punt de partida des del qual, amb més o menys immediatesa, queda omplert definitivament un dels «buits» de la ciència i s'esclareix el camí de l'ordre natural donant pas a la continuïtat del «fil de la ciència». Històricament, i a grans trets, és indubtable que això fou així, per la qual cosa la tasca de Newton és reconeguda com un punt extàtic de la història de la ciència. Però el motor que ens ha mogut a aquesta investigació ha estat la sospita que, en realitat, l'home Newton mateix –tot i tenir al seu cap els *Principia* i la claredat associada a la relació entre les proposicions de la física– *mai fou conscient de quin era el vertader «fil de la ciència»*. Cal, intuïm, que insistim en aquest concepte de «fil de la ciència», atès que és nuclear en la nostra intuïció: de fet, es tracta d'una referència a la pròpia lògica interna de la ciència, en la mesura que pressuposa que les distintes eclosions científiques són fruit d'una determinada línia inevitable de descobriments coneguts i són causa d'una determinada línia també inevitable que roman oculta encara en el moment de l'eclosió. En matèria de filosofia de la ciència, hom parla ben sovint de «canvis intrateòrics» o «interteòrics»: «Una teoria en sentido diacrónico, como entidad que se extiende en el tiempo, es una sucesión de teorías en sentido sincrónico que comparten un elemento común; la imagen de una teoría en sentido diacrónico es la de una película cuyos fotogramas son los diferentes estadios o versiones por las que la teoría va pasando (cada una de las cuales se considera aproximadamente estable durante el lapso que dura). Para ello es esencial que, sincrónicamente consideradas, las teorías sean entidades dúctiles, con una parte esencial en la que descansen su identidad y otras partes más específicas o complementarias que se puedan 'perder' sin alterar la esencia»¹. El que anomenem «fil de la ciència» no és altra cosa que aquesta successió de canvis intrateòrics o interteòrics amb el benentès, però, que no poden ser entesos com a aleatoris dins d'un ventall de possibilitats, sinó implicats ja en l'eclosió científica precedent: «un desarrollo científico de tipo cambio intrateórico es un proceso evolutivo gradual que podemos representar formalmente como una sucesión finita $\{N_1, N_2, \dots, N_n\}$ de redes teóricas (donde cada subíndice representa un determinado período histórico en la evolución de la teoría) que satisface ciertas condiciones de continuidad parcial tanto a nivel teórico como aplicativo»^m.

D'entrada, no podem saber a quines noves eclosions futures ens ha de dur una eclosió científica puntual –un estadi sincrònic; però si partim del convenciment que la ciència té un «fil», aleshores sabem per força que l'eclosió futura només es

¹ J.A. DÍEZ, C.U. MOULINES, *Fundamentos de filosofía de la ciencia*, p. 443, Ed. Ariel, Barcelona, 1997.

^m *Ibidem.*, p. 446.

mostrarà, deixant enrere l'ocultació, si apliquem bé la pròpia dinàmica lògica interna de la ciència. Si el científic no se submergeix prou bé en la lògica interna de la ciència, es veurà inevitablement abocat a iniciar una línia de ciència que s'allunyarà del «fil vertader». Es pot arribar a considerar que un gran científic ho és precisament perquè en tot moment «olora» quin és el vertader «fil de la ciència»; però això no ha de ser necessàriament cert: la grandesa del científic, des de la praxi o des de la teoria, rau en la comprensió unitària de fenòmens que es mostren dispersos i en la capacitat de simbolitzar-los conjuntament. Però això no vol dir que, des d'aquesta comprensió sincrònica i del simbolisme associat, hagi de ser capaç de visualitzar quin ha de ser el «fil» diacrònic que es dedueix de la seva tasca. La nostra lleugera sospita, doncs, fou suficient com per iniciar el recorregut que hem dut a terme: un recorregut que tenia com a meta esbrinar si Newton va ajustar-se sempre a aquest «fil de la ciència» o si, ben al contrari, en termes cosmològics, va prendre una drecera que li'n va allunyar.

És per tothom conegut que Newton va ser un ser humà profundament religiós. La devoció religiosa no és incompatible, en absolut, amb l'exercici del rigor científic si se sap establir la frontera que eviti que els postulats d'ambdós sabers no s'entrecreuïn en llur particular dinàmica: «One way to avoid conflicts between science and religion is to view the two enterprises as totally independent and autonomous. Each has its own distinctive domain and its characteristic methods that can be justified on its own terms. Proponents of this view say there are two jurisdictions and each party must keep off the other's turf. Each must tend to its own business and not meddle in the affairs of the other. Each mode of inquiry is selective and has its limitations. This separation into watertight compartments is motivated, not simply by the desire to avoid unnecessary conflicts, but also by the desire to be faithful to the distinctive character of each area of life and thought»ⁿ. Des d'aquest punt de vista, és també ben conegut que Newton mai va ser capaç d'establir aquesta frontera. El fet que Newton mai no hagués pogut establir aquests límits és una dada que apunta directament a la qüestió que Newton fos incapaç de seguir el «fil de la ciència» que es derivava dels seus propis descobriments. Seguir aquest «fil», mantenir-se a «l'interior» dels canvis intrateòrics del procés evolutiu gradual que dirigeix la lògica científica, li hauria exigint allunyar-se dels seus interessos religiosos. Tanmateix, no trobem aquesta llibertat en Newton: va subordinar a les exigències doctrinals de les seves creences metafísiques l'eclosió purament científica que va significar l'aparició dels principis de la física clàssica. Fonament de les nostres sospites fou que Newton –i el «newtonianisme» que va brollar a l'entorn proper del geni– va allunyar-se, efectivament, del «fil de la ciència» a favor d'una aplicació dels postulats dels *Principia* a una cosmologia que podem ubicar de ple en el marc teològic. Aquest ha estat, de fet, un dels objectius d'aquesta obra: ser capaç d'arribar a dibuixar amb claredat quines foren totes les conseqüències a nivell teològic del descobriment de la llei de gravitació universal.

Que la devoció religiosa de Newton s'immiscís en el seu pensament científic no és cap troballa que a aquestes alçades hom pugui titllar de remarcable. Quan parla de l'esperit latitudinari que va envair Cambridge a finals del segle XVII, Paul Johnson ja

ⁿ I. G. BARBOUR, *Religion and Science. Historical and Contemporary Issues*, p. 88, Harper Collins Publishers, 1997. [«Una manera d'evitar els conflictes entre ciència i religió consisteix en considerar ambdues com a empreses totalment independents i autònomes entre si. Cadascuna llueix un domini específic i uns mètodes característics justificables des de si mateixos. Per als defensors d'aquesta posició, la ciència i la religió són dues jurisdiccions distintes que han de mantenir-se separades una de l'altra. Cadascuna ha de preocupar-se dels seus propis afers i procurar no interferir en els de l'altra. Els dos mètodes d'investigació són selectius i tenen, per tant, les seves pròpies limitacions. Aquesta separació en compartiments estanc no està motivada només pel desig d'evitar conflictes innecessaris, sinó també pel de mantenir fidelitat al caràcter distintiu de les diverses àrees de vida i pensament»].

ratifica aquell sentiment general que: «for these men, educated, urbane, up-to-date, constitutionalists in politics, religion was common sense. The days of persecution were over. All men would come to God in the natural way, if only the shouting and killing stopped, and the voice of reason was heard. Reason reinforced faith. The best ally of theology was natural philosophy»^o. Però sí creiem que és rellevant poder demostrar que el «newtonianisme» de soca-rel que envaïa Newton i els seus més propers acòlits no va ser pas l'origen d'un fructífer avenç en la placenta intrateòrica del «fil de la ciència», sinó que va obrir una drecera teològica que acabaria prenent el nom «d'astroteologia». El Newton acurat, metòdic, imbuït dels principis fonamentals del quefer científic, el trobem tan sols en la monumental redacció de les seves obres científiques; però, l'ús que ell mateix tria fer del seu *llegat* científic desemboca en un bloc teològic –o astroteològic- que s'erigeix com un camí sense sortida i que s'allunya de la lògica interna del tram científic que ell mateix havia cobert. Serien altres, fora del «newtonianisme» del seu cercle proper, els qui fossin capaços de reprendre la lògica evolutiva intrateòrica del seu llegat científic, procurant evitar la subordinació del discurs científic a palmaris discursos teològics o metafísics que s'hi poguessin entremetre. La tasca que hem endegat, tanmateix, ha estat la de fer visibles els passos que van dur al Newton científic cap al Newton astroteològic, de manera que hom pugui copsar amb claredat que tota la «ciència astroteològica» és el vertader llegat – la vertadera conseqüència- que, des de l'òptica de Newton i dels primers newtonians, es derivava dels principis teòrics dels *Principia*.

Volem advertir, en aquest sentit, que el terme «newtonianisme» –o el catàleg de qui foren els «newtonians»- és un etiquetatge que duu a confusions creixents. En un sentit genèric, s'entén normalment per «newtonianisme» la tendència científica que va absorbir tots els postulats que emanaven dels *Principia* i que abandonava una «vella» física excessivament qualitativa que, sovint, venia representada en el pitjor dels casos per l'antiquada tradició escolàstica i, en el millor, per un cartesianisme que sense solucions quantitatives ni empíriques es presentava gairebé exclusivament com a model teòric. En aquest sentit, efectivament, el «newtonianisme» va omplir els trams que permetien parlar d'un avenç en el «fil de la ciència». Però es tracta d'un cartell *massa* genèric; perquè, en realitat, si per «newtonianisme» entenem això, cal aleshores entendre que el «newtonianisme» va ser força heterogeni en el seu propi interior. Al seu temps, aquesta heterogeneïtat definiria una doble divisió estructural: els «newtonians» que van esforçar-se en reduir al màxim les variables de la ciència als continguts teòrics i empírics dels mateixos *Principia* –rebutjant aplicar-los a prejudicis metafísics i teològics- i els «newtonians» que no podien deixar d'entendre els *Principia* com a manifestació matemàtica de l'estructura d'un món natural que se subordinava a lectures metafísiques i teològiques. El primer d'aquests grups fou, a l'hora de la veritat, el que va endegar el procés de modernització dels pressupòsits de la ciència naixent, mentre que el segon va dur –des del punt de vista de les necessitats de la ciència- a una malversació dels guanys que significaven els *Principia* a favor d'una nova lectura cosmològica que no podia desfer-se de la prioritat teològica. Des de la perspectiva de l'home Newton històric, als seus propis ulls, els membres del primer grup no eren exactament «newtonians»; als seus propis ulls, eren homes que queien en heretgies desautoritzant els principis doctrinals essencials de la religió, i ho

^o P. JOHNSON, *A History of Christianity*, p. 333, Simon & Schuster, 2005. [«Per a tots aquests homes, educats, urbans, actualitzats, constitucionalistes en política, la religió era el sentit comú. Els temps de la persecució havien acabat. Tots els homes podien arribar naturalment a Déu només que els crits i els assassinats cessessin i que s'escoltés la veu de la raó. La raó reforçava la fe. El millor aliat de la teologia era la filosofia natural»].

feien en nom dels seus propis *Principia*: «When Napoleon Bonaparte asked Laplace where God was in *System du monde*, Laplace is reported to have answered: ‘Sir, I have no need of that hypothesis’»^p. Newton no els considerava «dels seus», i era amb aquests amb qui polemitzava sovint, àdhuc fins a l’esgotament. Des dels ulls de Newton, només eren «newtonians» els que romanien a l’interior del seu grup proper, el seu grup d’acòlits i deixebles, els qui, d’una manera o d’una altra, subordinaven els continguts dels *Principia* als pressupòsits teològics i que, de forma quasi homogènia, van construir el bloc astroteològic. Només entre aquests Newton es trobava còmode. De manera que, insistim-hi, el llegat vertader de les innovacions que suposaven els *Principia* era per a Newton el que prenia la sendera cap a la lectura astroteològica i així, de forma paradoxal, Newton va haver de lluitar envers qui, efectivament, va fer una exegesi realment modernitzadora de la seva tasca –i que, a llarg termini, hauria de dur a les tesis materialistes. S’entén aleshores perfectament que Manuel confirmi que «his scientific discoveries and what Newtonians made of them, not his own religious utterances, helped to transform the religious outlook of the West –and in a way that would have mortified him»^q. Manuel, genèricament, vol entendre ara i aquí per «newtonians» els del primer grup, i no pas la capelleta que envoltava Newton.

La nostra obra no només ha pretès mostrar detalladament la sendera que Sir Isaac va emprendre cap a l’astroteologia. Amb tota humilitat, una tasca així ja hauria estat valuosa per si mateixa; tanmateix hauria quedat incompleta si no haguéssim pres la decisió d’esbrinar quina concepció de la Divinitat s’amagava latent al darrera d’aquesta perspectiva. Això equival a respondre’ns quina concepció de Déu avalava Newton mateix, atès que els seus adlàters «newtonians» van procurar acomodar-s’hi en la mesura del possible. Suposem que no deuria ser una tasca fàcil per a ells, perquè Newton sempre va córrer un vel misteriós sobre quina era, vertaderament, aquesta concepció. Recordem, com se sap prou bé, que «Newton’s own personal and private religious correspondence and unpublished or posthumously published religious writings have a very different thrust from his public religious pronouncements. Finally, the relationship of Newton’s natural philosophy and religion to his serious alchemical concerns, to the mechanical philosophy of Boyle and Charleton, and to the antimaterialist philosophy of his Cambridge platonist teachers was also extremely complex»^r. Així és: la visió de Déu que mostren els seus papers privats mostren un arcaisme lligat a les Escriptures que no es troba a les seves manifestacions públiques, adaptades a l’anglicanisme del seu context històric. La pregunta sobre quina era la vertadera concepció de Déu a la ment de Newton ha planat vacil·lant al llarg de la història de la ciència i de l’hermenèutica teològica. Sembla universalment acceptat –almenys en el camp de l’erudició, fora de manifestacions simplistes i de volada poc rigorosa- que Newton no pot ser encabit dins del bressol del deisme: la seva lluita i la

^p R. G. OLSON, *Science and Religion, 1450-1900*, p. 125, Paperback, 2006. [«Quan Napoléon Bonaparte va preguntar Laplace on residia Déu al *Sistema del món*, sembla que va respondre: ‘Senyor, no tinc necessitat d’aquesta hipòtesi’»].

^q F. E. MANUEL, *The religion of Isaac Newton*, p. 4, Oxford Clarendon Press, 1974. [«Els seus propis descobriments científics i el que el newtonians en van fer –i no pas les seves manifestacions religioses- fou el que va ajudar a transformar el panorama religiós d’Occident –i d’una manera que a ell l’hauria mortificat»].

^r R. G. OLSON, *Science and Religion, 1450-1900*, p. 111, Paperback, 2006. [«La pròpia correspondència religiosa personal i privada de Newton i els seus escrits religiosos no publicats o publicats després de la seva mort tenen una empenta molt diferent dels seus pronunciaments religiosos en públic. A més, la relació de la filosofia natural i la religió de Newton amb els seus seriosos afers d’alquímia, amb la filosofia mecànica de Boyle i amb la filosofia antimaterialista dels professors platònics de Cambridge, va ser també extremadament complexa»].

dels seus deixebles va anar sempre públicament a l'atac d'aquests «nous heretges». En aquest sentit, i sovint recolzant-se en els seus escrits privats, hom ha reaccionat tot creient veure en Newton un teista més o menys convençut, malgrat algunes de les seves desviacions doctrinals. Tanmateix, tot i que disposats a no forçar lectures que poguessin tenir elements de gratuïtat, estàvem també convençuts que, sempre sense allunyar-nos de les seves paraules escrites, podríem humilment desencallar l'atzucac que ha conformat des de sempre aquesta qüestió. Sabíem, a la bestreta, que no només l'activitat investigadora en aquest camp seria complexa, sinó que sospitàvem que també ho seria el seu resultat. En tot cas, en aquestes planes, el lector podrà veure quina n'és la resolució. L'eufòria de qui duu a terme una tasca d'aquesta mena li pot fer dir que ha resolt finalment l'enigma que el marejava. No podem ni hem de ser tan agosarats; no obstant això –i sabent que el format de qui escriu no permet un diàleg fluid amb qui podria obrir-nos noves perspectives i posar sobre la taula una abundant munió d'aportacions-, ens plau tenir el convenciment personal que la tasca que hem dut a terme ha de ser, per força, enriquidora.

Aquestes dues qüestions –el viatge de Newton cap a un model astroteològic i la seva genuïna concepció de Déu- han estat el nord de tots els nostres objectius. Si, no obstant això, se'ns preguntés per l'embrió d'aquestes motivacions i no hi hagués cap altra intenció per part nostra que una vertadera sinceritat, hauríem de confessar que la idea més primigènia i ancestral que s'amaga rere aquest estudi és, si més no, prou quimèrica: conscients de la seva rellevància històrica, ens vam preguntar a l'inici, i no sense certa dosi de candidesa i escepticisme, si la formulació matemàtica de la llei de gravitació universal hauria produït, en el seu context temporal, alguna mena d'efecte revulsiu en les coetànies concepcions teològiques. Aquesta fou la més primitiva de les imatges, de manera molt despullada: una fórmula, un símbol d'implicació i un altre d'interrogació rere les paraules «Déu» i «teologia». Aquest minimalisme –acceptem-ho, amb tota seguretat excessivament reduccionista- se'ns presenta com expressió d'un interès nostre molt recurrent des de fa temps –que sovint ens sembla com una mena de resort incontrolable- per l'impacte que històricament hagin pogut tenir els descobriments científics –i la seva extensió tecnològica- sobre el paradigma teològic imperant que coincidia en llur temps. Sempre ens fem ressò, àdhuc inconscientment, de les paraules de Barbour: «What is the place of religion in an age of science? How can one believe in God today? What view of God is consistent with the scientific understanding of the world? In what ways should our ideas about human nature be affected by the findings of contemporary science? How can the search for meaning and purpose in life be fulfilled in the kind of world disclosed by science?»^s. L'interès de la relació entre ciència i religió sempre ha estat viu en nosaltres; perquè, seguint encara a Barbour, «many historical accounts have portrayed the 'warfare' of science and religion. But this metaphor suggests two armies arrayed against each other and neglects the great diversity of responses and the debates within both the scientific and religious communities. Equally dubious are the accounts that assume a basic harmony between science and religion, claiming that any conflicts were merely the product of misunderstandings on one side or the other. The historical evidence is more diverse than either of these accounts, and therefore more illuminating with

^s I. G. BARBOUR, *Religion and Science. Historical and Contemporary Issues*, p. 5, Harper Collins Publishers, 1997. [«Quin lloc li correspon a la religió en una era dominada per la ciència? És possible creure avui en Déu? Quina imatge de Déu és compatible amb la concepció científica del món? De quina forma afecten els descobriments de la ciència contemporània a les nostres idees sobre la naturalesa humana? Per quins camins pot dur-se a terme la recerca del sentit i de la finalitat de la vida en un món com el que ens revela la ciència?»].

respect to current issues»^t. A la fi, doncs, d'aquell embrió de mínims –i passant per una complexa xarxa de relacions, per una acurada feina d'investigació i per una noble gestió de la informació- n'ha sortit l'obra que el lector té a les mans.

2. Sinopsi. D'entrada, algunes indicacions generals a nivell merament formal: seguint l'esperit del títol de l'obra, pot dir-se que el text es construeix en dues parts que no són explícites. En la primera –que abastaria els cinc primers capítols- hem posat el focus sobre el relat del que fou la gènesi gradual de l'eclosió de la llei de gravitació universal. L'interès ha recaigut, en aquesta primera part, exclusivament en certs aspectes tècnics que havien de donar fe de tot el procediment que va dur Isaac Newton de la confusa inòpia fins a la precisa i definitiva presentació de la llei de la gravitació als seus *Principia*. Com ja havíem advertit, tanmateix, no teníem per fita dur a escena extensament tota l'herència rebuda per Newton ni acabar, comptat i debatut, en una història de la ciència, diguem-ne, prenewtoniana. Malgrat no haver-ne obviat alguns aspectes fonamentals, la intenció sempre ha estat centrar-nos més aviat en aquella trajectòria mental de Newton que, poc a poc, va anar donant forma a la definitiva llei de gravitació. No direm que aquests cinc capítols hagin de tenir cap mena de caràcter introductor als cinc següents –com es dedueix de la seva pròpia extensió; però sí és cert que, atès que l'obra sencera s'ha de poder entendre com una monografia al voltant de la llei de gravitació universal i les seves conseqüències, una detallada descripció de la seva evolució creativa no era defugible. Una implícita segona part –que resultaria ser dels cinc capítols restants i que tindria un pes més específic en el sentit que deriva cap als objectius que havien estat marcats- ens duu a una acurada anàlisi de les conseqüències teològiques que varen nàixer i créixer de la comprensió quantitativa de la llei de gravitació universal. En tot moment hi hem procurat fer palesa la relació inevitable entre les apories que emanaven de la voràgine científica i les exigències teològiques i cosmològiques de l'època. La resposta teològica a les apories de la ciència no s'apareix, com podrà veure's, com un discurs vingut de fora que pretén taponar aquestes fuites, sinó que és l'efecte d'una llavor que naix en el seu propi interior, de manera progressiva. I, d'aquesta manera, podrà ser mostrat que moltes de les visions religioses específiques i conjunturals que hauran de sorgir a principis del segle il·lustrat tindran el seu origen en la misteriosa disposició en què quedarà el corpus científic. En particular, apareixeran ben establerts a partir de la revolució científica newtoniana no només la percepció de l'univers astroteològic, sinó també el camí que va portar-hi. Cal afegir que cadascun dels capítols està introduït per un extracte sinòptic que precisa llurs continguts. A més, per tal de millorar la gestió de la informació, cadascun d'ells els hem disposat en apartats temàtics que articulen, tots ells plegats, una unitat homogènia.

El primer capítol, a mode de preludi, és l'únic que pretén dibuixar quina va ser l'evolució del concepte de força centrípeta fins a l'adveniment de les idees de Newton. Aquesta exclusivitat que pren la força centrípeta en el capítol es deu a què és en la seva comprensió en què, finalment, s'insereix la qüestió de la força de la gravitació. L'objectiu és esquematitzar com s'havia comprès fins aleshores el problema de la

^t *Ibidem.*, p. 9. [«Molts treballs històrics han narrat la 'guerra' entre la ciència i la religió. Però aquesta metàfora suggereix la imatge de dos exèrcits situats l'un davant de l'altre i oblida la gran diversitat de respostes i els debats que van existir dins tant de la comunitat científica com de la religiosa. Igualment sospitoses són les presentacions que donen per suposada una harmonia fonamental entre la ciència i la religió i que afirmen que els conflictes haguts només van deure's als malentesos d'una i altra part. Les dades històriques són molt més heterogènies del que suposen aquestes dues versions i, per tant, també més clarificadores de cara als interrogants actuals»].

caiguda dels cossos. En aquest context, cal comprendre també quin va ser el sentit de la introducció teòrica del concepte de força centrífuga –que poden anomenar, a la fi, una pseudoforça. En un principi, aquests conceptes designaven només els fenòmens de caiguda que s’observen a nivell terrestre, però en algun moment del tot rellevant van ser traslladats i aplicats al moviment celeste dels planetes. En aquest sentit, hem fet una ullada al context històric que no contemplava encara les dinàmiques celestes, i això suposava un viatge obligat al que des d’Aristòtil s’entenia com a moviment no forçat –sense intervenció de força- o moviment natural dels cossos planetaris. Tot i l’adveniment de la concepció heliocèntrica, no es va alterar inicialment aquesta mena de pressupòsit, i podem veure com Copèrnic mateix va seguir mantenint la idea dels moviments circulars naturals; fins i tot Galileu, malgrat les seves aportacions en matèria de dinàmica terrestre en termes de forces centrífugues i centrípètes, va ser incapaç d’aplicar-les als models planetaris. La manca de relació entre els moviments dels planetes i la presència del Sol va veure la seva fi amb el pensament de Kepler: per primera vegada, s’intueix que aquests moviments tenien el seu origen en el Sol, vist com a «fons motus», de manera que Kepler introduirà la noció d’«anima motrix» com a força emanada del Sol i causa dels moviments planetaris observats. També era obligada l’exposició del pensament cartesià, començant per la pròpia llei d’inèrcia fins als principis de la seva teoria de vòrtexs. Concloem el capítol amb la resolució tècnica i matemàtica de la força centrípeta.

No només l’herència al voltant de la força centrípeta va ser determinant per a l’eclosió de la llei gravitatòria de Newton: també van ser fonamentals les famoses lleis de Kepler. A l’anàlisi d’aquestes lleis, com podrà veure el lector, dediquem el segon dels capítols. L’obligada referència i anàlisi d’aquestes lleis, nogensmenys, tan sols representa una petita part de les qüestions que s’hi tracten: efectivament, degut a què no van ser acceptades inicialment de manera unànime, ens hem permès endinsar-nos en les alternatives de Cassini, Bullialdus o Wing i, fins i tot, referir-nos també a altres matisacions rellevants. En tot cas, l’objectiu que s’assoleix es posar sobre la taula el fet que les lleis de Kepler van ser capaces, a mitjà termini, d’estructurar d’una manera realment inaugural un ordre en el sistema que superava els límits terrestres que mai abans havia pogut arribar a formalitzar-se. Un interès particular hem tingut, sobretot, en fer notar quin és l’estatus vertader de les lleis de Kepler dins de la pròpia lògica dels descobriments científics; hem dissenyat una nova terminologia que ha de dur a una jerarquia de «nivells de concreció laminar»: les tres lleis de Kepler no poden ser enteses sinó com a teories EPI –estructures primàries idealitzades- que no poden descriure a un nivell plenament físic les regularitats dels cossos planetaris, en la mesura que no tenen en compte la massa d’aquests objectes orbitals. És en aquest sentit que la incorporació de la massa al sistema que durà a terme Newton oferirà la possibilitat de pujar un esglaió causal en els «nivells de concreció laminar», i podrà parlar-se aleshores d’una teoria RFS –representació d’un sistema físic. Aquesta munió de reflexions hauran de fer veure el lector, d’una banda, que les lleis de Kepler només venen a ser una quimera matemàtica; i de l’altra, que la comprensió definitiva dels fenòmens físics, atès que hauria de menester d’una sèrie finita de nivells causals, és, en realitat, poc probable. És per això que culminem el segon capítol apel·lant a una possible circularitat causal dels fenòmens físics o a una «infinita successió» de nivells explicatius, abocant-nos a qüestions que s’insereixen en una filosofia de la ciència.

Una vegada tractats els aspectes essencials que preparen el camí a la possibilitat d’un descobriment tan espectacular com el de la llei de gravitació universal –és a dir, el problema de la força centrípeta i l’harmonia de les lleis de Kepler-, el capítol tercer pren una nova orientació: ens apropem, ara sí, a la figura de Newton i al seu temps.

No trobarà el lector, emperò, una biografia habitual del geni ni tampoc un intent de copsar el clima intel·lectual del seu temps. L'interès que ens ha mogut a aquestes alçades és el d'encetar un viatge detallat del procés intel·lectual que va patir Newton en direcció a la seva fita: la formulació de la llei de gravitació universal. El capítol podrà mostrar com en els ambients acadèmics de Londres es tenia la sospita que la força centrípeta dels planetes cap al Sol era indirectament proporcional al quadrat de la distància que els separava. La llei de l'invers del quadrat de la distància ($1/R^2$) es podia derivar de la simbiosi de les lleis de Kepler i de la llei de la força centrífuga. El capítol mostra, doncs, el recorregut intel·lectual d'aquesta llei en el seu context i quines van ser les inferències en favor de la seva paternitat. No obstant això, es discutia quin era realment el significat d'aquesta llei de l'invers del quadrat de la distància, atès que les lleis de Kepler –que eren premissa de la deducció– eren unes lleis que no es derivaven pas de la dinàmica terrestre, sinó que eren, simplement, uns constructes matemàtics que donaven fe, més o menys, dels moviments dels planetes al voltant del Sol. Al 1684, Halley, Wren i Hooke fan la juguesca de desafiar-se a ser capaços de deduir totes les lleis de Kepler a partir dels coneixements de dinàmica terrestre, fita que significaria al capdavant que aquestes lleis deixessin de ser només uns constructes matemàtics per passar a ser demostrades com a principis de la física i, d'aquesta manera, unificar la dinàmica terrestre amb la celeste. Ningú va ser capaç de dur a terme aquesta tasca.

Tot va canviar quan Halley va viatjar a Cambridge per presentar el problema a Newton. Inquirint si seria capaç de deduir totes les lleis de Kepler a partir de les lleis de la dinàmica terrestre, Newton va respondre que, de fet, ja ho havia aconseguit –i de manera totalment independent a la juguesca de Hooke, Wren i Halley. El nostre capítol quart esbossa tots els esdeveniments que configuren aquest èxit de Newton i la sorpresa associada de Halley. El capítol es torna vertaderament més tècnic i feixuc a partir del moment que, a petició de Halley, Newton tramet a la Royal Society un document –sota el títol de *De motu corporum in gyrum*– on es demostra la deducció de les lleis de Kepler a partir dels principis de la dinàmica terrestre. Atès que aquest document és un esborrany molt primerenc i minimalista del que després haurien de ser els extensos *Principia Mathematica* de 1687, ens endinsem en l'acurada anàlisi dels seus continguts, fet que durà el lector a un deversall de consideracions en l'àmbit de la geometria que haurà de pair amb paciència i rigor, però que li aportarà al mateix temps una vertadera comprensió del desencadenament d'aquesta fita fonamental. Al llarg del capítol no només ens endinsem en els continguts del *De motu corporum in gyrum* que Newton va aportar a la Royal Society, sinó que els comparem amb els continguts d'altres documents similars que Isaac Newton va redactar paral·lelament mentre hi treballava i que han sobreviscut fins als nostres dies.

La implícitament suposada primera part es clou amb el capítol cinquè. El procés de maduració que va viure la ment de Newton pel que fa al problema gravitatori arriba al seu resplendor amb la publicació dels *Principia mathematica philosophiae naturalis* (1687). El petit opuscle en extensió que va ser el *De motu corporum in gyrum* –malgrat haver estat una petició de Halley a una pregunta concreta– va acabar encetant, en realitat, tot un gegantí ventall inexplorat de qüestions que sir Isaac Newton es va veure en cor de desenvolupar durant un període de gairebé tres anys. Dues eren les consideracions que el *De Motu* no havia tractat en absolut i que ara se li apareixien al geni: d'una banda, la comprensió que tots els planetes s'atrauen entre si seguint unes atraccions mútues –i deixant així enrere el model d'atraccions només entre dos cossos; i, de l'altra la «davallada» al món real de la física que significaria introduir el concepte de massa inserit en el marc de la teoria gravitatòria –deixant

enrere així l'esquema d'un model d'atraccions merament matemàtic on els cossos només podien ser dissenyats com a punts matemàtics sense massa. A Newton, tot un seguit de noves situacions en què la força gravitatòria havia d'actuar «de facto» en la naturalesa, se li presentaven ara com gairebé innumerables; no obstant això, podria preveure's un model universal d'atraccions pluricentrípetes que pogués ser aplicat a qualsevol situació concreta de finites atraccions –entenent que un model d'infinites atraccions estava més enllà de les possibilitats humanes. El capítol analitzarà els diferents estrats bàsics de models d'atracció i, alhora, no només quina serà l'evolució del concepte de «massa» en el cap de Newton, sinó també aquelles conseqüències conceptuals i matemàtiques, qualitatives i quantitatives, que tindrà en la seva aplicació en el món dels fenòmens vertaderament «físics». Aquestes tasques seran els pilars que suportaran tot l'edifici que van significar els *Principia mathematica*. Clourem llavors el capítol –a mena d'homenatge i amb tot l'esperit de conquesta-visualitzant tot el procés efectiu de la publicació de la gran obra.

Tota aquesta anàlisi precisa de l'evolució teòrica del «des-cobriment» de la llei de gravitació universal per part de Newton –i sense oblidar la intenció «holística» de la nostra obra respecte al que li ateny- ens hauria de proveir dels estris necessaris per a poder afrontar el sentit genèric que recorre tota la segona meitat de l'obra. Una segona meitat que poc a poc s'allunya de la vessant pròpiament científica –i la seva aparença matemàtica en la mesura que expressava problemes físics- i s'endinsa en el tractament de qüestions teològiques que ens haurien de permetre definir amb claredat tota la cosmovisió newtoniana. Una de les fites proposades inicialment era posar llum, precisament, al fet que el nou estrat científic que sorgia de la confirmació de la llei de gravitació universal duia inexorablement a un ventall ultra de qüestions que només semblaven poder ser respostes des de l'espectre teològic. I per tant, atès l'esgotament que semblava mostrar la revolució newtoniana –com si hom hagués topat amb els límits del que era explicable des de la mirada científica-, les noves transformacions que hauria de patir l'estatus religiós establert no haurien estat possibles sense l'últim dels avenços científics. Ciència i religió, una vegada més, establiren una relació concatenada de causa i efecte, de lligams seductors en les seves pròpies limitacions, una relació de joc de frontisses.

Pot semblar, però, que el capítol sisè s'enceti, respecte a aquesta volguda relació de frontissa, d'una manera massa abrupta. Tanmateix, ni que fos a mode d'interludi doctrinal i a efectes d'una posterior claredat expositiva, calia fer un exercici sincer de contextualització i enllumenar no només quin era l'estat religiós nuclear de la Gran Bretanya anglicana sinó també de l'ànima religiosa del propi Newton. La religiositat de Newton ha estat, alguns cops poc afortunats, excessivament menystinguda, i hom hauria d'assumir que Newton va ser fonamentalment un home religiós fins i tot abans que científic. El capítol sisè ens haurà de mostrar no només les lectures habituals d'un Newton molt arrelat a les Sagrades Escriptures i bèl·lic i rebel enfront algunes adaptacions conciliars usuals –com ara el seu conegut antitrinitarisme- sinó també aspectes que queden més ocults a la tradició hermenèutica –com ara la seva opaca inclinació judaïtzant. Serà també molt rellevant el fet de mostrar que rere aqueixa concepció newtoniana –diguem-ne «feudalitzant»- d'un Déu que és «dominus» i que és «amo», creditor d'obediència i submissió i que no traspua especialment gairebé cap mena d'amor cap als seus súbdits, s'hi amaga també la convicció que no només la fe que es deriva de la revelació de les Sagrades Escriptures és suficient per entendre la seva pròpia essència sobrenatural: és obligació de l'ésser humà desxifrar els misteris que regeixen la seva obra, la naturalesa universal, per a possibilitar la comprensió de la infinita «virtus» divina. Perquè la naturalesa, amb totes les seves lleis i cadascun

dels maons que la conformen, és «l'altra» seva revelació, no escrita ni inspirada, però posada davant dels nostres ulls, reclamant la nostra atenció. De manera que la tasca científica no és altra praxi sinó una subordinació a la necessitat primària humana –o última- del coneixement de tot l'ésser diví; o en altres paraules: que no és, de fet, el nord de la ciència l'esperança del progrés ni l'adveniment de benestar, sinó, en la seva essència, el més gran estri per al coneixement de Déu. Com bé expressa Baudelaire al nostre encapçalament: «La nature est un temple où de vivants piliers laissent parfois sortir de confuses paroles».

Malgrat tot, quina fos la naturalesa de la gravetat –ara entesa com extensible universalment- va tenir implicacions teològiques i va alterar les concepcions presents sobre la divinitat que constituïen tot l'espai religiós. El lector podrà administrar ben al llarg de capítol setè el problema que amagava la naturalesa de la gravetat: al cap i a la fi, el descobriment de la regularitat universal de la gravitació només expressava un fenomen, un «factum», que aportava dades quantitatives de la mesura de l'atracció, però no podia explicar la causa qualitativa que els cossos s'atraguessin mútuament. La resposta a aquest enigma podien ser múltiples, moltes d'elles inscrites en l'àmbit del propi funcionament dels fenòmens físics: algunes, recelant que pogués haver-hi cap mena d'influència a distància, optaven per solucions mecanicistes de «contacte» que no tenien cabuda en la visió newtoniana; altres, mirant de no contradir els pressupòsits del newtonianisme que acceptava la possibilitat de les influències a distància, queien en la temptació de revitalitzar nocions que poc distaven de les dels estadis prerevolucionaris que havien suposat alguna mena de força «insita» en la pròpia matèria; altres, més agosarades, entenien que les resolucions sobre el paper de l'atracció gravitatòria només eren una mirada matemàtica que, en realitat, no podia expressar cap mena de relació causal en el món experimentat. El propi Isaac Newton, realment confós, va viure un constant anar i venir entre tot aquest ventall. Tanmateix, les apories i dificultats a què duïen totes aquestes opcions van semblar exigir que la raó només podia tenir en compte una participació efectiva de Déu sobre l'univers, de manera que el fenomen gravitatori, per la seva singular existència, tan sols podria donar-se en acte si Déu intervenia en alguna mena d'acció provident. Si aquesta acció s'havia d'entendre com una providència inicial que l'omnipotència de Déu efectuava en el moment de la Creació o si, d'altra banda, Déu s'immiscia sobre el cosmos en un acte de providència continuada i miraculosa a cada instant deguda la seva infinita saviesa, era quelcom que va dur a apassionades disputes teològiques. Podrem enfocar bé aquests terratrèmols teològics si analitzem algunes disputes ben conegudes, com ara la correspondència entre Newton i Bentley o, sobretot, la dura batalla que van protagonitzar Leibniz i Clarke, un dels acòlits principals del newtonianisme. Eren aquestes les conseqüències del desordre còsmic que la llei de gravitació va introduir en els paradigmes oficials que estaven ben assentats.

Hagudes aquestes qüestions, el capítol vuitè haurà d'atènyer el trasbalsament que va patir el propi Newton en qüestions religioses degut als desplaçaments que la seva pròpia llei de gravitació universal havia introduït en el marc teològic. La mar de manifestacions teològiques anotades per Newton abans del descobriment de la llei de gravitació provoquen estranyesa si les comparem amb les seves manifestacions –i les dels seus adlàters- que en foren posteriors. Aquest entramat bastant caòtic de visions teològiques i cosmològiques que va sotmetre Newton ha dificultat enormement poder discernir quina concepció va triomfar en l'esperit del geni –si és que, de fet, n'hi va triomfar alguna de forma més o menys homogènia. No és pas fals que la revolució newtoniana va finançar un considerable augment de les concepcions deistes arreu d'Europa: l'opció d'un Déu caut i previngut que, com a geòmetra perfecte, dissenya a

priori el funcionament maquinal de l'univers semblava respectar tant el seu complex esdevenir com també l'omnipotència divina. Nogensmenys, és necessari investigar si Newton mateix va ser deista en algun moment, com molts han pretès sense esmerçar-s'hi massa, tot ignorant, qui sap si a propòsit, les seves creences prerevolucionàries. Cal, potser, provar de veure si, senzillament, se'n va tornar. Però no podem negar que tot sembla indicar, si hom s'hi endinsa, que Newton va tenir dificultats per moure's de les concepcions teistes tradicionals, malgrat la gran quantitat de titubeigs i altres flirteigs, més o menys innocents, que va gosar dur a terme. El que és, d'altra banda, fascinant i enriquidor és veure que tampoc se'l pot exculpar d'haver visitat –i potser no pas de manera tan fugaç– alguns territoris immanentistes que el van apropar a alguna mena de panteisme encobert. La dilucidació, doncs, de què fou Newton en realitat envaeix tot el capítol, i no cal dir que –a part de constituir-se com un dels més fonamentals propòsits d'aquesta obra– ha suposat un plaer per a l'autor posar sobre la taula tot el deversall de dades que hi remetien; deversall de dades que, com veurà el lector, ens ha dut a uns resultats minuciosos que considerem ben fructífers.

El cert és, però, que tot l'ambient newtonià més proper al mestre va lluitar de manera ferotge contra qualsevulla lectura deista dels *Principia*, i Newton va avalar sempre aquesta creuada. El capítol novè ha de mostrar com el «cercle newtonià» va oposar-se a tota lectura deista oferint a canvi la tesi de la necessitat d'un Déu que fos realment provident; no només provident en tant que geòmetra i dissenyador perfecte en una acció prèvia a la creació –entesa com una acció de «providència general»–, sinó també provident en tant que «ajustador» eventual mitjançant participacions reguladores una vegada ja conformada la Creació mateixa –és a dir, el que anomenem sovint com una «providència extraordinària», o el que al cap i a la fi és el mateix, accions miraculoses. La defensa d'aquesta «providència extraordinària» va dur al «cercle newtonià» a fer una lectura de les Sagrades Escripures al més literal possible –i clarament regressiva en termes d'interpretació: atès que la paraula revelada no podia ser una mera al·legoria ni tampoc una falsedat, el «cercle newtonià» va llegir els textos veterotestamentaris de la Creació des d'una perspectiva que concordés amb els pressupòsits de la física que emanava dels *Principia*. Aquesta actitud –sobre la que no podem deixar d'insistir que Newton hi va donar el seu vist-i-plau– va acabar convertint-se en un corpus doctrinal que definim com «astroteologia». El capítol novè, per exemple, analitza com els astroteòlegs newtonians –i centrant-nos molt especialment en la figura de William Whiston– van ser capaços de modelar una teoria mecànica de la formació de la Terra que no contravingués en cap punt el relat mosaic. És en aquesta cruïlla on Newton i els seus acòlits trenquen amb la pròpia lògica de la ciència i s'allunyen del «fil de la ciència».

L'exclusivitat donada a la formació de la Terra des de la mirada astroteològica queda enrere amb l'exposició de l'últim dels nostres capítols, el desè. Perquè aquella mirada astroteològica sobre la formació de la Terra només és l'inici d'una mirada astroteològica que, inexorablement, superarà l'àmbit del sistema solar que ens és familiar i acabarà fixant-se en l'estructura última que mostra l'univers. En aquest sentit, tota la problemàtica que es deduïa dels *Principia* se centrava en el fet que, si vertaderament la llei de gravitació era universal, l'univers sencer hauria d'haver entrat en un col·lapse gravitatori cap a un suposat centre de totes les forces atractives; un col·lapse que, evidentment, no observem pas empíricament. De manera que se'n deduïa que o bé hi havia alguna causa que compensava en direcció contrària el vector gravitatori del col·lapse, o bé, senzillament, les conseqüències lògiques que brollaven dels *Principia* eren errònies –fet que, naturalment, implicava que els *Principia* en la seva totalitat eren una errònia lectura del món físic: és a dir, incorrectes. No quedava

alternativa, als ulls del «cercle newtonià», que, per garantir la veracitat de l'obra de Newton, buscar en la «providència extraordinària» de Déu la causa de la força que compensava el vector gravitatori del col·lapse. El capítol desè se centra en les tesis astroteològiques de Whiston i Thomas Wright. El punt àlgid al que hauran d'arribar aquestes tesis astroteològiques serà sorprenent: la recerca de Déu com a present en el propi univers, i no pas en un sentit figurat o espiritual, sinó com a subjecte personal actiu situat en el centre de gravitació universal tot actualitzant la seva «providència extraordinària» no pas des de «fora» de la física, sinó des del seu «dins» mateix, i sent font d'una força física contrària al vector gravitatori del col·lapse. El capítol, doncs, ens deixarà visualitzar bé com, des de l'astroteologia, l'univers no és sostenible sense la participació de Déu en el seu propi interior.

La nostra obra, doncs, conclou que el vertader Newton i els seus gladiadors, emparats sempre en la veracitat dels *Principia*, no van oferir sinó una interpretació absolutament teològica del seu text. El vertader Newton sempre va establir que la lectura astroteològica era la única que podia derivar-se de les veritats dels *Principia*, i que el que realment implicava la seva obra era la irrefutable presència de Déu en el univers físic. Certament, l'obra de Newton va enfortir definitivament el camí autònom de la ciència; però la nostra obra conclou que, des de la seva perspectiva, el camí de la ciència havia de ser un altre –l'astroteològic. Perquè el camí autònom que la ciència va prendre a partir dels seus *Principia* és un camí que fou indesitjat per ell mateix. La nostra obra conclou, doncs –com podrà veure's- que és una lectura errònia pensar que Newton fou conscient del camí autònom que la ciència, tal com l'entendem des dels nostres pressupòsits actuals, havia de prendre, i molt decisivament.

3. Agraïments. Abans d'iniciar el nostre recorregut voldríem donar les gràcies a tots aquells que han contribuït a fer possible aquesta tesi. En primer lloc, agraïm a la Facultat de Filosofia de la Universitat de Barcelona el seu suport i confiança durant tots aquests anys; sobretot, al Dr. Josep Maria Bech, director d'aquesta tesi, la seva dedicació i bons consells; també al Dr. Gonçal Mayos, tutor d'aquesta tesi, l'ajuda del qual mai ens ha mancat; també a la Dra. Margarita Boladeras, que sempre ha sabut informar-nos atentament; a la Imma Murcia, membre del personal administratiu de la Secretaria de la Facultat de Filosofia de la Universitat de Barcelona per la seva continuada amabilitat, la seva diligència i el seu bon fer. Fem també extensiu aquest agraïment a tots els professors que des dels nostres inicis ens han transmès l'amor pel coneixement i el rigor en la investigació. No ens volem oblidar dels bons amics amb els quals hem mantingut converses filosòfiques i científiques sempre interessants i que, de ben segur, el seu esperit voleteja entre aquest escrit: el Dr. Guillem Turró, el Dr. Marc Pepiol, el Dr. Francesc Torralba. Un agraïment també per l'Oriol Olivé, director de l'Escola de Batxillerats de la Institució Cultural del CIC, que ens ha animat i recolzat en tot moment; i per la Dra. Rosa Cerarols, per la seva amistat i ajut.

Aquesta tesi està dedicada molt especialment a la meva mare, na Rosa Salud, al meu pare, en Josep Sauquet, i a la meva germana Elisabet. I també de manera força especial a la Berta Fontseré, amor sempre present mentre escrivia aquestes planes; també al Carles Figuerola, al Xavier Bordes, a l'Andreu Monclús i a la Saida Gener; a tots us agraeixo la vostra estima incondicional, la vostra paciència i els vostres ànims en moments difícils: sense vosaltres aquesta tesi no hauria estat possible.

GÈNESI I CONSEQÜÈNCIES TEOLÒGIQUES DE LA REVOLUCIÓ NEWTONIANA

Capítol 1

UN PRELUDI: FORCES CENTRÍFUGUES I CENTRÍPETES

La revisió de les concepcions sobre l'estructura de l'univers anteriors a l'obra de Newton es fa imprescindible a l'hora d'entendre el context en què va donar-se la seva revolució. La diferència entre mecàniques terrestres i mecàniques celestes, així com la introducció d'explicacions que, d'una o altra manera, apel·len a forces de caràcter centrífug, van ser elements imprecisos, però alhora primordials, per a generar el canvi d'orientació que va proporcionar la moderna física newtoniana.

§ 1.1 *Vis centrifuga i vis centripeta*

Tot i no ser massa habitual, cal que comencem amb una advertència: a certa distància, quan hom efectua una anàlisi del salt paradigmàtic que va significar la revolució newtoniana –entesa ara en tota la seva generalitat–, es pren sovint l'actitud de prioritzar en excés el paper determinant que van jugar les conegudes lleis de Kepler en la posterior deducció matemàtica de la formulació de tot el *corpus* teòric de la llei de la gravitació universal. És usual haver après que la llei de la gravitació de Newton va florir a partir de l'estri matemàtic i conceptual que havien aportat les lleis de Kepler. No és pas falsa aquesta afirmació; de fet, aquest paper, cal dir-ho, és bàsic, fonamental, en fou de veres una condició indispensable. Tanmateix, ens aboquem a la parcialitat, a una lectura significativament esquerdada, si l'esmentada prioritat ha de provocar l'arraconament, fins i tot potser l'oblit, de la imprescindible consideració de l'evolució que van patir els conceptes de «força centrífuga» i de «força centrípeta». El naixement científic d'aquests dos termes va engendrar, justament en la mateixa mesura que ho van fer les lleis de Kepler, l'embrió de tota la cosmologia que ha de nàixer a finals del segle XVII. Hi ha qui, a mode de queixa i potser d'una manera exagerada degut a aquest possible arraconament, no s'ha estat pas d'afirmar amb una contundència prou evident que «algunos autores tratan de justificar en parte la elaboración newtoniana mostrando la estrecha relación que objetivamente existe entre la tercera ley de Kepler y la ley de gravitación. [...] Sin embargo, nadie, que yo sepa, destaca el papel de la fuerza centrípeta como elemento dinamizador de la síntesis newtoniana»¹.

Aquest èmfasi tradicional sobre les lleis de Kepler –i en particular sobre la tercera– per damunt de les nocions de les forces centrífuga i centrípeta, és ben comprensible. Poden identificar-se diversos factors: en primer lloc, des de la seva primerenca formulació a principis del segle dissetè, les lleis de Kepler sempre van poder ser expressades de forma matemàtica, la qual cosa els donava una precisió quantitativa poc usual a l'època que podia ser contrastada amb l'observació empírica;

¹ JAIME K. GÓMEZ, *El papel de la fuerza centrípeta en la síntesis newtoniana*, p. 249-264, Revista Mexicana de Física, 34, n. 2, 1988.

per contra, la matematització de la força centrípeta va haver d'esperar fins al final del segon terç del segle XVII, de manera que totes les aproximacions que s'hi havien fet amb anterioritat s'amagaven darrera de certa nuvolositat conceptual de caràcter merament qualitatiu. En segon lloc, les lleis de Kepler no semblaven incloure cap fenomen de física a nivell terrestre –com passava amb la idea d'una força centrípeta– sinó una regularitat astronòmica que podia encaixar de ple en la que havia de ser la posterior formulació de la gravitació universal. A més, per últim, el treball de Kepler es veia realment com una fita homogènia i universal en la història de la ciència sense la qual hagués estat difícil avançar, mentre que l'univers semàntic que s'ocultava darrera de la força centrípeta/centrífuga, encara no formulada com a tal, era suficientment polièdric com per a què cadascun dels científics en tingués una concepció pràcticament exclusiva. Són raons psicològiques i històriques suficients com per a poder excusar aquest oblit, però no per a perseverar-hi i per a poder reivindicar amb justícia el paper destacat que va tenir la relativament antiga i confusa concepció de la força centrífuga en la gènesi de la llei de gravitació universal.

A primer cop d'ull, entenem per «força centrífuga» –tal i com, etimològicament, indica la paraula mateixa– alguna mena d'influència que fa que un objecte s'allunyi del centre del sistema sobre el que mantenia un moviment rotacional. D'altra banda, també de manera genèrica, entenem per «força centrípeta» alguna mena d'influència que fa que un objecte tendeixi, de forma inexorable, a dirigir-se radialment cap al centre d'un sistema rotacional. Dit d'aquesta manera, sembla que ambdues forces puguin ser enteses com a dues influències físiques reals i oposades que poden ser experimentades en el món natural. Però aquesta concepció de caràcter polar és una comprensió simplista que no s'ajusta a la realitat:

«Imaginemos ahora una persona en el borde de la plataforma giratoria de un ti vivo que se sujeta también agarrándose a una barra vertical. Gracias a la barra esta persona no sale despedida del ti vivo. Parece como si existiera en este sistema una fuerza que actúa sobre la persona y sobre todos los objetos de la plataforma empujándoles hacia fuera radialmente. Esta pseudofuerza se llama *centrífuga* –“huye del centro”. De nuevo, no existe agente alguno que ejerza esta fuerza ficticia; sólo aparece en los sistemas rotatorios no inerciales. Desde el sistema de referencia de un observador en el suelo, aquella persona se agarra de la barra porque ésta ejerce la fuerza centrípeta necesaria para que la persona se mantenga en trayectoria».²

En el text queden clares, per explícites, dues consideracions fonamentals: en primer lloc, que, estrictament, no existeix cap agent o influència que inoculi a un objecte en estat rotacional aquesta «força centrífuga»; se'n dedueix, en segon lloc, que hom ha de considerar aquesta força com a *fictícia*. Això és així perquè, de fet, el que existeix realment és una força que obliga l'objecte a dirigir-se cap al centre del sistema rotacional desviant-lo de la seva trajectòria inercial a cada instant i, així, trobar la situació d'equilibri que és el moviment circular. En un experiment ideal, si aquesta força centrípeta no existís, l'objecte no es veuria afectat per cap altra mena d'agent que li pogués infondre algun altre tipus de força i, per tant, romandria en el seu estat inercial. Seguint la pròpia terminologia del text, s'ha d'entendre, doncs, la força centrífuga com una *pseudoforça*, en tant que no és l'expressió de l'acció d'algun agent real. De manera que un plantejament de polaritat objectiva entre aquestes dues forces és, a dreta llei, del tot inadequat. En tot cas, si del que es tracta és realment

² PAUL A. TIPLER, *Física para la ciencia y la tecnología*, cap. 5, p. 124, Ed. Reverté, 2003.

d'alguna qüestió de polaritat, més acuradament hauríem de parlar, d'una banda, de l'existència objectiva de la força centrípeta, i de l'altra, del seu propi cessament o de la seva inexistència: «In particular, let us reemphasize that in a nonrotating frame of reference there is no such thing as centrifugal force. The longstanding confusion that leads people to use the term 'centrifugal force' incorrectly has driven at least one author to extreme vexation. In an otherwise sober and quite formal text the author writes: 'There is no answer to these people. Some of them are good citizens. They vote the ticket of the party that is responsible for the prosperity of the country; they belong to the only true church; they subscribe to the Red Cross drive –but they have no place in the Temple of Science; they profane it'»³.

Sigui com sigui, són conceptes que estan presents –d'una manera més o menys encertada o més o menys oculta- al llarg del camí tortuós que s'inicia amb la revolució científica. No és fàcil, ni tampoc és l'objectiu d'aquest estudi, encetar una esmerada investigació per a discernir i destriar amb exactitud la genealogia física i cosmològica d'aquestes nocions –tot i que dedicarem aquest primer capítol a presentar-ne una mirada que pugui ser prou esclaridora. És veritat que l'expressió «força centrífuga» és un terme que encunya per primera vegada Christiaan Huygens a la seva obreta *De vi centrifuga* (1659) tot buscant quina relació podria tenir amb la gravitació terrestre observable; però com a concepte ja funcionava des de feia temps en la psicologia científica de l'època. Newton, als seus primerencs manuscrits de 1666, només encerta a anomenar-la «tendency to recede from a center»⁴, com el propi Huygens havia fet inicialment en uns termes similars. Podem dir que el mateix ocorre amb el que més tard el propi Newton titllaria de «força centrípeta».

Malgrat tot, si bé aquests conceptes ja jugaven molt abans de Newton un paper important en el món de la ciència física, no és menys cert que només el jugaven –com diem que Huygens s'hi referia- en referència a una *dinàmica terrestre*; no era sinó des de feia ben poc que s'hi podia pensar com a termes aplicables i traslladables a una incipient *dinàmica celeste*. Hom entenia per «dinàmica» la branca de la física que estudiava la causa de què els cossos vegin alterats els seus estats físic i cinemàtic en l'espai i en el temps. Aquesta diferenciació entre dinàmica terrestre i dinàmica celeste apareix com a realment fonamental. Sovint, la manca d'aquesta especificació i d'aquest aclariment en alguns discursos ha acabat convertint-se en una font de confusions i d'errors ben variats. Gràcies a Newton entenem la gravitació com un *fenomen universal*, és a dir, una propietat de tota la dinàmica celeste. Però amb anterioritat als esdeveniments intel·lectuals de finals del segle XVII, la gravitació era entesa exclusivament com un fenomen terrestre, i per tant, no hi havia cap nexa

³ A. P. FRENCH, *Newtonian Mechanics*, p. 511, Thomas Nelson & Sons Ltd., 1971. [«En particular, hem de tornar a subratllar que en un sistema de referència que no gira no existeix cap cosa que pugui ser anomenada força centrífuga. La constant confusió que duu la gent a emprar el terme 'força centrífuga' de manera incorrecta ha dut almenys a un autor a una irritació extrema. En un text, d'altra banda sobri i bastant formal, l'autor hi escriu: 'No hi ha resposta per a aquestes gents. Alguns d'ells són bons ciutadans. Voten al partit responsable de la prosperitat del país; pertanyen a la única i vertadera Església; s'adscriuen a la jornada de la Creu Roja; però no tenen cap lloc en el Temple de la Ciència: el profanen'»]. Aquesta cita a què es refereix French al final del seu paràgraf pertany a W.F. OSGOOD, *Mechanics*, p. 102, Macmillan, Nova York, 1937, amb un cert sentit humorístic que recorre tot el llibre.

⁴ «Tendència a separar-se d'un centre». Efectivament, Newton fa servir aquesta expressió i d'altres similars als seus treballs de 1666. Cap d'aquests treballs van ser publicats; eren més aviat quaderns d'ús privat. Es tracta de papers variats, anotacions o petits opuscles dedicats a la creació del càlcul infinitesimal, a exploracions en la ciència de la mecànica o reflexions sobre la teoria dels colors. L'expressió esmentada apareix fonamentalment en uns treballs sobre mecànica que va intitular «Of Reflections»; aquests treballs formen part del que es coneix com a *Waste Book*, una mena de quaderns de joventut on Newton exposa idees que van des de la mecànica fins a la teologia.

d'unió entre el fet empíric evident que els cossos cauen sobre la Terra i el fet que els planetes orbitin en un moviment de translació al voltant d'un centre solar. La gravitació s'entenia com un *fenomen local* del planeta Terra, i com a tal havia de ser explicat. Un dels passos definitius per a la correcta interpretació de la gravitació fou, precisament, l'aplicació dels conceptes de força centrífuga i centrípeta a la translació planetària; i les conseqüències ineluctables en foren, d'una banda, l'abandonament d'una física bicèfala entre el món terrestre i el celeste, i de l'altra, la nova unificació de la física que va significar el naixement de la física moderna.

§ 1.2 L'absència de dinàmiques celestes

Si fem una ullada a la concepció aristotèlica de l'ordre universal, veiem que el moviment dels planetes coneguts⁵ s'entenia com a *moviment natural*, és a dir, *no forçat*, «aquel movimiento que –a tenor de la definición de *naturaleza* en *Física II,1*– no tiene su origen en un motor exterior al móvil, sino en la misma esencia o forma del móvil, siendo por tanto su principio interior a éste»⁶, que és com dir que cap *força* els obligava al seu moviment de translació inalterable. Efectivament, s'entenia que el funcionament físic del món supralunar no seguia les pautes dels moviments dels cossos en el món sublunar: si bé en el món sublunar la varietat dels moviments dels cossos es deu a l'aplicació de distintes forces sobre el seu *moviment natural* en línia recta, en el món supralunar el moviment natural dels cossos celestes segueix la forma circular perfecta. En Aristòtil, la perfecció del moviment circular queda molt clara a la seva *Física*:

«πᾶσα γὰρ φορά, ὡσπερ καὶ πρότερον εἶπομεν, ἢ κύκλῳ ἢ ἐπ' εὐθείας ἢ μικτῆ. ταύτης δὲ ἀνάγκη προτέρας εἶναι ἐκείνας ἐξ ἐκείνων γὰρ συνέστηκεν. τῆς δ' εὐθείας ἢ κύκλῳ ἀπλῆ γὰρ καὶ τέλειος μᾶλλον. ἄπειρον μὲν γὰρ οὐκ ἔστιν εὐθεΐαν φέρεσθαι [...] πρότερον δὲ καὶ φύσει καὶ λόγῳ καὶ χρόνῳ τὸ τέλειον μὲν τοῦ ἀτελοῦς, τοῦ φθαρτοῦ δὲ τὸ ἄφθαρτον. ἔτι πρότερα ἦν ἐνδέχεται αἴδιον εἶναι τῆς μὴ ἐνδεχομένης τὴν μὲν οὖν κύκλῳ ἐνδέχεται αἴδιον εἶναι, τῶν δὲ ἄλλων οὔτε φοράν οὔτε ἄλλην οὐδεμίαν στάσιν γὰρ δεῖ γενέσθαι, εἰ δὲ στάσις, ἐφθαρταὶ ἢ κίνησις».⁷

De tot això se'n deduïa que els cossos celestes, *naturalment*, no tendeixen ni a apropar-se al centre del cercle que descriuen ni tampoc a allunyar-se d'ell. En altres paraules: per explicar els moviments planetaris no calia figurar cap força agent sobre ells, ni centrífuga ni centrípeta. El seu moviment circular no s'entenia com un equilibri de dues forces distintes, sinó simplement com la seva pròpia naturalesa.

⁵ Els planetes que ja eren coneguts a l'Antiguitat eren Mercuri, Venus, Mart, Júpiter i Saturn. Hem de pensar que fins al s. XVI, la cosmologia basada en un sistema geocèntric considerava planetes la Lluna i el Sol, i n'excloïa la Terra. Urà fou descobert el 1781 per William Herschel (1738-1822); Neptú, l'any 1846 per Johann G. Galle (1812-1910) i Urbain Le Verrier (1811-1877); Plutó per Clyde Tombaugh (1906-1977) l'any 1930. Etimològicament la paraula *planeta* prové del grec *πλανήτης*, «errant», en al·lusió als seus moviments una mica caòtics en comparació al moviment regular dels estels.

⁶ M.A. GRANADA, *El umbral de la modernidad*, II, cap. 1, 3, p. 300, Ed. Herder, 2000.

⁷ ARISTÒTIL, *Física*, VIII, 9, 265a, 13-27. [«Tot moviment és circular, rectilini o mixt. Per necessitat, els dos primers són anteriors a l'últim, que resulta d'ells. El circular precedeix al rectilini perquè és més simple i perfecte. D'altra banda, és impossible un desplaçament infinit sobre una recta, ja que no existeix un moviment així; [...] però per naturalesa, per raó i per temps, el que és perfecte precedeix l'imperfecte, i el que és incorruptible precedeix el que és corruptible. El desplaçament que pot ser etern precedeix, a més, al que no pot ser-ho. Per tant, és possible que el moviment circular sigui etern, mentre que cap dels altres moviments o canvis ho pot ser»].

D'aquesta manera s'entén, doncs, que en la concepció aristotèlica el concepte de *força* quedés restringit, exclusivament, a la dinàmica terrestre. En aquest àmbit, i només en aquest, sí que calia donar una explicació de la varietat de moviments dels cossos. La concepció aristotèlica mil·lenària entenia que l'estat natural subjacent dels cossos en el món sublunar era l'estat de repòs, però que alhora tenien una tendència intrínseca a dirigir-se al centre perfecte del cosmos, lloc que, en un univers geocèntric com l'aristotèlic, coincideix amb el centre perfecte de la Terra. La gravetat dels cossos terrestres que hom experimenta empíricament no era entesa com un joc mecànic, sinó com l'expressió d'aquesta tendència intrínseca; i aquesta recerca del centre del cosmos per part dels cossos es realitza en *línia recta*: des del lloc ocupat en direcció al seu centre. Per tant, qualsevol moviment d'un cos sublunar que es desviés d'aquesta tendència rectilínia, ara sí, havia de ser explicat per alguna mena de força externa, la qual cosa va dur al naixement de la dinàmica terrestre.

En aquest sentit, i ara només en aquest, el pas de la concepció geocèntrica a la concepció heliocèntrica tampoc generava necessàriament grans canvis pel que fa a una suposada obligació d'abolir el concepte de moviment circular natural que definia els orbes celestes. És veritat que en Copèrnic (1473-1543) el Sol es converteix en el centre de l'ordre universal i la Terra adopta l'estatus que ja posseïa qualsevol dels altres planetes; però, tot i així, el moviment de translació de la Terra al voltant del Sol no s'ha de deixar d'entendre com un moviment natural que no té cap tendència centrífuga ni centrípeta. Tot i que Copèrnic destrueix la distinció entre món sublunar i món supralunar, l'evidència empírica que els cossos terrestres tenen moviments de gravetat no pot negar-se, i per tant s'ha de continuar treballant en una dinàmica terrestre. És evident que Copèrnic no podia explicar els moviments de gravetat dels cossos terrestres fent referència a una tendència natural a dirigir-se al centre de l'ordre universal –ja que el centre de la Terra havia deixat de tenir aquest estatus. Per tant, Copèrnic es veu en l'obligació d'afirmar que el moviment rectilini gravitatori dels cossos terrestres es deu a una *tendència natural d'aquests darrers a adoptar la figura esfèrica*. En altres paraules: podem imaginar-nos tants orbes celestes movent-se de forma natural i circular al voltant del Sol com vulguem; però tot cos circumdant a qualsevol d'aquests planetes, inclòs la Terra, tendirà de forma natural cap al planeta en virtut de la seva tendència intrínseca a cercar la forma esfèrica. Tanmateix, com a planetes, seguiran el seu moviment de translació al voltant del Sol sense necessitar cap mena de dinàmica celeste, ja que aquest moviment no és resultat d'un joc de forces disperses.

«Equidem existimo, gravitatem non aliud esse, quam appetentiam quandam naturalem partibus inditam a divina providentia opificis universorum, ut in unitatem integritatemque suam sese conferant in formam globi coeuntes. Quam affectionem credibile est etiam Soli, Lunae, caeterisque errantium fulgoribus inesse, ut eius efficacia in ea quae se repraesentant rotunditate permaneant, quae nihilominus multis modis suos efficiunt circuitus».⁸

A l'obra de Galileu Galilei (1564-1642) tampoc s'hi troba, ni de bon tros, cap indicatiu de construcció d'una dinàmica celeste, és a dir, d'una intenció de donar fe de

⁸ N. COPÈRNIC, *De revolutionibus orbium coelestium*, I, 9, J. Petreium, Nüremberg, 1543. [«Jo crec que la gravetat no és altra cosa sinó una certa tendència natural, posada dins de les parts per la divina providència del creador de l'Univers, per a conferir-les-hi la unitat i la integritat, juntant-se en forma de globus. Aquest mode de ser també és atribuïble al Sol, a la Lluna i a la resta d'astres brillants entre les errants per a què, per la seva eficàcia, romanguin en la rodonesa en què es presenten, les quals, no obstant això, realitzen els seus circuits de molts modes diferents»].

possibles forces causals per als moviments planetaris. A l'igual que Copèrnic, Galilei encara continua entenent que el moviment dels planetes és *natural*, i que, per tant, no és producte d'una conjunció de forces. Tota la seva tasca científica recau en avenços al voltant de la dinàmica terrestre, tot i que, en aquest àmbit, tampoc no s'allunya en excés de la visió de Copèrnic: la gravetat dels cossos a la Terra ha de ser deguda a una força intrínseca que busca naturalment la forma esfèrica. L'adopció tenaç del copernicanisme, l'ús altament eficient del telescopi, l'astúcia inigualable en astronomia observacional i la sagacitat en física experimental terrestre van ser fites galileanes de cabdal magnitud, però no van aportar nous coneixements en dinàmica celeste. Quan es posa a reflexionar sobre dinàmica terrestre, emperò, el que és remarcable en el pensament de Galilei és el fet que acceptés l'existència d'una força, deguda a la rotació de la Terra, que causaria l'allunyament dels cossos de la superfície terrestre cap a l'espai adquirint un *ímpetu rectilini*, o el que al cap i a la fi és el mateix, una força centrífuga. «En la Jornada II del *Diálogo* su autor admite la existencia de fuerzas centrífugas derivadas del movimiento terrestre, o mejor, en su terminología, de un “ímpetu hacia la circunferencia [...] que debería despedirlo todo contra el cielo”. Partiendo de la observación de cuerpos tales como cubos de agua o piedras a los que se hace girar atados a una cuerda, concluye que, en efecto, la rotación confiere al móvil un ímpetu de alejamiento del centro en línea recta, y concretamente en la dirección de la tangente del círculo que describe»⁹. Que Galileu acceptés aquesta força centrífuga era inesperat; justament una força així era el fort argument dels qui pretenien argumentar contra l'heliocentrisme: si la Terra patís qualsevol mena de moviment, de translació o de rotació, tots els cossos serien impulsats violentament cap a l'espai, i això ja veiem que no passa. Per això, Copèrnic i la seva nova tradició, a la que pertany Galileu, tendien usualment a negar que una força així pogués existir i que, en realitat, és totalment innecessària si el moviment dels planetes i la caiguda dels greus és, simplement, *natural*, no mecànica.

Malgrat tot, Galileu no nega aquesta força. Aquest ímpetu rectilini centrífug que la Terra comunica als cossos, entén Galileu, només pot ser compensat per una força de caràcter gravitatori, i de fet, acaba dient, basant-se en uns càlculs geomètrics deficients, que la potència de la suposada força gravitatòria és tan enorme que fa que l'impuls centrífug sigui insignificant, de manera que els cossos acaben per no ser expulsats a l'espai, tal i com ens mostra l'experiència. Malgrat els seus passos intermedis erronis, el que és ressenyable és que en Galileu, per primera vegada, es comença a comprendre la caiguda dels cossos com el resultat final de la relació simultània de dues forces: *una força centrífuga d'allunyament o enlairament i una força gravitatòria* molt superior que emplaça els cossos cap a la superfície de la Terra. Ara bé: no per això hem de caure en l'error molt habitual de considerar Galilei com qui, per primer cop, enuncia de manera completa la llei d'inèrcia, de la que parlarem més endavant, ja que l'ímpetu rectilini del que ens parla és causat per la força motora del nostre planeta, i no pas descrit com a estat inercial dels cossos.

En tot cas, és necessari subratllar de nou, tot insistint-hi, que aquests avenços teòrics del científic italià només els podem circumscriure a una dinàmica terrestre. De fet, fins i tot, aquest aspecte el fa ser poc coherent: accepta que la Terra produeix forces centrífugues mentre afirma que els moviments dels altres planetes són, per dir-ho d'alguna manera, 'aristotèlicament' naturals. És poc coherent perquè si per una banda continua acceptant el moviment natural dels planetes, inclòs el de la Terra (o

⁹ A. RIOJA/J. ORDÓÑEZ, *Teorías del Universo, Vol. II. De Galileo a Newton*, cap. 4.2, p. 157, Ed. Síntesis, 1999. El text fa referència a G. GALILEI, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo tolemaico e copernicano* [«Diàleg sobre els dos principals sistemes del món»].

almenys enloc diu que no sigui així) –i acceptar aquest moviment significa acceptar la impossibilitat que apareguin moviments *forçats* en els planetes i en els seus components-, d'altra banda accepta una força centrífuga en el cas de la Terra que ha de venir compensada per una força de caràcter gravitacional:

«La inexistencia de un principio de inercia rectilíneo, de aplicación universal, impide atribuir a los planetas el menor esfuerzo por alejarse de sus centros de rotación, esfuerzo, por tanto, que no necesita ser contrarrestado o equilibrado por una tendencia de signo contrario, tal como podría ser la gravedad (que en su obra [de Galileu] sigue siendo un fenómeno terrestre). Hasta aquí la posición de Galileo coincide con la de Copérnico. Sólo en el caso concreto de la Tierra sus puntos de vista divergen, si bien es preciso reconocer que la posición del polaco resulta más coherente. En efecto, dado que los movimientos planetarios no engendran fuerzas centrífugas, no se ve claramente por qué Galileo hace una excepción con nuestro planeta».¹⁰

En un marc heliocèntric, fer de la Terra una excepció fa olor a un cert retrocés conceptual. Tot comptat, doncs: en Galileu, i també en Copèrnic, referent de l'italià, el moviment circular dels astres en general i dels planetes en particular no s'explica per un equilibri de forces entre forces centrífugues i forces gravitatòries, sinó per moviment natural, de manera que una dinàmica celeste que inclogui aquests dos conceptes es fa innecessària. Mantenen les tesis aristotèliques de la perfecció natural dels orbs celestes. L'únic que es veuen amb l'obligació de fer és explicar com és possible la caiguda dels greus sobre la superfície terràquia tal com els experimentem empíricament en el cas heliocèntric d'una terra en moviments de rotació i translació.

§ 1.3 Kepler i l'*anima motrix*

L'antiquíssim concepte de «moviment natural» dels cossos celestes al que ens acabem de referir i que àdhuc encara admeten els primers astrònoms heliocentristes, pressuposava una manca absoluta de vinculació amb la presència del Sol: la causa de l'etern moviment circular no es trobava pas en alguna mena d'acció del Sol sobre els planetes, sinó en una propietat intrínseca dels planetes mateixos que no depenia de res més sinó de la seva pròpia naturalesa. Es pot afirmar que, en aquestes condicions, el rerefons subjacent a l'estructura de l'univers és de caràcter merament geomètric, i en cap cas pot ser considerat de caràcter mecànic o dinàmic.

Aquesta manca de vinculació entre els moviments planetaris i el Sol s'esgota, definitivament, en el pensament de Kepler. A les seves obres, amb una regularitat remarcable, quan menciona el Sol s'esforça en no oblidar de titllar-lo, a mode d'epítet, «font del moviment», «fons motus». En altres passatges, no dubta a titllar-lo de «primer motor», l'únic cos que, en virtut de la seva dignitat i poder, sembla fet a propòsit per a moure els planetes en òrbites al seu voltant, i digne de convertir-se en el sojorn de Déu mateix. Aquesta concepció es recolza en la idea que els moviments dels orbs errants al llarg de les seves òrbites es deu a una força que emana del Sol en forma de raigs invisibles, que, com veurem, Kepler anomena «anima motrix», i que perdria vigor amb proporcionalitat directa amb la distància, de tal manera que quan la distància del Sol al planeta augmentés, per exemple, en un factor doble, la força emanada disminuiria fins a la meitat. Conseqüentment, la velocitat del planeta, en un cas així, es veuria reduïda també a la meitat, i de fet això explicaria que els planetes

¹⁰ *Ibidem.*, cap. 4.2, p. 158.

reduïssin la velocitat en el seu afeli i arribessin al seu màxim d'acceleració al periheli, de manera congruent amb el que exposa la seva segona llei de les àrees.

Cal entendre també un principi irrenunciable que trenca amb tota la tradició del moviment natural: per a Kepler l'estat natural dels cossos –i s'entén per *cos* tota acumulació de massa- no és un moviment circular regular, sinó tot el contrari: és l'estat ideal de repòs, una impotència natural al moviment, tant pel que fa als cossos terrestres com als cossos celestes. En aquest sentit i trencant definitivament amb la tradició aristotèlica, Kepler assigna a qualsevulla massa universal, àdhuc celeste, un principi d'*inèrcia* real: els cossos no posseeixen propietats intrínseques que afectin al seu dinamisme, sinó que, considerats com a unitats «mortes», estan *naturalment* obligats a romandre en un estat determinat, en el seu cas el de repòs, i per tant, si observem que els planetes segueixen uns moviments circulars i regulars es deu necessàriament a alguna força externa que els impel·leix a fer-ho. Atès que l'univers tot ell gira al voltant del Sol, i el Sol no orbita respecte a res, entén, com dèiem, que només se'l pot entendre com a font de tots els moviments, com a «fons motus», com a «primer motor» que tot ho mou i que per res és mogut, restant immòbil. En aquest sentit, es fa molt evident en Kepler que el Sol no només posseeix ara una jerarquia geomètrica, sinó que assumeix un rol de *pseudodivinització*, en tant que es font de moviment, d'activitat, de vida. L'«anima motrix» es converteix en principi dinàmic de tot l'univers. No és gens agosarat dir que és Kepler qui funda la dinàmica celeste: «Por primera vez el Sol no ejerce una mera función de iluminación o una causalidad teleológica como vicario cósmico del primer motor inmóvil divino –como ocurría en Copérnico ante la pérdida de la función de la esfera de las fijas como *primum mobile*- sino además una función dinámica, es decir, una acción mecánica sobre el movimiento planetario»¹¹. Arthur Koestler (1905-1983), l'assagista britànic d'origen hongarès, afirma que mitjançant aquest mecanicisme, Kepler havia estat capaç de definir els principis fonamentals de la pròpia revolució científica, i fins i tot s'atreveix a dir, amb gosadia però amb lucidesa, que «Kepler's intuitive gropings brought him closer to our contemporary, rather surrealistic concepts of electromagnetic and gravitational fields than to the classic, Newtonian concept of force; the modern scientist will find here an echo of his own perplexities»¹². I ens en dóna la prova més directa quan recull una cita d'una carta del propi Kepler a un amic seu mentre estava treballant en la seva *Astronomia nova*:

«Scopus meus hic est, ut Caelestem machinam dicam non esse instar divini animalis, sed instar horologii (qui horologiam credit esse, animatum, is gloriam artificis tribuit operi), ut in qua paene omnis motuum varietas ab una simplicissima vi magnetica corporali, uti in horologio motus omnes a simplicissimo pondere».¹³

¹¹ M.A. GRANADA, *El umbral de la modernidad*, II, cap. 2, 4, p. 361, Ed. Herder, 2000.

¹² A. KOESTLER, *Bricks to Babel*, p. 400, Hutchinson, & Co, 1980. [«Els tempteigs intuïtius de Kepler el van apropar més als nostres conceptes contemporanis dels camps electromagnètics i gravitacionals, més aviat surrealistes, que al clàssic concepte newtonià de força; aquí, el científic modern hi troba un eco de les seves pròpies perplexitats»]. [*En busca de lo absoluto*, cap. 9, p. 114, Ed. Kairós S.A., 1982].

¹³ J. KEPLER, *Carta a Hans Georg Herwart von Hohenburg* (1553-1622), 10 de febrer de 1605, estadista i intel·lectual bavarès, en els camps de l'astronomia, la matemàtica i la filologia. Extreta de R. HOOYKAAS, *Selected Studies in History of Science*, p. 611, nota 18, Universidade Coimbra 1983. [«El meu propòsit és demostrar que la màquina celeste no és una mena de ser diví i viu, sinó una mena de rellotge (i qui creu que un rellotge té ànima, atribueix a l'obra la glòria de l'artífex), puix que gairebé tots els múltiples moviments són causats per una força summament simple, magnètica i material, tal i com tots els moviments del rellotge són provocats per un simple pes»].

En la pròpia carta de Kepler, com pot veure's, queda ben clar que quan intenta descobrir la naturalesa d'aquesta «anima motrix» preveu que ha de ser de caràcter *magnètic*. Justament l'any 1600, un metge que s'havia instal·lat a Londres l'any 1573, William Gilbert (1544-1603), havia publicat, amb un èxit ben notable, *De magnete, magneticisque corporibus, et de magno magnete tellure; physiologia nova, plurimis & argumentis & experimentis demonstrata*, obra coneguda normalment, de forma abreviada, com *De magnete*. A partir de certes activitats experimentals, com ara distintes investigacions a partir de la magnetita, Gilbert s'havia adonat que la Terra funcionava com un camp magnètic, una influència atractiva, que provocava que el moviment de l'agulla de la brúixola es dirigís sempre cap al pol nord terrestre. Òbviament, com veurem, no s'entenia bé la pròpia naturalesa del magnetisme ni se'l podia relacionar encara amb els elements que fonamenten a nivell atòmic la moderna força electromagnètica; tanmateix, els seus experiments demostraven l'existència d'una força atractiva real que, en el cas que s'ocupava, ocasionava fàcticament un seguit de moviments suposadament a distància, sense l'existència de concatenacions mecàniques. Si una brúixola elevada sobre la superfície terrestre era capaç de sentir aquesta força atractiva de la pròpia Terra, no era descabellat, en conseqüència, el fet de pensar que els moviments dels distints planetes podrien tenir relació amb forces magnètiques a gran escala. De fet, fou el mateix Gilbert qui va pressuposar que el Sol havia de ser una enorme influència magnètica sobre tot allò que el circumdava, i va ser ell mateix qui, per primera vegada, va imaginar que la translació planetària podia estar causada per aquesta mena de força atractiva.

No va ser una hipòtesi física que acollís massa adeptes. Però Kepler, com que negava el concepte de moviment natural i estava convençut que l'estat inercial dels cossos era originàriament el de repòs, i per extensió, negava també la circularitat i la uniformitat naturals dels moviments planetaris, va concloure que el seu moviment real no podia deure's a cap altra mena de força sinó la que havia proposat Gilbert. Una força així li permetia explicar el perquè del moviment el·líptic i la variació de velocitats al llarg de les òrbites, que es feia límit a l'afeli i al periheli. El Sol, a causa de la seva perenne rotació, infonia tota la seva influència de caràcter magnètic a les proximitats del pla de l'eclíptica en què es mouen tots els planetes. Tot i així, la pròpia naturalesa del magnetisme era quelcom que encara no es deixava comprendre en absolut. Part del títol del capítol XII del Llibre V del *De magnete* de Gilbert resa «*Vis magnetica animata est, aut animam imitatur*», i quan es disposa a encetar-lo afirma que «*Admirabilis in plurimis experimentis magnes, & veluti animatus. Atque haec est una ex illis egregia virtus, quam veteres in caelo, in globis & stellis, in sole & luna animam existimabant. Suspiciabantur namque non sine divina & animata natura posse motus tam varios fieri, corpora ingentia certis temporibus torqueri, admirabiles potentias in alia corpora infundi*»¹⁴. De la mateixa manera, als seus principis i fins i tot abans que Gilbert, Kepler ja havia entès que la força que emanava del Sol quasi diví era en realitat alguna mena de propietat anímica interna seva, i no dubta ni un instant a anomenar-la «anima motrix». Al seu *Mysterium cosmographicum* de l'any 1596, Kepler encara no s'havia pogut desempallegar del tot d'un ordre de causes del «*motus corporum*» que fa una olor prou evident a ciència medieval o postmedieval, la

¹⁴ W. GILBERT, *De magnete*, p. 208, Petrus Short, Londres, 1600. [«La força magnètica és animada, o imita l'ànima». [«És admirable com el magnet es comporta en múltiples experiments com si fos animat. I aquesta és una d'aquelles grans propietats que els antics creien una ànima que residia en el cels, els planetes, els estels i també en el Sol i la lluna. Sospitaven per això que sense una naturalesa animada i divina ni els moviments no podrien ser tan variats, ni els cossos enormes podrien traslladar-se en temps tan fixats ni podrien els cossos estar proveïts de tan meravelloses potències»].

idea d'alguna mena d'espiritualitat –o força immaterial- capaç d'habitar, residir, penetrar o influenciar en el comportament dels astres: «Aut *motrices animas*, quo sunt a Sole remotiores, hoc esse imbecilliores; aut unam ese *motricem animam* in orbium omnium centro, scilicet in Sole, quae, ut quodlibet corpus est vicinius, ita vehementius incitet: in remotioribus propter elongationem et attenuationem virtutis quodammodo languescat»¹⁵. Després de la publicació de Gilbert, Kepler es decideix i identifica aquesta força motriu amb el magnetisme.

Evidentment, això no encaixa amb les manifestacions de Kepler a la carta al seu amic Herwart von Hohenburg, on es proposava definir els moviments celestes d'una manera clarament mecànica. Aquest passatge ens deixa veure que l'any 1596 Kepler encara té en compte la possibilitat que els planetes posseïxin un moviment orbital produït per alguna mena d'«anima» que els *vivifica*: «Ita nunc vita, motus et anima mundi in eundem Solem recidit»¹⁶. La qual cosa demostra que la moderna visió mecanicista del món que farà famosa tot el pensament cartesià, ja de manera explícita i definitiva, no és una concepció usual, i podríem dir gairebé inexistent, abans del segle XVII. No obstant això, el propi Kepler, vint-i-cinc anys després de la cita anterior, a la revisió que fa del *Mysterium Cosmographicum* l'any 1621, afegeix una aclaridora nota on queda ben demostrat que va abandonar amb contundència aquesta visió espiritualitzada de la força motriu i on, sense titubeigs, aposta, diguem-ne, per una força de caràcter clarament mecànic. Aquesta rectificació conceptual harmonitza, ara sí, amb les paraules que havia escrit a Von Hohenburg a la carta del febrer de 1605, de manera que l'opinió expressada a la revisió de 1621 ja havia arrelat en ell molts i molts anys abans. Això va fer que s'afanyés a substituir l'expressió «anima motrix» pel nou terme de «vis motrix», per tal de destruir tota mena de referència a alguna possible concepció animista. De fet, aquest canvi és més coherent amb la seva concepció de la inèrcia del repòs: si havia estat capaç de deixar de banda la concepció de «moviment natural» dels cossos celestes per una visió de repòs inercial, aleshores era més coherent eliminar del tot la idea d'un moviment per causa anímica, prohibir-li al Sol tenir cap mena d'*anima*: «Si pro voce *anima* vocem *vim* substituas, habes ipsissimum principium, ex quo physica coelestis in Comment. Martis [*Astronomia Nova*] est constituta [...] Olim enim causam moventem planetas absolute animam esse credebam [...] At cum perpenderem, hanc causam motricem debilitari cum distantia, lumen Solis etiam attenuari cum distantia a Sole : hinc conclusi vim hanc esse corporeum aliquid, si non proprie saltem aequivoce ; sicut lumen dicimus esse aliquid corporeum, id est, speciem a corpore delapsam, sed immateriatam»¹⁷. Malgrat les profundes carències pertinents, cal afegir encara que és

¹⁵ J. KEPLER, *Mysterium Cosmographicum* (1596), cap. XX. Extret de les *Kepleri Opera Omnia* editades per CH. FRISCH, Vol. I, p. 174, Heyder & Zimmer, Frankfurt, 1858. [«O bé les ànimes (*animae*) que mouen els planetes són menys actives com més lluny estigui el planeta del Sol, o bé existeix una única *ànima motriu* en el centre de totes les òrbites, és a dir, al Sol, que impulsa els planetes amb més vigor com més a prop se'n trobin, però la força del qual ja està gairebé esgotada a l'actuar sobre els planetes més llunyans degut a la gran distància i al debilitament que això suposa»].

¹⁶ *Ibidem.* [«Així doncs, la vida, el moviment i l'ànima del món recauen en el propi Sol»].

¹⁷ *Ibidem.*, *In caput vicesimum, notae auctoris*, c (1621), p. 176. En efecte, aquest canvi de visió del pensament de Kepler que apareix a l'edició de 1621, ja estava present a l'*Astronomia Nova* de 1609. [«Si substituïm la paraula *ànima* per la paraula *força* trobem el principi sobre el que se sosté la meva física dels cels descrita a l'*Astronomia Nova* [...] Va haver-hi un temps en què creia fermament que la força motriu d'un planeta era una ànima [...] Tanmateix, al reflexionar que aquesta causa del moviment disminueix amb la distància, de la mateixa manera que la llum del Sol decreix amb la distància al Sol, vaig arribar a la conclusió que aquesta força ha de ser quelcom substancial, però 'substancial' no en el sentit literal de la paraula sinó de la mateixa manera que diem que la llum és quelcom substancial, referint-nos a una entitat insubstancial que emana d'un cos substancial»].

molt sorprenent, per avançada als seus temps, la identificació que fa Kepler entre la llum i el magnetisme. Kepler no descarta que aquesta «vis motrix» que actua sobre els planetes sigui alguna força transmesa per la pròpia llum del Sol:

«Et quamvis haec Solis lux virtus ipsa movens esse nequeat [...] utrum sese habeat lux instar instrumenti aut vehiculi fortasse cuiusdam, quo virtus movens utatur. Contradicere quidem haec videntur: primum lux opacis impeditur: quare si lucem virtus movens haberet pro vehiculo, tenebras insequeretur quies mobilium [...] Cum ergo species haec virtutis plane ut species lucis [...] Dictum enim est in superioribus, virtutem hanc motricem extensam esse spatiis mundi [...] nec recipi uspiam nisi in subjecto mobili, ut in corpore planeate [...]. Respondetur autem sic: quamvis virtus motrix non sit materiale quippiam, quia tamen materiae, hoc est corpori planetae vehendo, destinatur [...]. Quis quaeso dixerit, lucem esse materiale quippiam? Illa tamen operationes suas exercet ratione loci, et mutuuum patitur, repercutitur et refringitur et quantitates induit; adeo ut densa vel rara esse, et pro superficie haberi possit, ibi ubi ab illustrabili aliquo recipitur. Nam ut in *Opticis* dictum, lux quoque, aequae atque haec virtus motrix, in spatio inter fontem et illustrabile intermedio, non est, etsi hoc transiit, sed ibi quasi fuit».¹⁸

En tot cas, una cosa es fa evident en el pensament cosmològic de Kepler: el paradigma mecànic entra en escena pel que fa no només a magnituds terrestres sinó també celestes. Des d'un punt de vista de la història de la cosmologia –encara que potser no des de la física- no hi ha dubte que l'obra de Kepler supera de molt les aportacions de Galileu, tot i ser absolutament coetanis. Mentre Galileu, en aspectes cosmològics, no està encara molt lluny de la visió copernicana, Kepler inaugura una nova etapa de la ciència dels astres. No seria gens nou interpretar l'obra de Kepler d'una manera ben paradoxal: mentre d'una banda es mostra absolutament rebec, des dels principis de la seva carrera astronòmica, a deixar d'entendre l'estructura de l'univers mitjançant concepcions de caire pitagòric i platònic, amb la seva concepció de les harmonies, d'altra banda enceta l'astronomia moderna donant un fort cop a molts dels conceptes que àdhuc els grans heliocentristes havien heretat de la tradició més antiga. A mesura que Kepler arriba a la maduresa de la seva obra, aplanada cada cop més el camí de la visió mecànica del món. No només a un nivell quantitatiu, amb la troballa de les seves tres famoses lleis, sinó també a nivell qualitatiu: la translació dels orbes celestes no pot esdevenir a través de cap mena de «moviment natural», sinó que ja intueix, de manera efectiva, que la relació entre el Sol que emet la llum i els moviments planetaris ha d'estar subjugada a *un conjunt de forces* que suposen una extensió cosmològica de les forces físiques terrestres.

¹⁸ J. KEPLER, *Astronomia nova* (1609), III, cap. 33. Extret de les *Kepleri Opera Omnia*, editades per CH. FRISCH, Vol. III, p. 302-3, Heyder & Zimmer, Frankfurt, 1858. [«I si bé la llum del Sol no pot ésser la força motriu [...] potser representa alguna mena de vehicle o instrument que empra la força motriu. Però les següents consideracions semblen contradir-ho: primer, la llum no pot penetrar a les regions ombrívoles. Després, si la força motriu emprés la llum com a vehicle, la foscor faria que els planetes es detinguessin [...] Aquesta mena de força, igual que la mena de força que és la llum [...], com s'ha dit més amunt, es propaga per tot l'Univers [...] però només és rebuda on hi ha un cos mòbil, com un planeta. La resposta a això és: si bé la força motriu no té matèria, es dirigeix a quelcom material, és a dir, al cos planetari que ha de moure [...]. Em pregunto, qui pretindrà que la llum és material? No obstant, actua activament i passiva a l'espai, és refractada i reflectida, i té quantitat, de manera que pot ser densa o escassa, i se la pot considerar com un pla allí on es rebuda per quelcom capaç de ser il·luminat. Com vaig dir a la meua *Òptica*, el mateix s'aplica a la llum i la nostra força motriu; no té existència present a l'espai que hi ha entre la font i l'objecte que il·lumina, malgrat que hagi passat a través d'aquest espai amb anterioritat; no 'és', 'era', per dir-ho així»].

§ 1.4 La llei cartesiana de la inèrcia

És explícit a l'obra filosòfica de René Descartes (1596-1650) que ànima i matèria són dues menes absolutament distintes d'existència i fins tot, oposades. Tot atribut que pertany a l'ànima no li pertany al mode de ser dels objectes, i a l'inrevés. Per a Descartes, «ànima» és sinònim de «pensament», i en aquest sentit només es troba pensament en el gènere humà. Per tant, en els éssers vius del món natural, plantes, animals o altres organismes, no hi podem pas trobar ànima, en tant que no tenen pensament. No és, doncs, el pensament, cap mena d'atribut del món material, i en conseqüència, tota concepció animista de la naturalesa, és a dir, que prevegi que en la materialitat hi hagi alguna mena de tendència intrínseca, algun finalisme o alguna virtut no merament física, és insostenible. Només és propi de la matèria l'«extensió», l'ocupar l'espai geomètricament, i és justament aquest atribut el que mai podrem trobar en la configuració de l'ànima. Per tant, entén Descartes, la nova ciència ha de separar definitivament el que és físic del que és anímic si no volem entrar en una voràgine de despropòsits teòrics i de malentesos epistemològics. Assignar moviments naturals o tendències intrínseques als cossos, merament cossos inerts, com havia fet antany Aristòtil, és justament això: un despropòsit, un malentès.

Tot això significa que els cossos no es poden moure, *sota cap concepte*, per si mateixos. En la figura de Descartes, els cossos ja es converteixen clarament en unitats inanimades i sense cap intencionalitat natural, merament exposats exclusivament a la conjuntura física que els és externa i que provoca, a la fi, la seva conducta mòbil. Qualsevol possible moviment d'un cos ha d'ésser causat, necessàriament, pel contacte d'un altre cos sobre ell –o de qualsevol entitat física. Un cos que estigui aturat, restarà aturat indefinidament fins que un altre cos, per contacte, el posi en moviment. Un cos que estigui en moviment, seguirà indefinidament en moviment uniforme fins que un altre cos, per contacte, l'acceleri o l'aturi. La naturalesa del cos és la seva absoluta manca de voluntat, la pura passivitat. Els cossos no poden patir cap mena d'alteració, ni en els seus moviments interns –és a dir, en les seves propietats estructurals- ni en els seus moviments locals –en la localització espacio-temporal-, si no són víctimes d'una causa mecànica. Aquesta és justament *la primera de les lleis del moviment* que Descartes enumera als seus *Principes de la philosophie* (1644):

«La *première loi* de la nature, que chaque chose demeure en l'état qu'elle est pendant que rien ne le change. [...] La première est que chaque chose en particulier continue d'être en même état autant qu'il se peut, et que jamais elle ne le change que par la rencontre des autres. Ainsi nous voyons tous les jours que lorsque quelque partie de cette matière est carrée, elle demeure toujours carrée, s'il n'arrive rien d'ailleurs qui change sa figure ; et que, si elle est en repos, elle ne commence point à se mouvoir de soi-même : mais, lorsqu'elle a commencé une fois de se mouvoir, nous n'avons aussi aucune raison de penser qu'elle doive jamais cesser de se mouvoir de même force pendant qu'elle ne rencontre rien qui retarde ou qui arrête son mouvement; de façon que si un corps a commencé une fois de se mouvoir, nous devons conclure qu'il continue par après de se mouvoir, et que jamais il ne s'arrête de soi-même».¹⁹

¹⁹ R. DESCARTES, *Principes de la philosophie*, II, 37, pp. 152-3, chez F.G. Levrault, Paris, 1824. [«La primera llei de la naturalesa: cada cosa roman en l'estat en què es troba mentre res el modifiqui. [...] D'acord amb la primera, cada cosa en particular es manté en el mateix estat en tant que sigui possible, i només el modifica amb raó de la trobada amb altres causes exteriors. Així doncs, veiem tots els dies

L'any 1664 es publica a títol pòstum l'obra de Descartes *Le monde ou le traité de la lumière* (*El món o el tractat de la llum*). En aquesta obra, escrita entre 1629 i 1633 –anterior a la publicació dels *Principes de la philosophie* de 1644-, la primera llei del moviment també s'hi expressa de manera semblant: «Châque partie de la matiere en particulier continuë toûjours d'être en un même état, pendant que la rencontre des autres ne la contraint point de le changer. C'est à dire, que si elle a quelque grosseur, elle ne deviendra jamais plus petite, sinon que les autres la divisent; si elle est ronde ou quarrée, elle ne changera jamais cette figure, sans que les autres l'y contraignent; si elle est arrêtée en quelque lieu, elle n'en partira jamais, que les autres ne l'en chassent: et si elle a une fois commencé à se mouvoir, elle continuera toûjours avec un égalle force, jusques à ce que les autres l'arrêtent ou la retardent».²⁰

Estrictament, hem d'anomenar aquesta llei «primera llei de la conservació de l'estat». Com que ha quedat ben clar que cap part de matèria té cap atribut intrínsec, si els planetes són materials, cosa que es dona per acceptada universalment, és impossible que puguin obtenir el seu moviment des de si mateixos; si això és així, afegirà Descartes, necessàriament han de rebre una *força externa* que els inciti al moviment. Es pot pensar que fins aquí Descartes no difereix en excés de Kepler qui, com hem vist, assegurava que l'estat natural dels cossos era el repòs i que només podien ser moguts per alguna mena de causa externa. És cert, dit així. Però la visió de Descartes es mostra molt més radical, mecànicament, que la kepleriana, ja que la suposada força externa, com ben bé s'extreu de continuades referències al llarg d'ambdues obres esmentades, ha de ser sempre una *força de contacte*, una força de xoc, una trobada física directa; que la força que mogui els planetes tingui un caràcter magnètic i actuï misteriosament a distància, sigui com «anima» o com a «vis», a la manera kepleriana, a Descartes li sembla forassenyat i anacrònic. Descartes és un dels primers que veu, doncs, l'univers sencer com un conjunt de parts de matèria que actuen sota un ordre perfectament mecànic, i per fi, el moviment planetari no es deu a cap mena de moviment natural –com encara havien sostingut Copèrnic o Galileu– ni tampoc a cap mena de misteriosa força magnètica –com ho havien entès Gilbert o Kepler. El moviment efectiu dels planetes només pot ser explicat per procediments mecànics de contacte.

Hom tampoc ha de caure en l'error de creure que aquesta primera llei cartesiana estigui ja enunciada en la màxima kepleriana que deia que l'estat natural de qualsevol cos és el repòs i que només pot sortir-ne si alguna força externa li transmet el moviment. Aquesta afirmació només és una part de l'afirmació cartesiana; l'altra part de la primera llei de Descartes deixa clar que, a més, un cos que es trobi en moviment sempre mantindrà aquest moviment a menys que el contacte d'un altre cos l'acceleri o l'aturi. Per tant, la intenció de la primera llei de Descartes no és pas descobrir quin

que quan una certa part d'aquesta matèria és quadrada, roman en aquesta forma si res ocorre que modifiqui la seva figura; d'igual manera, apreciem que si està en repòs, mai no comença a moure's per si mateixa. Però que, quan ha començat a moure's, no tenim cap raó per a pensar que mai hagi de deixar de moure's amb la mateixa força mentre no trobi quelcom que retardi o que freni el seu moviment. De manera que si un cos ha començat a moure's, hem de concloure que continuarà movent-se i que mai es detindrà per si mateix»].

²⁰ R. DESCARTES, *Le monde ou traité de la lumière*, cap. VII, p. 82, chez Th. Girard, Paris, 1664. [«Cada part de matèria, individualment, roman sempre en el mateix estat, sempre i quan el contacte amb la resta d'altres parts no l'obligui a modificar-lo. Això és: que si té una determinada mida, mai es veurà reduïda a menys que la resta la divideixin; si és rodona o quadrada mai modificarà aquesta figura si és que la resta no l'obliguen a fer-ho; si està en repòs en algun lloc, mai es posarà en moviment si la resta no la desplacen *d'allí*; i si ja ha començat a moure's, ho farà sempre més amb la mateixa força fins que altres la detinguin o la retardin»].

és l'estat natural dels cossos –si el repòs o un moviment natural- sinó més aviat fer veure que el que és natural als cossos és la seva perseverança en l'estat que es trobi; o en altres paraules: els cossos no tenen un «estat natural», ja que això voldria dir que tenen alguna propietat intrínseca, alguna tendència bàsica i innata, malgrat que pugués ser alterada. Ans al contrari, els cossos no tenen cap propietat intrínseca pel que fa al moviment o al repòs, i no posseeixen cap tendència bàsica cap a res, ni al moviment ni al repòs. Simplement, es mantenen en el seu estat, sigui quin sigui. Aquesta primera llei de la conservació de l'estat és una presentació parcial del que es coneix com a «llei de la inèrcia». Aquesta llei queda completada amb la segona llei que Descartes presenta als *Principes de la philosophie*, la que es coneix amb el nom de «llei de la conservació de la direcció del moviment»:

«La *seconde loi* de la nature, que tout corps qui se meut tend à continuer son mouvement en ligne droite [*et ideo quae circulariter mouentur, tendere semper ut recedant a centro circuli quem describunt*]. La seconde loi que je remarque en la nature est que chaque partie de la matière en son particulier ne tend jamais à continuer de se mouvoir suivant des lignes courbes, mais suivant des lignes droites [...] est évident que tout corps qui se meut est déterminé à se mouvoir suivant une ligne droite, et non pas suivant une circulaire».²¹

A *Le monde ou le traité de la lumière*, enunciada ara com a *tercera llei* i no pas com a segona, Descartes expressa justament la mateixa idea –o, pot dir-se, alguna idea ben propera-, si bé ho fa d'una manera menys abstracta i més adequada al moviment tal com és captat pels sentits: «Lors qu'un corps se remuë, encore que son mouvement se fasse souvent en ligne courbe, & qu'il ne s'en puisse jamais faire aucun qui ne soit en quelque façon circulaire, ainsi qu'il a esté dit icy dessus: toutesfois chacune de ses parties en particulier tend toûjours à continuer le sien en ligne droite. Et ainsi leur action, c'est à dire l'inclination qu'elles ont à se mouvoir, est differante de leur mouvement»²². La consideració d'aquesta llei, que definitivament comporta el concepte d'«inèrcia rectilínia», és fonamental per al nostre propòsit. L'afirmació cartesiana és clara: qualsevol cos que, empès per una força de contacte externa, es posi en moviment, seguirà sempre, de manera inexorable, una direcció rectilínia. Aquest és el missatge de la formulació de la llei tal i com està als *Principes de la philosophie*. Passa, però, com formula la llei a *El món o el tractat de la llum*, que al món que captem pels sentits normalment és difícil de veure objectes que es desplacin naturalment en una línia recta perfecta, sinó que els cossos tracen camins corbs o circulars. Això es deu a que els cossos reben constantment contactes (forces) d'altres cossos que els desvien de la trajectòria rectilínia original. Si un cos que ha rebut una força i emprèn el moviment rectilini no rebés posteriorment cap altra mena de contacte, se seguiria desplaçant eternament en línia recta. D'aquesta manera els

²¹ R. DESCARTES, *Principes de la philosophie*, II, 39, p. 154, chez F.G. Levrault, Paris, 1824. [«La *segona llei* de la naturalesa: tots els cossos que es mouen tendeixen a continuar el seu moviment en línia recta [i per això, els cossos que es moguin circularment sempre tendiran a separar-se del cercle que descriuen]. D'acord amb la segona llei de la naturalesa, cada part de matèria, aïlladament considerada, no tendeix a seguir el seu moviment tot traçant línies corbes [...]; és evident que tots els cossos que es mouen, en cadascun dels instants que es poden designar mentre es mouen, estan determinats a moure's seguint la línia recta i no la línia corba»].

²² R. DESCARTES, *Le monde ou traité de la lumière*, cap. VII, p. 94, chez Th. Girad, Paris, 1664. [«Quan un cos es mou, malgrat que el seu moviment s'efectua freqüentment en alguna mena de línia corba i malgrat que mai se'n pugui donar algun que no sigui en alguna forma circular, tot i així, dic, cadascuna de les seves parts en particular sempre tendeix a continuar el seu en línia recta. I d'aquesta manera, la seva acció, és a dir, la tendència que tenen a moure's, és diferent del seu moviment»].

moviments solen ser al món captat pels sentits d'indoles ben diverses, mentre la tendència original al moviment que tenen els cossos sempre és d'ordre rectilini. Els exemples que Descartes aporta són clarificadors:

«Par exemple, si l'on fait tourner une rouë sur son essieu, encore que toutes ses parties aillent en rond, parce qu'étant jointes l'une à l'autre elles ne sauroient aller autrement: toutesfois leur inclination est d'aller droit; ainsi qu'il paroist clairement, si quelqu'une par hazard quelqu'une se détache des autres. Car aussitôt qu'elle est en liberté, son mouvement cesse d'estre circulaire, & se continuë en ligne droite. De même, quand on fait tourner une pierre dans une fronde, non seulement elle va tout droit, aussi tost qu'elle en est sortie: mais de plus, pendant tout le temps qu'elle y est, elle presse le milieu de la fronde & fait tendre la corde, montrant évidemment par là qu'elle a toujours inclination d'aller en droite ligne, & qu'elle ne va en rond que par *contrainte*».²³

És magnífic i apropiadíssim el passatge: «Ne va en rond que par *contrainte*», «no es mou circularment si no és *per força*»; és a dir: la circularitat –i qualsevulla altra mena de moviment no rectilini– és un moviment que només pot ser causat per alguna mena de força. Aquesta sola frase del filòsof francès enderroca de nou, com ja havia fet Kepler amb altres consideracions, tot el fonament aristotèlic del moviment natural circular. El moviment circular no és natural, sinó tot el contrari, és *forçat*. I no podem oblidar que les lleis que condueixen Descartes a aquesta conclusió són anomenades *lleis de la naturalesa*, dit altrament: són les lleis de tota la naturalesa terrestre i celeste entesa com a *cosmos*. De manera que l'afirmació que atribueix al moviment circular un origen forçat és extensible al cosmos sencer i per tant, els moviments de tots els orbes celestes, planetes, cometes o satèl·lits, són moviments que han de ser explicats partint de la base que les propietats naturals intrínseques ja no són vàlides. Això és, precisament, el que diferencia Descartes de Galileu: el científic i filòsof italià va ser incapaç d'unificar la llei d'inèrcia que apareix en la dinàmica terrestre amb una nova dinàmica celeste. Per a Galileu, la inèrcia que mou amb constància els orbes celestes és sempre naturalment circular, mai rectilínia.

A mode de recapitulació: la mirada cartesiana es complau en igualar la fona (un moviment de dinàmica terrestre) i els planetes (un moviment de dinàmica celeste), i fer també desaparèixer del tot l'antiquíssima distinció entre un món sublunar i un món supralunar. El moviment de la fona i també dels planetes, en aquest cas ambdós circulars, han de ser necessàriament causats per alguna *força*, ja que si no fos així no podria ser vàlida la llei d'inèrcia. I aquesta força, com ja ha quedat clar, ha de ser una força que es transmeti, estrictament, per contacte físic, assegurant d'aquesta manera la preeminència definitiva del mecanicisme universal, perquè si no fos així Descartes no podria evitar la temptació d'alguns altres a postular una força de caràcter anímic a distància. Així doncs, tant en el cas de la fona com en el cas dels planetes ha d'haver-hi alguna «força centrípeta» que origini els moviments circulars. Com que, al mateix temps, Descartes entén com a extens *només* allò que és material –o si es vol: tot allò

²³ *Ibidem*, p. 95. [«Per exemple, si es fa girar una roda sobre el seu eix, malgrat que totes les seves parts donin voltes –ja que estant les unes unides a les altres no podrien girar de cap altra manera–, la seva tendència és, no obstant, a desplaçar-se de forma rectilínia, tal i com es mostra amb claredat si per atzar alguna de les parts se separa de les altres: tan aviat com es troba en llibertat, el seu moviment cessa de ser circular i segueix en línia recta. D'igual manera, quan es fa girar una pedra en una fona, no només es desplaça de forma rectilínia al punt que surt llençada sinó que fins i tot, mentre segueix lligada, estira del centre de la fona i tensa la corda, mostrant així amb tota evidència que manté sempre la seva inclinació a desplaçar-se en línia recta i que no es mou circularment si no és *per força*»].

que no és material no és extens- dedueix aleshores que el buit, com que sol ser entès paradoxalment com a extensió absent de matèria, és simplement impossible. Segons Descartes és, repetim, absolutament impossible que existeixi quelcom extens que no tingui materialitat: és, diguem-ne, una contradicció en els propis termes. Si, com s'ha entès tradicionalment, el buit fos extensió pura on hi ha absència de materialitat, aleshores una cosa així no hi ha manera lògica que pugui donar-se.

«Pour ce qui est du vide, au sens que les philosophes prennent ce mot, à savoir pour en espace où il n'y a point de substance, il est évident qu'il n'ya point d'espace en l'univers qui soit tel, parce que l'extension de l'espace ou du lieu intérieur n'est point différente de l'extension du corps. Et, comme de cela seul qu'un corps est étendu en longueur, largeur et profondeur, nous avons raison de conclure qu'il est une substance, à cause que nous concevons qu'il n'est pas possible que ce qui n'est rien ait de l'extension, nous devons conclure le même de l'espace qu'on suppose vide, à savoir que puisqu'il y a en lui de l'extension il y a nécessairement aussi de la substance».²⁴

D'on Descartes dedueix algunes consideracions cabdals: 1) en primer lloc, com és obvi, l'univers sencer és absolutament *ple*, l'univers és un «plenum». On no hi ha matèria, no hi ha univers físic. Reprèn, d'alguna manera renovada, l'antiga noció aristotèlica del «horror vacui» i, per tant, l'univers s'ha d'entendre com un «corpus continuum» de matèria extensa. 2) En segon lloc, la matèria és *impenetrable*: quan un objecte ocupa un lloc cap altre cos pot ocupar aquest mateix lloc si no és que hi ha un desplaçament –o el que és el mateix: tampoc hi ha buit a l'*interior* de la matèria. Per tant, tot cos i tot objecte també s'han d'entendre com un continu material en la seva interna composició. 3) Es dedueix, doncs, que els cossos no poden estar formats per una multitud d'unitats mínimes de matèria o àtoms, ja que els àtoms representen, precisament, el contrari del continu: representen unitats discretes separades pel buit. Com que el buit és impossible, els àtoms també.

Tot el que s'ha dit du Descartes a una cruïlla teòrica inevitable: de quina manera es podria harmonitzar, d'una banda, que, com s'ha dit, sigui necessària una força centrípeta i mecànica que s'enfronta a la llei d'inèrcia i que és causant del moviment circular; i de l'altra, la necessitat física de la inexistència del buit conferint una imatge de l'univers que es correspon amb un «plenum» extens? O en altres paraules: quin és el mecanisme, en un món ple, que duu la matèria extensa de l'univers a no seguir el moviment natural d'inèrcia rectilínia i, d'aquesta manera, a comportar-se seguint un moviment *forçat* de forma circular, tal i com s'observa en tots els orbs celestes? La resposta a aquesta pregunta serà el que farà a Descartes desenvolupar la famosa «teoria de vòrtexs» que, més que a cap altre lloc, va tenir tants partidaris a la França de la segona meitat del segle XVII. La teoria cartesiana dels vòrtexs es basava en el fet que, en un univers ple, si un objecte es movia, necessàriament un altre objecte havia d'ocupar el seu lloc, en tant que mai pot existir el buit. El lloc lliure que deixava el segon objecte havia de ser ocupat per un tercer que deixava alhora el seu lloc. La única manera que permetria el moviment sense que quedés mai cap lloc buit seria

²⁴ R. DESCARTES, *Principes de la philosophie*, II, 16, p. 134, chez F.G. Levrault, Paris, 1824. [«Pel que fa al buit, en el sentit que els filòsofs prenen aquesta paraula, a saber, entenent-lo com un espai on no hi ha substància, és evident que no pot donar-se a l'univers, atès que l'extensió de l'espai o del lloc interior no difereix de l'extensió del cos. I com que un cos és extens en longitud, amplada i profunditat, tenim raons per a concloure que és una substància, atès que concebem que no és possible que allò que no és res tingui extensió, també hem de concloure el mateix, doncs, de l'espai que se suposa buit: a saber, que malgrat que en ell hi ha extensió, ha d'haver-hi en ell, necessàriament, substància»].

aquella en què l'espai teòricament buit deixat per l'últim objecte de la cadena de moviments l'ocupés l'objecte primer que s'havia mogut, i això, necessàriament, en la forma més simple, només pot donar pas a un moviment circular. D'aquesta manera, Descartes proposava un univers «plenum» en què cadascun dels estels i planetes estigués envoltat d'un remolí de matèria que orbitaria circularment al voltant d'un centre de matèria acumulada. D'aquesta manera, els planetes propers a la Terra, i per suposat, la Terra mateixa, serien parts de matèria que es mouen més o menys circularment al voltant d'un centre-Sol sent arrossegats pel remolí, o vòrtex, dutes per la necessitat còsmica d'evitar el buit. De la mateixa manera, com que el concepte cartesià és aplicable a tot l'univers, totes les parts extenses del cosmos tindrien aquest comportament. Thomas Kuhn en fa una descripció que podem considerar prou ajustada: «To Descartes it seemed self-evident that the only enduring motions in a *plenum* must occur in circulatory streams. Each particle in such a stream pushes forward its nearest neighbor until, finally, to avoid a vacuum, the push is returned to the first particle over an approximately circular path. Then, having filled the potential void, the process starts again. Since, for Descartes, these circulatory streams were the only possible enduring motions, he believed that, whatever push God gave to the corpuscles at the creation, they would ultimately circulate in a set of vortices scattered through all of space»²⁵.

De fet, pel que ens interessa, cadascun d'aquests vòrtexs és una mena de fluid circumdant que, en el seu moviment circular, actua com a pressió per sobre dels elements materials inferiors. Tota òrbita d'un material sobre aquests vòrtexs fluids faria pressió sobre els fluids interns a l'òrbita i no permetria que la matèria *interna* pogués escapar en línia recta, seguint el moviment natural inercial, com si d'aquella pseudoforça centrífuga es tractés. D'aquesta manera, com tot es mou seguint l'ordre dels vòrtexs, no hi hauria manera que una matèria inferior o interna al vòrtex escapés de la seva pressió. Aquesta és, doncs, la manera cartesiana d'explicar el perquè de la gravitació: incapacitat de la matèria de rebel·lar-se contra la força de pressió que emana de la velocitat dels vòrtexs, de manera que tota matèria que orbiti a menys velocitat serà obligada a descendir pel contacte veloç del fluid superior.

«Each of Descartes's vortices was, at least potentially, a solar system, generated and governed by the corpuscular laws of inertia and collision. For example, corpuscular impacts just balance the centrifugal tendency that inertia gives to each corpuscle in the vortex. If all others were removed, each single particle would travel straight ahead along a tangent to its normally circular path and thus leave the vortex. It does not do so only because constant collisions with particles outside of it in the vortex continually drive it back toward the center».²⁶

²⁵ T. KUHN, *Copernican revolution: planetary astronomy in the development of western thought*, p. 240, Harvard University Press, 1972. [«A Descartes li va semblar del tot evident que els únics moviments durables en un *plenum* havien de produir-se segons corrents circulars. Cadascuna de les partícules d'un corrent d'aquesta mena empenyeria a la seva veïna més propera fins que, per a evitar el buit, l'impuls revertiria sobre la primera partícula segons una trajectòria aproximadament circular. D'aquesta manera, un cop ple el buit potencial, el procés tornava es tornava a iniciar. Per a Descartes, aquests corrents circulars eren els únics moviments possibles que perduren. En conseqüència, creia que fos quin fos l'impuls que Déu hagués donat als corpuscles en el moment de la creació, acabarien per moure's segons un conjunt de vòrtexs disseminats per tot l'espai»].

²⁶ *Ibidem.*, p. 242. [«Cadascun dels vòrtexs de Descartes era, almenys en potència, un sistema solar engendrat i regit per les lleis corpusculars de la inèrcia i de les col·lisions. Per exemple, els xocs corpusculars equilibraven exactament la tendència centrífuga que la inèrcia assigna a cadascun dels corpuscles del vòrtex. Si en un vòrtex s'eliminessin totes les partícules menys una, aquesta es mouria en línia recta ben al llarg d'una tangent al trajecte circular que es recorria, de mode que acabaria per

Volem reiterar-nos i insistir en el fet que la força centrípeta, i per extensió la força gravitatòria, és, en el cas cartesià, una força externa i mecànica de pressió que es presenta com a universal, i en cap cas com una particularitat exclusiva de la dinàmica terrestre. La dinàmica que es presenta a l'univers sencer és la dinàmica que actua també en el nostre planeta. Ja havíem dit que l'objectiu de la dinàmica cartesiana era anul·lar qualsevulla diferència entre móns supralunar i sublunar, i conferir a la física terrestre el mateix status que hagués de tenir la física celeste. Per tant, en la física cartesiana, la gravitació terrestre no es deu a cap tipus de moviment natural dels elements de caire aristotèlic, ni de caire copernicà de la tendència natural a l'esfera, ni tan sols de caire keplerian amb els fonaments d'una atracció magnètica. És senzillament, la cartesiana, la màxima expressió de la mecànica de contacte.

«Pues bien, la gravedad responde al mismo tipo de mecanismo. En el entorno del pequeño torbellino que rodea la Tierra, aquellas partes del segundo elemento que poseen una elevada velocidad tienen también una mayor tendencia a alejarse del centro que otras con menor velocidad, incluso aunque estas últimas sean de mayor tamaño. Si el espacio que se extiende más allá del cielo estuviera vacío, esas partes primero y todas las demás después saldrían despedidas, del mismo modo que una piedra sale de la honda. Pero, puesto que el vacío no es posible, las partes del segundo elemento o éter no podrán ascender, *a menos que otras descieran y ocupen el lugar dejado por ellas*. Esas partes que se ven empujadas a caer son aquellas del tercer elemento, que, al moverse con menor velocidad, son expulsadas por la veloz materia circundante hacia el centro de su movimiento. Al descenso de las partes del tercer elemento en el entorno de la Tierra es a lo que Descartes denomina *pesantez o gravedad*».²⁷

Una estricta exposició detallada de la teoria de vòrtexs cartesiana demanaria una obra específica complexa i minuciosa que no és pas l'objecte d'aquest projecte. Valgui el que s'ha dit com a suficient per a poder preparar la vertadera fita d'aquesta primera part: la gènesi de la llei de gravitació newtoniana. Durant gairebé un segle, des del tercer quart del segle XVII fins al tercer quart del segle XVIII, la visió física cartesiana, fonamentada en els axiomes de la inexistència del buit, de l'acció per contacte i dels vòrtexs, va arrossegar a una gran munió d'intel·lectuals europeus, principalment francesos, a enfrontar-se a les noves idees que sorgien d'Anglaterra, en especial la revolució que va ser la nova comprensió de la gravetat per part de Newton.

Totes les idees cartesianes van deixar un rastre molt polièdric i diversificat, tant les idees metafísiques com les que van donar pas a la seva física. Malgrat la qualitat del Descartes matemàtic, el cert és que les obres de física de Descartes no presenten cap mena de matematització. En aquest sentit, Descartes no és encara plenament modern: continua tenint un discurs exclusivament teòric, imaginatiu i carregat de nocions més aviat «pseudofísiques». La posterior tradició cartesiana es trobarà, de fet, als antípodes del nou ideal matemàtic anglès que acabarà cristal·litzant en la figura de Newton. Els deixebles posteriors de Descartes, homes com Jacques Rohault (1620-1675), Bernard Le Bouvier de Fontenelle (1657-1757), Philippe Villemot (1651-1713), Joseph Privat de Molières (1677-1742) o Jean-Jacques Dortous de Mairan (1678-1771) van continuar defensant amb fervor el model de vòrtexs cartesià i el van

abandonar el vòrtex. Si no ho fa així, és només perquè les seves constants col·lisions amb les partícules del vòrtex que se'n troben fora, l'empenyen contínuament cap al seu mateix centre»].

²⁷ A. RIOJA/J. ORDÓÑEZ, *Teorías del Universo, Vol. II. De Galileo a Newton*, cap. 4.3, p. 161, Ed. Síntesis, 1999.

intentar millorar, però mai escriuran obres en què el gust per la nova matematització hi sigui present; si hi afegim, a més, l'extrema tendència a una física deductiva i absolutament racionalista, i l'avenç en les tècniques observacionals al llarg del segle XVIII, s'entén bé que la seva lluita intel·lectual amb les visions newtonianes acabés en una digna derrota.

§ 1.5 La matematització de la força centrífuga

Un dels principis intuïtius fonamentals del coneixement científic, com és sabut, és el que es coneix com la «navalla d'Ockham» (Guillem d'Ockham, 1280-1349). El principi diu que quan dues hipòtesis en igualtat de condicions tenen les mateixes conseqüències, és aconsellable inclinar-se per la més simple i deixar de banda la més complexa. La lliçó que pretén donar-nos el principi rau en la creença que la hipòtesi correcta sempre serà la que es mostri amb més simplicitat; i d'aquí se n'extrau alhora una segona creença que pressuposa que la naturalesa, d'entre totes les possibilitats imaginables, sempre pren el camí més senzill per a operar. Per suposat que és un principi qüestionable i no és, estrictament, cap llei natural; però el fet empíric és que al ben llarg de la història de la ciència ha donat uns resultats gens menyspreables.

L'esmentada teoria de vòrtexs cartesiana, davant d'altres hipòtesis rivals, no surt gens afavorida des del principi de la navalla d'Ockham. Pateix molts defectes: 1) és excessivament qualitativa, és a dir, justament com observem als propis escrits de Descartes, no es mostra gens quantificable matemàticament; 2) demana excessius pressupòsits, i molts d'ells molt discutibles, com per exemple, la inexistència del buit; 3) ha menester de massa esglaons conceptuals per a què adopti certa consistència, com ocorre amb la descripció cartesiana dels distints *cels* o *elements*; 4) es mostra, d'entrada, exageradament deductiva, sense gairebé recolzar-se en alguna o altra mena d'observació experimental avançada. Tots aquests defectes van dur la teoria de vòrtexs a una descripció excessivament complexa des del punt de vista científic, i això va causar que, senzillament, la teoria no tingués èxit, gairebé cap èxit, almenys entre les ments més científiques, més despertes i menys metafísiques de la ciència europea. I amb més o menys pressa, es va abandonar.

En canvi, el principi universal cartesià d'inèrcia rectilínia va quallar i ja no es va moure més del corpus dels principis fonamentals de la física mecànica. Quedava ben clar que qualsevol cos, per si mateix, ni conserva l'estat de repòs –com havia dit Kepler- ni manté cap mena de moviment circular –com havia dit Galileu- si no hi ha influències externes, sinó que simplement conserva un moviment constant i rectilini. De manera que quedava clar que tots els cossos que visiblement orbiten al voltant d'un centre sortirien en línia recta si no hi hagués una força centrípeta de la mateixa magnitud que els equilibrés en un moviment circular. Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679), a la seva coneguda obra *Theoricae Mediceorum Planetarum ex Causis Physicis Deductae* (1666), ho deixa ben clar:

«Planetae quemdam habeant naturalem appetitum se uniendi cum mundano globo, quem circumeunt, quodque reuera contendunt omni conatu ipsi appropinquare, planetae uidelicet Soli, Medicea vero sydera Ioui. Certum est insuper quod motus circularis mobili impetum tribuit se remouendi a centro eiusmodi reuolutionis [...] Supponamus igitur planetam niti Soli ipsi appropinquare, quoniam interim ob circularem motum impetum acquirit se se amouendi ab eodem centro solari, hinc est, quod dum aequales euadunt vires contrariae (altera enim ab altera compensatur) neque vicinior, neque remotior

fieri potest ab ipso Sole ultra certum, ac determinatum spatium, ideoque planeta libratus apparebit, & supernatans». ²⁸

En aquest paràgraf, com es veu, ve especificat l'inhibidor del suposat «impetus» centrífug que ha de promoure la inèrcia rectilínia: un «naturalis appetitus» que, de fet, reprèn la concepció copernicana. Però, sorprenentment, al llarg de les *Theoricae*, Borelli acaba afirmant que el moviment d'atracció que experimenten els cossos orbitals cap al centre no pot deure's a altra cosa sinó a una influència de caràcter magnètic que transporten els raigs del Sol. Evidentment, es tracta d'una recuperació de la mirada kepleriana, ara amb alguna petita modificació conjuntural. Luciano Boschiero en fa un resum adequadíssim: «Borelli then had to explain why he believed planets remain in their orbits and do not move rapidly towards their central body because of the centripetal tendency [...]. Borelli asserted that the rays of light, emanating from the central body as it revolves, push the satellite around [...]. He purported that instead of the planet requiring the constant push from the rays to keep it moving, as Kepler suggested, each ray actually imparts an increment of motion upon the orbiting body. In other words, the satellite receives an impetus from each ray, an increment of motion that remains in the body [...]. Returning to the issue of centrifugal tendency, which will counterbalance the centripetal tendency, Borelli went on to claim that the impetus provided by the light rays would push the planet outward, for the following reason. As we have seen, the repeated impulse from each ray increases the speed of the orbital body, up to a terminal rotational velocity. This causes, from moment to moment, a tendency to move along the tangent to the circle at the point under consideration. Borelli understands such tangential tendency to manifest itself as each instant as a centrifugal tendency whereby the orbiting body has a natural impulse to move in a radial, outward direction from the central body. Finally, according to Borelli, what restrains the planet from moving in this outward direction is the previously described centripetal magnetic tendency pushing the planet inwards. These two tendencies are therefore keeping the planet in equilibrium and on its orbit»²⁹. Si tenim en compte que les *Theoricae* de Borelli van ser escrites el

²⁸ G. A. BORELLI, *Theoricae Mediceorum Planetarum ex Causis Physicis Deductae*, cap. XI, p. 47, Florència, 1666. [«Els planetes tenen un cert apetit natural a unir-se a l'esfera del món al voltant de la qual es mouen, raó per la qual tendeixen, de fet, a apropar-se a ella amb totes les seves forces; en concret, els planetes al Sol i els planetes mediceus a Júpiter. D'altra banda, és indubtable que el moviment circular confereix al mòbil un *impetus* per a allunyar-se del centre de revolució [...] Supposem, per tant, que el planeta tendeix a aproximar-se al Sol i que, al mateix temps, degut a l'*impetus* del moviment circular, adquireix la força per a allunyar-se del centre solar. En la mesura que les forces contràries siguin iguals (la una, en efecte, es veu compensada per l'altra), el planeta no podrà respecte al Sol ni apropar-s'hi ni allunyar-se'n, ni tampoc podrà trobar-se fora d'un espai concret i determinat, de mode que apareixerà en equilibri i sobrenedant»].

²⁹ L. BOSCHIERO, *Experiment and natural Philosophy in Seventeenth-Century Tuscany*, p. 78. Ed. Springer, 2007. [«Aleshores Borelli va haver d'explicar per què creia que els planetes romanien en les seves òrbites i per què no es desplaçaven veloçment cap al seu cos central seguint la força centrípeta [...] Borelli va afirmar que els raigs de llum, tal i com emanen del cos central que gira, empenyen el satèl·lit al seu voltant [...] Va donar a entendre que el planeta, en lloc de requerir una pressió constant dels raigs per tal de mantenir-lo en moviment, com havia suggerit Kepler, rep en realitat un increment de moció de cadascun dels raigs que el permet seguir en òrbita. En altres paraules: el satèl·lit rep un *impetus* de cada raig, un increment de moció que roman en el cos [...] I pel que fa, de nou, a la força centrífuga que ha de compensar la tendència centrípeta, Borelli va acabar dient que l'*impetus* inherent als raigs de llum pressionarien el planeta cap enfora, per la següent raó: com hem vist, l'impuls repetit de cadascun dels raigs incrementa la velocitat del cos que orbita fins a una velocitat rotacional definitiva. Aquest fet causa d'un moment a l'altre una tendència a moure's al llarg de la tangent del cercle. Borelli entén aquesta tendència tangencial que es manifesta a cada instant com una força

1666, una cinquantena d'anys després de les idees de Kepler, ens adonem que, si bé la descripció innovadora de Descartes al voltant de la inèrcia rectilínia havia arrelat en els astrònoms professionals de finals del segle XVII, no podem dir per contra, que s'haguessin fet massa avenços pel que fa a l'explicació causal de la força centrípeta, és a dir, pròpiament, la gravitació. Borelli encara emprava velles explicacions, com és, per exemple, la visió de la força gravitatòria com a reflex d'atraccions magnètiques. Per suposat que Borelli deuria conèixer a fons i amb rigor la teoria de vòrtexs cartesiana, però, significativament, la deixa totalment de banda.

Aquest anar i venir, aquest fluctuar tremolós d'una vella teoria a una altra, i d'aquesta altra a una altra, per part de les grans personalitats científiques de l'època per tal de poder apropar-se a l'origen de la causa centrípeta, demostra la confusió i l'esgotament a què s'havia arribat. Es resistia la comprensió qualitativa del problema planetari; de fet, la comprensió qualitativa del problema gravitacional no arribarà fins a l'obra d'Albert Einstein (1879-1955). Els estris matemàtics i els coneixements de física del segle XVII no permetien, de cap manera, la comprensió profunda de la gravitació, i d'aquí en resultava un inevitable anar a les palpentes. Majoritàriament, a finals del segle XVII, hom començava a tenir clar que la mecànica celeste i la mecànica terrestre havien de ser unificades; però aquest coneixement depenia directament de les distintes teories qualitatives, i com que elles mateixes no podien ser demostrades, tampoc podia ser demostrada la desitjada unificació.

Una astuta sortida a tot aquest trencaclosques podia ser un nou enfocament: independentment de quina fos la causa explicativa, hom havia d'emprendre la tasca d'oferir una descripció merament quantitativa, és a dir, matemàtica. Si bé la causa qualitativa quedava oculta als ulls de la ciència, era un fet empíric que els planetes orbiten al voltant del Sol. La grandesa de Kepler recau, precisament, en el fet que, tot i suposant que la teoria magnètica fos errònia, havia estat capaç de donar una descripció matemàtica del fet orbital; i aquesta descripció, amb la predictibilitat que comporta, es mostrava com a coneixement indubtable, a diferència de cadascuna de les teories «qualitatives». Potser calia renunciar a *explicar* les forces centrípetes i centrífuges; però no a la possibilitat de *quantificar-les*. És ara quan apareix l'esclat de la física moderna, més interessada potser en descripcions matemàtiques que en explicacions causals. Àdhuc pot parlar-se d'una primera gran *revolució quantitativa*, fins al punt que molts discursos de caràcter qualitatiu queden en un segon pla.

Atès que la tendència tangencial rectilínia de tot cos en rotació ja no es posava en dubte, aquest era un bon lloc per on començar: s'havia de matematitzar la força centrífuga, allò que Borelli ben anomenava «impetus». Entenem per «matematitzar» mesurar o quantificar la força centrífuga en funció dels factors que intervenen en l'observable fet rotacional, superant així tota mena de descripció qualitativa. Es tracta d'una perspectiva pràctica i funcional: saber *quanta* força centrífuga es dóna en el fet rotacional més que no saber *perquè* es dóna. És a aquesta tasca a la que es va abocar Christiaan Huygens (1629-1695), nascut a La Haia i fill de Constantin Huygens, que fou una de les ments més obertes dels Països Baixos postrenaixentistes i amic personal de Descartes durant la llarga temporada que aquest últim va passar en terres holandeses. Sabem que el jove Huygens, per aquest motiu, va tenir també la possibilitat de conèixer personalment Descartes i que la seva figura va acabar per impressionar-lo, com es deixarà entreveure al llarg de tota la seva carrera científica.

centrífuga mitjançant la qual el cos orbital rep un impuls natural per a moure's en una direcció externa i radial respecte al cos central. Finalment, segons Borelli, el que impedeix al planeta de moure's en aquesta direcció externa és la ja descrita força centrípeta que atrau el planeta cap a l'interior. És la combinació d'aquestes dues forces la que permet mantenir el planeta en equilibri i en òrbita].

Com ja s'ha dit, Christiaan Huygens empra per primer cop, l'any 1659, el terme «força centrífuga», i ho fa a la seva obra *De vi centrifuga*, escrita l'any esmentat, però que no apareixerà públicament fins al 1703. En aquesta obra, Huygens demostra tretze teoremes al voltant del que ha decidit anomenar «força centrífuga». L'any 1675, a Paris, publica *Horologium Oscillatorium*, on enunciarà per primera vegada aquests tretze teoremes que, elaborats setze anys abans, encara no havien vist la llum. *Horologium oscillatorium* és una obra dedicada a la construcció d'un precís rellotge que funcionés seguint el constant moviment d'un pèndol. És en aquest context que Huygens ha de treballar seguint el concepte d'inèrcia rectilínia: un pèndol no és res més que un cos suspès d'un punt central per alguna corda tot efectuant un moviment de vaivé. Per tant, estrictament, un pèndol és una estructura parcial equiparable a una fona –una pedra que mostra un moviment rotacional al voltant d'un punt central al qual es vincula a través d'una corda o alguna cosa similar. Per tant, no podem saber fins a quin punt Huygens descriu el concepte de força centrífuga pensant en la seva aplicació als moviments rotacionals planetaris.

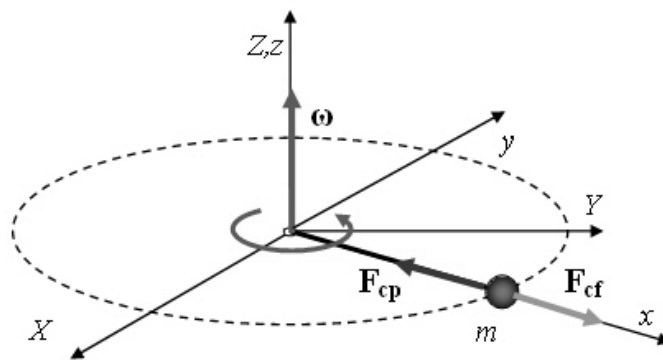


Figura 1

Si, posem per cas, ens imaginem ara de peu sobre una superfície circular i imaginem que la superfície comença a girar sobre el seu eix central (vegi's Figura 1), notarem que la força centrífuga (F_{cf}) ens empeny a sortir del sistema rotacional, de manera que una vegada ens en sortim ens desplaçarem en línia recta. Per a evitar sortir-nos del sistema rotacional, suposarem que ens agafem fort a un eix central perpendicular a la superfície, i d'aquesta manera, vencerem la força centrífuga i podrem vincular-nos al sistema rotacional i seguir el gir sobre la mateixa superfície circular. La tensió del nostre braç (i la força que hi és adscrita) és allò que permet que seguim rotant dins del sistema, i, per tant, és totalment equiparable a la força de la gravitació en el cas de les òrbites planetàries: en ambdós casos, tant nosaltres sobre la superfície circular com els planetes al voltant del Sol, poden seguir dins del sistema rotacional perquè una força els hi manté; aquesta força que ens manté lligats al sistema rotacional és el que anomenem la força centrípeta (F_{cp}), i en el cas planetari la força centrípeta és la força gravitatòria i en el nostre cas sobre la superfície és la quantitat de tensió del nostre braç.

És important no perdre'ns en aquest punt: estrictament parlant, la única força existent en aquests casos particulars –i que, sense dubte, podem generalitzar– és la força centrípeta. Si no existís la força gravitatòria en el cas dels planetes, aquests continuarien en el seu estat d'inèrcia rectilínia; igualment, si no ens agaféssim a l'eix, nosaltres també continuaríem en un moviment d'inèrcia rectilínia. Però des del

nostre punt de vista dins del propi sistema, com a sistema referencial no inercial, no notem cap acceleració centrípeta en direcció a l'eix al que estem agafats, i en canvi, sí notem, de manera il·lusòria i paradoxal, alguna mena de força que ens empeny enfora en sentit contrari a la força centrípeta, malgrat que, com diem, no existeixi. Però el que és interessant d'entendre és que entre la real força centrípeta i la força centrífuga il·lusòria hi ha una absoluta equivalència. D'on se n'extreu que:

«El tipo de aceleración que engendra la gravedad es exactamente el mismo que el que origina la fuerza centrífuga en el instante en el que el cuerpo comienza a avanzar por la tangente al ser liberado de la cuerda que lo retenía. Cambiando el sistema de referencia ha sido posible atribuir al grave simultáneamente movimiento inercial (por la recta tangente) y movimiento uniformemente acelerado [...]. El camino seguido para evaluar cualitativamente dicha fuerza centrífuga ha puesto de manifiesto que ella y la gravedad no son sino *conatus* de igual naturaleza orientados en sentido contrario por relación al centro de los movimientos circulares. En la medida en que la tensión de la cuerda que retiene e impide la caída de un peso suspendido de ella es la misma que la que evita el alejamiento del centro de un cuerpo en rotación, quiere decirse que los efectos de la gravedad y de la fuerza centrífuga (en este caso sobre la cuerda) son idénticos. De ahí que engendren el mismo tipo de movimiento acelerado. Se trata de fenómenos complementarios que traen a la memoria *el principio de equivalencia entre gravedad y aceleración* que siglos después establecerá Einstein en su teoría general de la relatividad».³⁰

Cal dir, però, que Huygens entendrà la força centrífuga com a no il·lusòria, sinó com a força efectiva, i d'aquesta manera, entendrà el moviment rotacional com un equilibri entre les dues forces integrades i, per tant, com a resultat nul de les seves tendències oposades, tal i com ja hem dit que havia suggerit Borelli. La deducció geomètrica que fa Huygens per tal de poder quantificar la força centrífuga parteix de la base que les successives distàncies entre els punts de la tangent i els punts de la circumferència que descriu la trajectòria circular poden ser preses com a mesura exacta de la força centrífuga. Huygens acabarà deduint de manera geomètrica que la força centrífuga –i per tant també la força centrípeta– creix constantment en proporció al quadrat de la velocitat lineal (v) i decreix en proporció al radi del cercle (r). A més, atès que com més quantitat de matèria posseeixi un cos, més gran haurà de ser la seva tendència a sortir-se del sistema rotacional en direcció a la tangent, es dedueix aleshores que la massa (m) del cos haurà de ser directament proporcional a la força centrífuga.

$$F_c = \frac{mv^2}{r} \quad (1)$$

En lloc d'en termes de velocitat lineal, la dualitat força centrífuga-centrípeta també pot ser expressada en funció de la velocitat angular (ω). Entenem per velocitat angular com l'angle girat per unitat de temps en un sistema rotacional i la seva unitat de mesura és el radian per segon. En un moviment circular uniforme, tenint en compte que una revolució completa són 2π radians, aleshores $\omega = 2\pi/T$. La velocitat lineal també pot ser expressada, de forma directament proporcional, en funció de la velocitat angular i el radi, $v = \omega r$, o el que és el mateix, $v = 2\pi r/T$. Huygens

³⁰ A. RIOJA/J. ORDÓÑEZ, *Teorías del Universo, Vol. II. De Galileo a Newton*, cap. 4.6, p. 170-1, Ed. Síntesis, 1999.

demostra, doncs, que al mateix temps la força centrífuga és proporcional al quadrat de la velocitat angular i al radi i, per suposat, a la variable de la massa del cos.

$$F_c = m\omega^2 r \quad (2)$$

Ha de quedar clar que la força centrípeta (i el seu revers centrífug) és una *acceleració* (a_c) que es dirigeix cap al centre de la circumferència del sistema rotacional (o en el seu revers centrífug cap enfora). Els objectes amb moviment rectilini uniforme tenen una velocitat constant; tot i així, qualsevol objecte que es mogui amb velocitat constant en un sistema rotacional pateix constantment un canvi de direcció en el seu moviment, o el que és el mateix, en la direcció de la velocitat. Puix que el mòdul de la velocitat canvia, existeix aleshores una acceleració en direcció a l'eix central ($F_c = a_c$), tal com expressa el text quan afirma que «el tipo de aceleración que engendra la gravedad es exactamente el mismo que el que origina la fuerza centrífuga» o «de ahí que engendren el mismo tipo de movimiento acelerado».

Totes aquestes aportacions de Huygens a un nivell quantitatiu, és a dir, a un nivell matemàtic, van ser fonamentals en el decurs del que hauria d'acabar en la llei de la gravitació universal d'Isaac Newton. Però tota aquesta instrumentalització matemàtica de Huygens no donava prou, ni de bon tros, com per a poder explicar el problema planetari. Malgrat aquest reeixit descobriment matemàtic, el cert és que Huygens, a un nivell qualitatiu i pel que fa a concepcions astronòmiques, encara estava imbuït d'errors conceptuals tan greus que li feien impossible, fins i tot impensable, poder resoldre el problema planetari.

En primer lloc, Huygens, erròniament i tal com havia postulat Borelli, entén el moviment rotacional dels planetes com un equilibri entre dues forces ben *reals*: la força centrífuga i la força centrípeta –és a dir, tal i com aquesta relació s'havia entès en els seus orígens i que tant enutjava Osgood a *Mechanics*-. Huygens no s'acaba d'adonar que la força centrífuga només pot ser considerada una *pseudoforça*, o si es vol, un reflex fictici de la força centrípeta. No obstant, l'entén com a real i com a generada per la tendència inercial en la direcció de la tangent. En segon lloc, Huygens concep l'origen de la força centrípeta lluny de l'atracció que pot exercir el centre en el cas del sistema rotacional planetari, és a dir, el Sol. Si bé Borelli, sadoll de pensament copernicà, encara creia en una tendència inherent als propis cossos, un «naturalis appetitus», Huygens, no podent pas desfer-se de tot el seu cartesianisme, acaba explicant l'acceleració centrípeta dels planetes cap al centre del sistema mitjançant la qualitativa teoria de vòrtexs cartesiana, més o menys repensada, més o menys apedaçada. Ho podem veure així a les seves obres *De gravitate* (1668) i *Discours sur la cause de la pesanteur* (1690). En tercer lloc, per a Huygens, i de nou igual que per a Borelli, la força aquesta que corba els moviments inercials havia de ser constant, cosa que realment no és, per tal com ja sabem per la posterior llei de Newton que l'esmentada força decreix amb el quadrat de la distància. Equipat de totes aquestes concepcions, Huygens no podia avançar cap a l'alliberament de les ocultes lleis que s'amaguen rere la complexa naturalesa del comportament planetari. Aquesta manca d'harmonia entre la concepció qualitativa i els estris quantitius se'ns mostra com un desencaixament poc superable. Fins que no hi hagués una harmonia entre concepció qualitativa i estri matemàtic no podria començar a encetar-se un camí d'èxits i de descobriments rellevants. La història, sempre tan capriciosa com és, i generosa en polèmiques plenes de suspens, va reservar aquest paper a dos homes enfrontats, Robert Hooke i Isaac Newton.

§ 1.6 Resolució de la mecànica centrípeta

Cal, a aquestes alçades, i potser a mode d'apèndix per a aquest primer capítol, considerar tot l'aparell conceptual i matemàtic de la cinemàtica moderna del moviment circular uniforme. Considerem una partícula que recorre amb velocitat constant una trajectòria circular al voltant del punt O (vegi's figura 2); es tracta d'un moviment periòdic, puix que es repeteix amb regularitat. Donada aquesta situació, anomenem *frequència* de rotació al nombre de revolucions per segon (n) i s'expressa en 1/seg o seg^{-1} . Igualment, entenem per *període rotacional* la quantitat de segons necessaris per a completar un revolució, de manera que és el recíproc de n i s'expressa en segons. També ha de fer-se una *mesura angular*: l'angle θ que recorre el radi de la circumferència quan la partícula es desplaça de P_1 a P_2 pot mesurar-se, òbviament, en graus; però sempre sol ser més convenient expressar-ho mitjançant la raó entre l'arc i el radi, és a dir, mitjançant l'equació $\theta = s/r$. La unitat de mesura són els radians. En el cas que $\theta=360^\circ$, aleshores $s = 2\pi r$, o sigui, tota la circumferència, de manera que la mesura en radians vindrà definida per $\theta = 2\pi r/r$, i per tant, $\theta = 2\pi = 360^\circ$. D'on es dedueix que $1^\circ=0,0175 \text{ rad}$ i que $1 \text{ rad} = 57,3^\circ$.

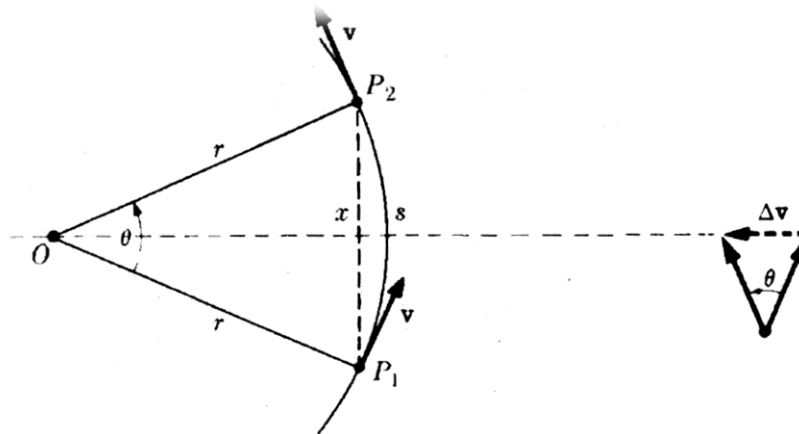


Figura 2

La *velocitat lineal* (o tangencial) de la partícula que gira uniformement queda, òbviament, definida per $v = s/t$ (temps), i mai varia. Cal tenir en compte que el *vector velocitat* associat a la partícula giratòria canvia de *direcció* a cada instant, mentre que la *magnitud de la velocitat* (que ve representada per la longitud de les fletxes) roman sempre constant. Si, com hem dit, $s = 2\pi r$, aleshores $v = 2\pi r/t$, i, tenint en compte que la freqüència és $n = 1/t$, aleshores la velocitat lineal també pot definir-se com $v = 2\pi nr$.

Una altra mesura anàloga de velocitat, com hem tractat abans, és el que anomenem *velocitat angular* (ω). Aquesta mesura no és la raó entre espai recorregut i temps, sinó la raó entre l'angle recorregut i el temps, expressada en rad/s. Entenem, doncs, que $\omega = 2\pi/t$, que és el mateix que $\omega = 2\pi n$. Per tant, si es comparen les dues equacions de la velocitat lineal i l'angular, és clar que es poden posar fàcilment una en funció de l'altra, $v = \omega r$ o $\omega = v/r$. Tot i així, cal tenir ben present que la velocitat angular introdueix una diferència important respecte a la velocitat lineal: mentre aquesta última no serà la mateixa depenent de la distància de la partícula respecte a l'eix de rotació, la velocitat angular sempre romandrà constant estigui on estigui la

partícula. Aquesta és, precisament, la seva utilitat. A partir d'aquests valors, podem començar a definir el que normalment s'entén per *acceleració centrípeta*. Ja hem dit que la magnitud de la velocitat roman constant en un sistema rotacional uniforme i que el vector velocitat varia la seva direcció a cada instant. Si, en general, un cos varia la direcció del seu vector velocitat és perquè, d'alguna manera, alguna força ha actuat sobre ell. En particular, també en el nostre cas, si la partícula giratòria altera la direcció del vector velocitat és perquè alguna força ha actuat sobre ella. Si no fos així, continuaria movent-se a velocitat constant en línia recta, obeint al principi d'inèrcia.

Tanmateix, si hi ha alguna força ha d'existir una acceleració. Pot semblar paradoxal que en un moviment de rotació uniforme al voltant d'un eix central on la partícula mai va més de pressa ni més a poc a poc, hagi d'existir necessàriament alguna mena d'acceleració. Però s'ha d'entendre que la velocitat és una magnitud *vectorial* que ve caracteritzada tant per la seva magnitud com per la seva direcció. És cert que la seva magnitud és escalar, però si hi ha un canvi en la seva direcció, hi hagi canvi o no en la seva magnitud, automàticament hi ha un canvi de velocitat, ja que l'entendem com a magnitud vectorial, i per tant, tot canvi en la velocitat és una acceleració. A la nostra figura 2, podem veure com el vector velocitat de la partícula a P_2 canvia respecte a P_1 , malgrat que la magnitud de la velocitat es conservi. Aquest canvi de P_1 a P_2 en el vector velocitat indica que hi ha hagut d'haver-hi un canvi de velocitat: com es veu a la part dreta de la figura, el vector P_2 és el resultant de la suma d'altres dos vectors, el vector velocitat a P_1 i el vector Δv dirigit cap al centre. Justament aquest vector Δv expressa el canvi de velocitat que hi ha hagut. Per tant, que la partícula es trobi ara a P_2 es deu necessàriament a què una força dirigida cap al centre (expressada amb el vector Δv) ha afectat a la posició inicial P_1 .

Com que existeix realment el vector Δv (que representa una força que actua dirigint la partícula cap al centre del sistema), ha hagut d'haver-hi una acceleració. Es defineix l'acceleració com el canvi de velocitat (Δv) dividida per l'interval de temps (Δt). Si duem al límit aquesta raó quan la variació del temps (Δt) es fa molt petita:

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right) \quad (3)$$

En tant que el temps és una magnitud escalar, aquesta acceleració també és un vector dirigit cap al centre del sistema rotacional; és per això que a aquesta acceleració se la denomina *acceleració centrípeta*. La causa d'aquesta acceleració centrípeta és la *força centrípeta* i també és un vector d'igual direcció cap a l'eix del cercle. Com a força que és ateny a l'expressió $F = ma$, on m és la massa del cos mòbil.

Quina és la magnitud de l'acceleració centrípeta? Pot ser deduïda de la següent manera: veiem a la figura 2 que un punt es mou de manera uniforme de P_1 a P_2 seguint l'arc s i descrivint l'angle θ . Ja sabem que les velocitats a P_1 i P_2 són iguals en magnitud, però la seva direcció varia a través de l'angle θ . Tal i com es mostra a la figura, obtenim Δv . Hem de fixar-nos que ambdós triangles, P_1OP_2 i $P_1\Delta vP_2$, són triangles isòsceles similars. Per tant, pot dur-se a terme la igualtat $\Delta v/\Delta t = vx/r\Delta t$. El primer membre representa l'*acceleració mitjana* a durant el temps Δt , i si anem restringint Δt a valors cada vegada més petits, aleshores, en el límit, quan Δt va aproximant-se a zero, l'acceleració mitjana arriba a ser exactament igual a l'acceleració instantània a :

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{vx}{r\Delta t} \right) \quad (4)$$

Però, al mateix temps, a mesura que Δt disminueix (i, justament amb ell, també disminueix θ), es fa evident que la línia x cada cop es fa més propera a l'arc s , de manera que es pot dir que, en el límit, $x = s$, i per tant podem escriure:

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{vs}{r\Delta t} \right) \quad (5)$$

De tot això se n'extrau, amb obvietat, que quan $\Delta t \rightarrow 0$, aleshores $s/\Delta t \rightarrow v$, que és la velocitat instantània del punt mòbil, de manera que:

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{vs}{r\Delta t} = \frac{v}{r} v = \frac{v^2}{r} \quad (6)$$

i així apareix la magnitud de l'acceleració centrípeta $a = v^2/r$, en funció de la velocitat lineal. Atès que, amb anterioritat, ja ha quedat ben definit que $v = \omega r$, aleshores l'acceleració centrípeta també pot expressar-se en termes de velocitat angular: $a = \omega^2 r^2/r$, que és dir, definitivament, $a = \omega^2 r$. A aquesta acceleració, per ser centrípeta, se la defineix com a_c .

Com que l'acceleració centrípeta només és la conseqüència d'alguna força que ha actuat, no la hem de confondre amb la *força centrípeta*, a la que també li posem el subíndex c , F_c . Com que $F = ma$, la força centrípeta haurà de ser definida com a $F_c = ma_c$. La força centrípeta no només és directament proporcional a la quantitat d'acceleració centrípeta, sinó també a la *massa* del cos mòbil. Fent les substitucions pertinents trobem que:

$$F_c = ma_c = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r = \frac{4m\pi^2 r^2}{t^2} = 4m\pi^2 n^2 r \quad (7)$$

Aquesta és la magnitud de la força centrípeta F_c , tal i com avui en dia és compresa. Fixem-nos, una vegada més i tal com dèiem al principi del capítol, que estrictament no existeix cap força centrífuga, sinó que ha de ser entesa com una pseudoforça fictícia. En un sistema rotacional només es combinen la llei d'inèrcia i l'acció d'una força centrípeta, tot i que, per a observadors no inercials pugui sentir-se com a real aquesta força d'allunyament centrífug.

Capítol 2

LA NETEJA DELS ESTABLES D'ÀUGIES

Paral·lelament a la dinàmica centrípeta, les lleis de Kepler van esdevenir una condició indispensable i esperó crucial per a la gestació de la física newtoniana. Tanmateix, no poden pas ser considerades descripcions del reglament físic de la realitat sinó més aviat instruccions matemàtiques d'una teoria EPI. En aquest sentit, les lleis de Kepler només poden ocupar un determinat esglaó dins d'una complexa estructura de nivells de concreció laminar de la que Newton va ser plenament conscient.

§ 2.1 Lleis de Kepler

A principis del segle XVII, a part de les dades empíriques que es tenien sobre els moviments planetaris i estel·lars, obtingudes per les pràctiques observacionals, les famoses lleis de Kepler eren, probablement, els únics enunciats quantificables que podien ser reduïts a proporcions matemàtiques que expressaven regularitats, alguna mena de legislació astronòmica aplicable a l'univers conegut, a l'àmbit «supralunar». Ja feia temps que la nova física moderna havia quantificat alguns fenòmens de la mecànica a un nivell terrestre. Però les lleis de Kepler eren, diguem-ne, *especials*: havien estat les primeres lleis que s'endinsaven amb precisió matemàtica en el món de la mecànica celeste; havien estat les primeres lleis que donaven fe d'un seguit de fenòmens que tenien lloc en un espai fora de l'abast pràctic dels éssers humans i, en aquest sentit, psicològicament, simbolitzaven el començament d'un nou viatge del coneixement científic humà cap a l'*espai exterior* en termes d'estrictes descripcions quantitatives pròpies de l'anomenada «nova ciència», deixant enrere, potser per primer cop, aquelles concepcions qualitatives de la física antiga. Koestler sap apreciar bé aquesta indubtable especificitat de les lleis de Kepler i la seva notòria importància en la història de la ciència quan afirma: «Thus the promulgation of Kepler's laws is a landmark in history. They were the first *natural laws* in the modern sense: precise, verifiable statements about universal relations governing phenomena, expressed in mathematical terms. They divorced astronomy from theology, and married astronomy to physics. Lastly, they put an end to the nightmare that had haunted cosmology for the last two millennia: the obsession with spheres turning on spheres, and substituted a vision of material bodies not unlike the Earth, freely floating in space, moved by physical forces acting on them»³¹.

³¹ A. KOESTLER, *The sleepwalkers*, p. 318, Arkana Publishing, 1990. [«L'establiment de les lleis de Kepler és una fita històrica. Foren les primeres *lleis naturals* en un sentit modern: afirmacions precises i verificables sobre les relacions universals que regeixen fenòmens particulars, expressades en termes matemàtics. Van separar l'astronomia de la teologia, i la van unir a la física. Per acabar, van posar fi al malson que turmentava la cosmologia durant els últims dos mil·lennis: l'obsessió d'esferes girant per sobre d'altres esferes, i la van substituir per una visió de cossos materials, semblants a la Terra, que suren lliurement a l'espai, moguts per forces físiques que actuen sobre ells»].

Johannes Kepler (1571-1630) no havia enunciat les seves tres lleis alhora: l'any 1609, després d'haver generalitzat a totes les òrbites dels planetes coneguts uns resultats que havia obtingut en l'estudi de l'òrbita de Mart, publica la seva obra *Astronomia Nova*³², on, tot i haver-les assolit ja al 1605, enunciarà públicament les dues primeres lleis. Havia pogut arribar a aquestes conclusions treballant amb les dades d'observació astronòmica que havia dut a terme Tycho Brahe (1546-1601), qui, convençut de les grans aptituds de Kepler, no havia dubtat a l'hora d'encomanar-li aquesta tasca. Després d'haver analitzat les dades observacionals de Brahe i després d'haver intentat justificar-les en un model d'epicicles, excèntriques i deferents, va acabar desesperant-se i va optar per la possibilitat de comprendre-les mitjançant un model més senzill i revolucionari que el va dur fins a les òrbites el·líptiques. D'altra banda, l'any 1619, després de preguntar-se quina relació hauria d'haver-hi entre el període i la mida de cadascuna de les òrbites, publica *Harmonices Mundi*, on hi apareixerà la tercera de les seves lleis, que és justament la que es presenta a la generació posterior d'astrònoms com a irrenunciable per a poder deduir la llei de l'invers del quadrat de la distància. Les tres lleis, doncs, no van aparèixer de manera simultània en el pensament de Kepler, com podria pensar-se amb certa candidesa, sinó que van ser el fruit d'un procés elaborat i lent d'anàlisi teòrica i experimental.

La primera llei de Kepler pot enunciar-se dient que *tots els planetes es mouen en òrbites el·líptiques amb el Sol situat en un dels focus (F_1 o F_2)*, malgrat que a efectes pràctics, atès que l'el·lipse és un cercle amb excentricitat³³, Kepler continuarà referint-se sovint a la trajectòria dels planetes –encara que no sempre– com a circular: «Secundo certum et hoc est, planetas omnes fieri eccentricos, id est mutare intervalla sua a Sole, sic ut in una parte circuli fiant a Sole remotissimi, in opposita proxime Solem veniant»³⁴. En el context de l'estudi del planeta Mart, Kepler dirà de manera explícita a la seva *Astronomia nova* que «orbita planetae non est circulus, sed ingrediens ad latera utraque paulatim, iterumque ad circuli amplitudinem in perigaeo exiens: cuiusmodi figuram itineris ovalem appellitant [...]. Orbitam planetae non esse circulum, sed figurae ovalis»³⁵. Una el·lipse és el lloc geomètric dels punts la suma de les distàncies dels quals als dos focus roman constant. És a dir: si, donat un punt A sobre l'el·lipse, sumem la seva distància (r_1) al focus F_1 i la seva distància (r_2)

³² El títol complet era *Astronomia Nova Aitiologetos seu Physica Coelestis tradita comentariis de Motibus Stellae Martis ex observationibus G.V. Tychonis Brahe*. [*Nova astronomia basada en la causalitat o Física Celeste derivada de les investigacions dels moviments de l'estrella Mart fonamentada en les observacions del noble Tycho Brahe*]. Kepler havia treballat en l'*Astronomia Nova* de 1600 a 1606, sense interrupcions, des que havia arribat a Benatek, a prop de Praga, com a ajudant de Tycho Brahe. A la mort d'aquest últim, Barwitz, el conseller particular de l'emperador Rodolf II, va nomenar Kepler successor de Brahe com a matemàtic imperial. Kepler va romandre a Praga fins al 1612, fins la mort de l'emperador.

³³ Entenem per *excentricitat* el paràmetre matemàtic ε que expressa quin grau de desviació manté una secció cònica respecte a una circumferència. En una el·lipse, l'excentricitat ve determinada per la raó entre la seva semidistància focal (és a dir, el segment que mesura la distància entre el centre de l'el·lipse i un dels seus focus, expressada c) i el seu semieix major: $\varepsilon = c/a$. En una el·lipse, $0 < \varepsilon < 1$; en una circumferència, atès que $c=0$, aleshores $\varepsilon=0$.

³⁴ J. KEPLER, *Harmonices Mundi*, V, 3. Extret de les *Kepleri Opera Omnia* editades per CH. FRISCH, Vol. V, pp. 275-6, Heyder & Zimmer, Frankfurt, 1858. [«En segon lloc, és cert que tots els planetes es fan excèntrics, és a dir, que varia l'interval del Sol fins a ells de manera que en una part del cercle n'estan molt remots i, a la part oposada, molt propers»].

³⁵ J. KEPLER, *Astronomia Nova*, IV, 44. Extret de les *Kepleri Opera Omnia* editades per CH. FRISCH, Vol. III, pp. 336-7, Heyder & Zimmer, Frankfurt, 1858. [«L'òrbita planetària no és un cercle; paulatinament, s'encongeix cap a dins a ambdues bandes, i després del perigeu torna a corbar-se cap a fora fins a completar el cercle. Una forma orbital d'aquesta mena és anomenada un oval [...]. L'òrbita dels planetes no és circular, sinó de figura oval»].

al focus F_2 , el resultat ha de ser igual al que s'obté si sumem la distància (r_3) d'un segon punt B al focus F_1 i la seva distància (r_4) al focus F_2 , o sigui: $r_1+r_2 = r_3+r_4$. Anomenem «semieix menor» al segment que descriu la recta entre el centre el·líptic i el punt de l'el·lipse més proper a ell; anomenem «periheli» i «afeli» als punts de l'el·lipse que es troben més a prop i més lluny, respectivament, del focus operant; anomenem «semieix major» a la semisuma dels segments de la distància al periheli i a l'afeli.

El procés de descobriment d'aquesta primera llei va ser altament laboriós i no pas exempt de resultats erronis que Kepler havia d'anar corregint i, fins i tot, guiat alguna vegada de cops d'efecte una mica atzarosos. Sempre inserits en l'estudi de l'òrbita de Mart, els càlculs obstinats de Kepler per a fer quallar les observacions de Brahe amb una trajectòria circular fracassaven intent rere intent. Esgotades totes les possibilitats, Kepler va haver de concloure que el curs del planeta no podia ser de cap manera una trajectòria circular, sinó, com hem dit, ovalada. La figura ovalada anava en contra de la premissa mil·lenària de la perfecció celestial de la trajectòria circular i, per tant, es presentava com una monstruositat física i estètica, ja que qualsevol mena de figura deforme, asimètrica, arbitrària o excèntrica s'observava com a contrària a tota divina harmonia. En un primer moment, Kepler va intentar explicar la trajectòria ovalada introduint, com ja era tradicional, alguna mena d'epicicle, que, a l'hora de la veritat tampoc va donar els fruits esperats. Van ser diverses observacions de caràcter geomètric i una precisió última molt ajustada les que el van convèncer de la forma el·líptica de la trajectòria del planeta.

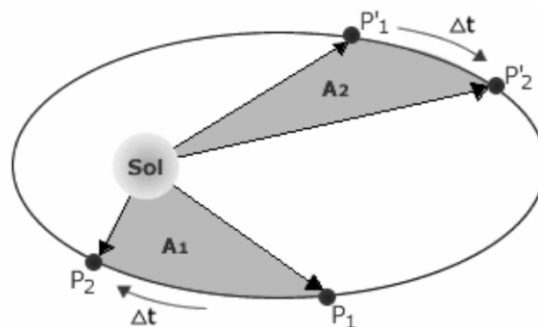


Figura 3

La segona llei (Figura 3) que ja apareix a l'*Astronomia Nova* afirma que *la recta que uneix qualsevol planeta amb el focus que és el Sol escombra àrees iguals en temps iguals*, d'on en resulta que la velocitat del planeta no pot ser uniforme; concretament, la velocitat del planeta augmenta a mesura que s'apropa al periheli i disminueix a mesura que se n'allunya i s'apropa a l'afeli. És la coneguda «llei de les àrees». Kepler va descobrir aquesta segona llei abans que la primera, i a l'*Astronomia Nova* ve enunciada de manera poc explícita: «Cumque scirem, infinita esse puncta eccentrici, et distantias earum infinitas, subiit, in plano eccentrici has distantias omnes inesse. Nam memineram, sic olim et Archidemem, cum circumferentiae proportionem ad diametrum quaereret, circulum in infinita triangula dissecuisse»³⁶.

³⁶ *Ibidem.*, III, 40, p. 321. [«Puix que jo sabia que existeix un nombre infinit de punts a l'òrbita, i, per tant, un nombre infinit de distàncies (al Sol), se'm va ocórrer la idea que la suma de totes aquestes distàncies es troba continguda a l'àrea de l'òrbita. Vaig recordar que, de la mateixa manera, Arquímedes també havia dividit antany l'àrea d'un cercle en un nombre infinit de triangles»].

A partir d'aquí, era fàcil arribar a concloure que l'àrea escombrada pel radi vector que lliga el planeta al Sol és una mesura del temps que es necessita per a què el planeta es traslladi del punt de sortida al punt d'arribada, d'on es dedueix, òbviament, que el radi vector escombrarà àrees iguals en temps iguals.

Efectivament, si, per exemple, un planeta (P_1) es desplaça una distància d_1 (P_2 - P_1) en un temps Δt_1 , l'àrea escombrada A_1 ($r_1 r'_1 d_1$) pel radi vector al Sol serà la mateixa que l'àrea A_2 ($r_2 r'_2 d_2$) que escombrarà el mateix planeta P'_1 quan es trobi a un altre lloc de l'òrbita desplaçant-se una distància d_2 (P'_2 - P'_1) en un temps Δt_2 que serà igual a Δt_1 (representat, doncs, en ambdós casos com a Δt). En una mateixa quantitat de temps, el planeta P_1 recorre una distància més gran degut a la seva major velocitat; però que d_1 sigui major respecte a d_2 ve compensat pel fet que els radis vectors a P_1 i a P_2 són menors justament en la mesura necessària per a què l'àrea escombrada romanguí constant. Així doncs, en la mateixa quantitat de temps, les dues àrees A_1 i A_2 són iguals, $(r_1 r'_1 d_1) = (r_2 r'_2 d_2)$:

«Demonstratum esse a me in Commentariis de Marte ex certissimis Brahei observationibus, quod arcus diurni aequales in eccentrico uno et eodem non aequali permeentur celeritate, sed quod hae diversae *morae in partibus aequalibus eccentrici observent proportionem suorum intervallorum a Sole*, fonte motus; et vicissim, quod suppositis temporibus aequalibus, puta uno die naturali utrinque, respondentis iis *diurni veri arcus eccentricae orbitae unius habeant inter se proportionem eversam proportionis intervallorum duorum a Sole*. Simul autem demonstratum est a me, *orbitam planetae esse ellipticam, et Solem, fontem motus, esse in altero focorum huius ellipsis, itaque fieri, ut planeta, absoluto totius circuitus quadrante a suo aphelio, praecise mediocre habeat intervalum a Sole, inter maximum in aphelio et minimum in perihelio*».³⁷

Aquestes dues lleis resolen el moviment de cadascun dels planetes dins de la seva pròpia òrbita; però, si tenim en compte que cadascun dels planetes recorre òrbites diferents en períodes diferents, s'hauria de trobar alguna mena de relació entre la mida de l'òrbita i el temps que empra un planeta en recórrer-la sencera, i de manera tal que mantingués una constant de proporcionalitat entre cadascun dels planetes. No és, dèiem, fins als *Harmonices Mundi* de l'any 1619, deu anys després, que Kepler troba aquesta relació, enunciant *la seva tercera llei*. La llei, coneguda com a «lleï harmònica», relaciona el període d'un planeta amb la distància mitja al Sol, que és exactament el seu semieix major, i relaciona període i dimensions de l'òrbita de qualsevol planeta amb un factor de proporcionalitat, i per tant, implica que els resultats posen en relació les diferents òrbites dels diferents planetes. Actualment, se l'enuncia afirmant que *els quadrats dels períodes de revolució de dos planetes qualssevol són proporcionals als cubs de les seves distàncies mitjanes al Sol*.

³⁷ J. KEPLER, *Harmonices Mundi*, V, 3. Extret de les *Kepleri Opera Omnia* editades per CH. FRISCH, Vol. V, pp. 277-8, Heyder & Zimmer, Frankfurt, 1858. Les cursives del text apareixen a l'original. [«Està demostrat per mi al meu comentari a Mart [*Astronomia Nova*], a partir de les certíssimes observacions de Brahe, que arcs diaris iguals en una mateixa excèntrica no es travessen amb igual velocitat, però que aquests *retards distints en parts iguals de l'excèntrica guarden la proporció dels seus intervals respecte al Sol*, font de moviment; i a l'inrevés: que suposats temps iguals, posem per cas un dia natural en ambdós casos, els corresponents *arcs diaris vertaders d'una òrbita excèntrica mantenen proporció, la inversa de la proporció entre els dos intervals respecte al Sol*. Ara bé, al mateix temps també està demostrat per mi que *l'òrbita del planeta és el·líptica i que el Sol, font de moviment, està a l'altre focus d'aquesta el·lipse, i així resulta que el planeta, despatxat un quadrant de tot el circuit des del seu afeli, manté un interval des del Sol fins a ell exactament mitjà entre el màxim a l'afeli i el mínim al periheli*»].

$$T^2 = kr^3 \quad (8)$$

O si es vol, també pot ser enunciada dient que la raó entre el quadrat del període i el cub de la distància sempre és una constant. Kepler l'enuncia a la seva manera: «Sed res est certissima exactissimaque, quos proportio, quae est inter binorum quorumconque planetarum tempora periodica, sit praecise sesquialtera proportionis mediarum distantiarum, id est orbium ipsorum»³⁸. La llei diu que, donat un planeta en òrbita al voltant del Sol, la raó entre el quadrat del seu període i el cub de la seva distància al Sol, ha de ser una mateixa constant per a tots els planetes del sistema, és a dir: $T^2/r^3 = k$. El mateix Kepler, acte seguit, afegeix un exemple. Si suposem que la distància de la Terra al Sol és la unitat patró ($r(\odot,\oplus)=1$) i que l'any terrestre és la unitat de període ($T=1$), aleshores, per coneixement empíric, la distància de Saturn al Sol serà aproximadament de 9 unitats (de fet, una mica més de 9). En el nostre supòsit, com que tant el període terrestre com la distància del Sol a la terra és igual a 1, aleshores sabem que $k=1$; a partir d'aquí, coneixent k i coneixent la distància de Saturn al Sol, podrem conèixer el període de Saturn, concretament, $T_s=27$ vegades aproximadament el període de la Terra. D'aquesta manera sabem que el període de saturn és de 27 anys (de fet, com que era un càlcul aproximat, el període de Saturn és més aviat proper als 30 anys).

«Itaque si quis ex periodo, verbi causa Telluris, quae est annus unus, et ex periodo Saturni triginta annorum sumserit tertiam proportionis partem, id est radices cubicas, et huius proportionis duplum fecerit, radicibus quadrate multiplicatis, is habet in prodeuntibus numeris intervallorum Terrae et Saturni a Sole mediorum proportionem justissimam. Nam cubica radix de 1 est 1, eius quadratum 1; et cubica radix de 30 est maior quam 3, eius igitur quadratum maius quam 9. Et Saturnus, mediocriter distans a Sole, paulo altior est noncuplo mediocris distantiae Telluris a Sole».³⁹

Kepler havia desitjat des de la seva joventut trobar una relació entre la distància d'un planeta al Sol i el seu període; estava segur que entre ells havia d'haver-hi una relació quantificable, convençut com estava que, de no ser així, el moviment planetari es presentaria com a caòtic, fet que la seva numerologia de caire pitagòric i platònic no podia permetre. En la mateixa proposició, ben joiós de poder-ho anunciar després de tants esforços, fa pública la data d'aquest descobriment: «Eaque, si temporis articulos petis, 8. Mart. huius anni millesimi sexcentissimi decimi octavi animo concepta, sed infeliciter ad calculos vocata eoque pro falsa rejecta, denique 15. Maji reversa, novo capto impetu expugnavit mentis meae tenebras, tanta comprobatione et laboris mei septende-cennalis in observationibus Braheanis et mediationis huius in unum conspirantium, ut somniare me et praesumere quaesitum inter principia primo

³⁸ *Ibidem.*, p. 279. [« Però no hi ha cosa més certa i del tot exacta que la proporció que existeix entre els temps periòdics de dos planetes qualssevol és precisament la proporció sesquialtera [de la potència 3/2] entre les distàncies mitjanes, és a dir, entre els orbs mateixos»].

³⁹ *Ibidem.*, pp. 279-80. [«I així, si algú extragués de dos períodes, diguem que el de la Terra, que és un any, i el de Saturn, que són trenta, la tercera part de la proporció entre ambdós, és a dir, les arrels cúbiques, i doblés després l'aital proporció multiplicant al quadrat les arrels cúbiques, obtindria als números resultants l'ajustadíssima proporció entre les distàncies a la Terra i a Saturn des del Sol. Doncs, l'arrel cúbica d'1 és 1, i el seu quadrat és 1; i major que 3 és la cúbica de 30, i el seu quadrat major de 9. I la distància mitjana a Saturn des del Sol, poc més alta del nòuple de la distància mitjana a la Terra des del Sol»].

crederem»⁴⁰. I ho celebra amb una ègloga de Virgili: «Quae, sera, tamen respexit inertem /.../ respexit tamen, et longo post tempore venit»⁴¹. És evident que rere aquesta evocació de Virgili s'hi amaga una profunda satisfacció, gairebé incontenible, que es basa en la postura heroica d'haver vençut, després de molt de temps, tots els obstacles trobats. Adhuc psicològicament, sembla que sigui la veritat qui hagi decidit finalment mostrar-se, i no pas que se l'hagi descobert.

Sembla que a Kepler aquesta mena de celebracions al·ludint a la cultura clàssica li agradaven força. A principis de 1605, després d'haver assolit les dues primeres lleis que acabaria publicant a l'*Astronomia Nova* de 1609, Kepler escriu una carta al seu amic Longomontanus⁴², on li comunica els seus descobriments al mateix temps que discuteixen de múltiples aspectes d'astronomia. En aquesta carta, Kepler, entenent que havia fet alguna mena de *neteja* cosmològica –la qual cosa prova la seva ferma convicció d'haver aconseguit una històrica i decisiva victòria– fa referència a una narració mitològica que, mitjançant la metàfora, deixa ben mal parada l'antiga estructura d'epicles i, al mateix temps, enalteix la modernitat de les seves lleis, vistes ara com l'escombra que ha de fer fora tota la brutícia. Li diu a Longomontanus que la seva fita era quelcom similar a la «neteja dels estables d'Àugies»:

«Tu meum ovale iter deshonestasti, ego tibi centuplo absurdiores spiras antiquorum (quos etiamnum Tycho imitatus est, non nova fingendo, sed vetera relinquendo) opposui. Si succenses, a me non posse tolli iter ovale, quanto magis succensere debes spiras, quas sustuli. Quasi peccaverim in ovali relictis, cum ceteri antiqui non peccent tibi in tot spiris. Hoc est multari ob unum carrum fimeti relictum, cum reliquam *Augiam expurgaveris*; tuo sensu, qui repudias meam ovalem ceu unum carrum fimeti, cum toleres spiras quae totum stabulum sunt, siquidem mea ovalis sit unus carrus. Sed piget, in manifestissima calumnia diluenda immorari».⁴³

En la mitologia grega, Àugies era un rei de l'Èlide, al Peloponès, que havia heretat del seu pare un enorme ramat, però que per deixadesa mai netejava els seus grandiosos estables, on s'hi amuntegava el fem, mentre les seves terres s'abocaven cada cop més a l'esterilitat. Euristeu, descendent de Perseu, ordena Heracles que

⁴⁰ *Ibidem.*, p. 279. [«I si demanes el moment precís, es va concebre al meu ànim el 8 de març de l'any 1618, però duta a càlcul i, per desgràcia, desterrada per falsa, i represa finalment el 15 de maig, agafades noves forces, va fer desaparèixer totes les ombres de la meva ment, com a resultat final de la unió de disset anys meus de comprovacions i fatigues i de les observacions de Brahe, i moltíssimes cavil·lacions, de manera que primer vaig creuria que somiava i que havia pres per endavant allò buscat entre els principis de la meva recerca»].

⁴¹ P. VIRGILI, *Ègloga I*, 28-30. [«Tot i que tard, va mirar-me, esgotat, /.../, però va mirar-me, i després de molt de temps, va venir fins a mi»].

⁴² Christen Sørensen Longberg (1562-1647), conegut com a Longomontanus, astrònom danès, deixeble de Brahe i professor de matemàtiques a Copenhague. Va treballar sempre a prop de la figura de Brahe, a qui va ajudar a harmonitzar el seu sistema amb el de Copèrnic.

⁴³ J. KEPLER, *Carta a Longomontanus*, principis de 1605. Extret de les *Kepleri Opera Omnia* editades per CH. FRISCH, III, p. 36, Heyder & Zimmer, Frankfurt a. Main, 1858. [«Desacredites la meua trajectòria oval. Doncs la prefereixo molt abans que els epicles mil vegades més absurds dels antics que Tycho va imitar sense aportar-hi res de nou, sinó seguint sempre els vells cànons. Si t'enutjes perquè no puc desfer-me de la trajectòria oval, molt més t'hauries d'enutjar dels epicles que jo vaig poder eliminar. Per a tu, és com si jo hagués pecat amb la trajectòria oval mentre que tota la resta d'antics no haguessin pecat en absolut amb tants epicles. És com ser amonestat per haver-se deixat un carretó de fem després d'haver netejat els estables d'Àugies. O des del teu punt de vista, és com si repudiessis el meu oval com si fos un carretó de fem mentre toleres els epicles que són un femer sencer. És ben lamentable haver d'entretenir-se a rebatre una calúmnia tan manifesta»].

netegi l'establia d'Àugies. Heracles li proposa a Àugies que si és capaç de netejar-los en un sol dia li doni el deu per cent del seu ramat, i Àugies accepta de bon grat per creure-ho impossible. Però Heracles, desviant el llit dels rius Alfeu i Peneu, forada el mur de l'establia i la neteja tot d'una amb el fort corrent dels rius.

Kepler era conscient que les seves lleis eren una fita històrica, una triomfant il·luminació: havia enderrocat tota una tradició que es fonamentava en una mena de monstros constructe teòric al que, fos com fos, s'hi havien d'encaixar totes les dades observacionals recollides al llarg dels segles. És cert que l'òrbita kepleriana resultant no era circular –i això contravenia tots els principis físics, metafísics i estètics de la cosmologia clàssica; però, a canvi, oferia una simplicitat que, de cap de les maneres, podien oferir els engranatges teòrics que, malgrat la revolució copernicana, encara s'adaptaven a epicles, deferents, equants, i altres menes de propostes instrumentals orientades a fer encaixar el model i l'observació. De sobte, d'una pinzellada, a partir d'una senzilla geometria, les seves tres lleis reduïen l'ordre dels cels a regularitats matemàtiques que, de manera força ajustada, s'avenien amb les dades empíriques. Després de tants sacrificis, Kepler tenia clar que havia netejat els cels.

§ 2.2 Les lleis de Kepler com a teoria EPI

Tanmateix, hem de comprendre una idea que és fonamental: les lleis de Kepler són un *constructe matemàtic*, o si es vol, una *estructura primària idealitzada (EPI)*. Sota aquest terme hem d'entendre un edifici de coneixement que estableix relacions numèriques entre estructures *ideals*, és a dir, autònomes pel que fa a l'experiència empírica. És cert que Kepler construeix aquest edifici matemàtic a partir d'una llarga llista d'observacions empíriques del planeta Mart i altres dades obtingudes per Brahe; però pot dir-se que el resultat final d'aquestes observacions que són les lleis de Kepler no és, pròpiament, una acurada descripció del sistema del món, sinó que resulta ser una reducció idealitzada dels fets. Les dades empíriques que van dur a les lleis de Kepler han de ser enteses més aviat com una *conjuntura auxiliar* per arribar a un reduccionisme matemàtic que no pas un conjunt de valors empírics que hi encaixen plenament. Efectivament, les lleis de Kepler no són una traducció paral·lela dels fenòmens físics observats, o si es vol dir, no són la imatge d'un sistema físic i real. Pot dir-se que són geometria de paper, artifici a priori, deducció mental. El constructe matemàtic que són les lleis de Kepler, certament, expressa un sistema ideal, no físic, una estructura geomètrica apriorística, una estructura primària que, des del punt de vista del físic, encara es manté lluny del fenomen observable. La distància entre una estructura primària idealitzada (EPI) i una *representació d'un sistema físic (RSF)* pot ser enorme. La distància que expressa aquesta polaritat és plena de punts intermedis que expressen alhora la distància a l'ideal i la distància a la representació estricta del fenomen físic.

Així doncs, Cohen, referint-se a les lleis de Kepler, afirma: «it is apparent that this is not the true system of the world but only a mathematical construct that is very different, and obviously different from the real world»⁴⁴. D'entrada, i això és fonamental, ja explica aquest desajustament el fet que les lleis de Kepler estiguin enunciades com un sistema geomètric on hi participen un sol cos i un centre de força. Tant el cos que orbita el·lípticament com el seu centre de força s'entenen idealment

⁴⁴ I.B. COHEN, *The Newtonian Revolution*, p. 223, Cambridge University Press, 1980. [«Es fa patent que un sistema així no era el veritable sistema del món, sinó només un constructe matemàtic que resulta molt distint, i clarament distint, del món real»].

com a partícules matemàtiques que no tenen massa ni propietats físiques de cap mena: són mers punts relacionats per axiomes geomètrics que descriuen moviment en un espai abstracte. Òbviament, aquesta EPI no descriu el sistema físic real que és el sistema solar, en tant que el sistema solar no està conformat d'un centre de força i un sol planeta en òrbita serena. Però és que ni tan sols podria representar un suposat sistema solar imaginari format per un centre de força i un planeta solitari en la mesura que, si fos realment un sistema físic, tant el centre de força com el planeta no només tindrien una massa, sinó també altres propietats que la EPI geomètrica no pot contemplar. A més, evidentment, encara no estava en la perspectiva de Kepler la relació entre massa i gravitació com a força centrípeta, de manera que ni tan sols la tercera llei de Kepler, que té en compte altres planetes, pot expressar el món físic real. Per tant, una cosa és un constructe matemàtic que no té en compte les dimensions i atributs físics de la matèria, i una altra de molt diferent, una ajustada representació física de la realitat.

Lluny del constructe matemàtic ocorre que, en el cas físic i real del sistema solar, el centre de força és el Sol. El Sol posseeix una determinada massa, única i particular, que defineix un paràmetre fonamental dels efectes gravitatoris; igualment, el planeta que orbita posseeix també una massa que, a més a més, també exerceix una minúscula gravitació sobre el sol, i en aquest sentit, també és un centre de força. Resulta que al sistema solar hi ha altres planetes, amb la seva corresponent massa, que també actuen com a centre de força respecte a qualsevulla altra massa, sigui el Sol, els altres planetes o satèl·lits propis. Aquesta interrelació gravitatòria, per suposat, no és tinguda en compte en la EPI de Kepler, però ha de jugar un paper fonamental en una autèntica representació del sistema del món, puix que és font de múltiples pertorbacions gravitatòries interactives que modifiquen les trajectòries orbitals. Les geomètriques lleis de Kepler no poden ser una descripció física de la realitat perquè 1) d'una banda no té en compte els efectes pertorbadors d'un planeta realment massiu sobre la resta de planetes, que en alguns casos poden ser gairebé menyspreables –com la influència que pot exercir Mercuri sobre el Sol–, però que en altres poden ser realment importants –com per exemple la influència de Júpiter, molt massiu, sobre la resta de planetes; i 2) perquè ni tan sols no podria explicar el comportament global d'un sistema compost de distints objectes massius que fossin atrets pel Sol. En una RFS, els objectes no poden ésser considerats com a mers punts matemàtics, sinó com a entitats carregades de determinacions. En tots aquests sentits es poden considerar les lleis de Kepler com a falses –o insuficients, si espanta la paraula– en tant que no descriuen, pròpiament, cap fenomen físic ni real.

«Kepler's third law, considered from the point of view of Newton's dynamics, cannot be more than an approximation which is applicable to a very special case: to planets whose masses are all equal or, if unequal, negligible as compared with the mass of the sun. Since it does not even hold for two planets if one of them is very light while the other is very heavy, it is clear that Kepler's third law contradicts Newton's theory in precisely the same way as does Galileo's». ⁴⁵

⁴⁵ K. POPPER, *Realism and the aim of science*, pp. 142-3, Rowman & Littlefield, 1983. [«La tercera llei de Kepler, considerada des del punt de vista de la dinàmica de Newton, no pot ser altra cosa sinó una aproximació aplicable a un cas molt especial: el de planetes les masses dels quals siguin iguals, o, si són desiguals, insignificants en comparació amb la massa del Sol. Com que no s'aplica ni tan sols aproximadament a dos planetes si l'un és molt lleuger mentre l'altre és molt pesat, és clar que la tercera llei de Kepler contradia la teoria de Newton precisament de la mateixa manera com la de Galileu»].

Com mostra aquest text de Popper, la tercera llei de Kepler encara posa més de manifest que les altres dues la dimensió EPI d'aquestes lleis. Efectivament, la fórmula kepleriana que diu que $T^2/r^3 = k$ només podria ser vàlida –i en tot cas una *mera aproximació*– si tots els planetes integrats en el sistema tinguessin exactament la mateixa massa o si les seves masses fossin tan petites respecte al Sol que es poguessin considerar zero. Si tots els planetes tinguessin exactament la mateixa massa o si la massa de cadascun dels planetes, a efectes pràctics, fos zero, podria donar-se una aproximació no menyspreable a $T^2/r^3 = k$, atès que, teòricament, hi haurà una compensació gravitatòria que hauria d'eliminar qualsevol pertorbació. Però, d'una banda, com pot veure's amb obvietat, el fet és que és fals que tots els planetes tinguin la mateixa massa; i d'altra banda, si la massa dels planetes fos zero, aleshores no tindria sentit parlar de les lleis de Kepler, en tant que no tenir massa és no existir físicament, i per tant, si un objecte no existeix tampoc pot orbitar.

Newton va entendre que Kepler només feia simple geometria. Potser va arribar a considerar-lo un gran matemàtic, però un físic mediocre. Newton, en canvi, no només va ser un gran matemàtic, sinó, probablement, el més gran físic que hagi vist la Humanitat. Cohen expressa amb claredat la visió de Newton, que havia de ser un dels fonaments on recolzar-se la nova física moderna: «Newton was quite aware of the difference between the mathematical properties of such simplified analogous constructs and the physical properties expressed in mathematical relations or rules or principles of the physical world as revealed by experiments and observations»⁴⁶. Si Newton coneixia la correspondència de Kepler amb el seu amic Longomontanus, potser va pensar que Kepler havia netejat i endreçat tant els estables d'Àugies que no només havia deixat els cels ben nets sinó que havia escombrat fins i tot els propis cels. Newton va entendre perfectament que les lleis de Kepler només poden escenificar un estadi *pre-físic* del sistema; només poden descriure un estadi despullat de tota mena de magnituds físiques no geomètriques; Newton va entendre Kepler com a un punt de partida minimalista. En tot cas, no s'està dient que una EPI com la de Kepler sigui inútil. Seria científicament ridícul i històricament falsable. Però en un sistema del món com el que pretenia construir Newton, les lleis de Kepler només podien ser un esquelet sense carn, un punt de referència, un esbós mínim.

Els *Principia Mathematica* de Newton representen, precisament, un viatge a través del segment bipolar que duu de la teoria EPI kepleriana a una plena RFS clarament impregnada de fenòmens reals. Aquest desplaçament s'estructura pas a pas, introduint paulatinament un paràmetre físic rere l'altre, aportant solucions a cadascun dels estadis, *fisicitzant*, per dir-ho així, element a element l'estructura.⁴⁷ Cohen segueix: «That is, Newton successively adds further entities, concepts, or conditions to the imaginatively constructed system, so as to make either its mathematically deduced consequences or the set conditions conform more exactly to the world of experience»⁴⁸. I per tal de posar més èmfasi en aquest seguit de transformacions, encara afegeix: «It was almost at once plain that the construct he had been studying did not accord with the real world. And so, bit by bit, it was

⁴⁶ I.B. COHEN, *The Newtonian Revolution*, p. 55, Cambridge University Press, 1980. [«Newton era perfectament conscient de les diferències existents entre les propietats matemàtiques d'aquests constructes i les propietats físiques expressades en relacions, regles o principis matemàtics del món físic, tal com es mostren en els experiments i les observacions»].

⁴⁷ Aquest seguit de transformacions seran analitzades amb més cura al Capítol V.

⁴⁸ *Ibidem.*, p. 63. [«És a dir, Newton afegeix progressivament més entitats, conceptes o condicions al sistema imaginativament construït amb l'objectiu de fer conformes amb el món de l'experiència tant les seves conseqüències matemàticament deduïdes com les condicions establertes»].

endowed with more and more features that would bring it into closer harmony with the world of reality»⁴⁹.

En tot cas, el punt de partida és la EPI de Kepler. Newton pren les lleis de Kepler i, aplicant la tercera llei a la llei de la força centrífuga, tal i com veurem, obté que la força es comporta seguint la llei de l'invers del quadrat. Acte seguit, en un segon estadi que ja pretén abandonar la EPI, Newton abandona la total visió geomètrica i, el que en el primer estadi era un simple punt, ara es converteix en un cos amb massa que orbita al voltant d'un centre de força; a continuació, aplica els resultats en un nou estadi en què s'afegeix un segon cos amb massa que interactua amb el primer amb la mateixa força de l'invers del quadrat; més tard introdueix altres cossos amb massa que actuen sobre la resta de cossos. «In this way, Newton extended his construct from one to two mass points and then to many, and from particles or mass points to physical bodies»⁵⁰. El final d'aquest procés ha de dur fins a la finalització del desplaçament: a la RFS de la gravitació universal –tot i que Newton no va ser capaç d'aportar una solució general al problema dels tres cossos que graviten entre si. «In the course of these transformations of his construct, Newton was led by degrees to the concept of a mutual gravitating force, a concept all the more conspicuous by its absence from the first considerations»⁵¹.

«The advantages of the Newtonian method, as I have outlined it, are manifold. First of all, by making the construct simple at the start, Newton escapes the complexities of studying nature herself. He starts out with an idealized version of nature, in which certain descriptive laws of observed positions and speeds – Kepler's planetary laws- hold exactly. Then, on the basis of the laws and principles that underlie these descriptive laws, Newton proceeds to new constructs and to more general underlying laws and principles, and eventually gets to the law of universal gravity in a new system in which the original three planetary laws as stated by Kepler are –strictly speaking- false».⁵²

Des del punt de vista de la representació newtoniana del sistema del món, és a dir, des del que ha esdevingut tot el corpus teòric de la física clàssica, $T^2/r^3 = k$ o el seu invers $r^3/T^2 = 1/k$ –tant k com $1/k$ són constants- són, efectivament, falsos. $T^2/r^3 = k$ o $r^3/T^2 = 1/k$ només són veritaders a la EPI de Kepler, a saber doncs, en un sistema de punts geomètrics on la massa no esdevé cap paràmetre. Newton va poder demostrar que en una RFS com la física clàssica on s'introdueix la massa com a paràmetre, donat un sistema qualsevol de cossos com, per exemple, el Sol (de massa

⁴⁹ *Ibidem.*, p. 65. [«Es va fer patent gairebé a l'instant que el constructe que havia estat estudiant no encaixava amb el món real. D'aquesta manera, poc a poc, el va anar ornant amb més i més propietats capaces d'apropar-lo progressivament al món de la realitat»].

⁵⁰ *Ibidem.*, p. 66. [«D'aquesta manera, Newton estén el seu constructe d'una massa puntual a dues, i després a moltes, i de partícules o masses puntuals a cossos físics»].

⁵¹ *Ibidem.*, p. 65. [«En el transcurs d'aquestes transformacions del seu constructe, Newton es va veure endut paulatinament cap a la idea d'una força gravitatòria mútua, idea que resulta molt conspícua en la mesura que era absent en les seves primeres consideracions»].

⁵² *Ibidem.*, p. 65-66. [«Els avantatges del mètode newtonià, tal i com ho he esbossat, són múltiples. Sobretot, Newton es desfà de les complicacions d'estudiar la naturalesa mateixa. Parteix d'una visió idealitzada de la naturalesa en què es compleixen exactament certes lleis descriptives de les posicions i velocitats observades (les lleis planetàries de Kepler). Després, basant-se en les lleis i principis que estan al darrera d'aquestes lleis descriptives, Newton procedeix a formular nous constructes, així com també lleis i principis subjacents més generals, arribant a la fi a la llei de la gravitació universal en un sistema nou en què les tres lleis planetàries originals, tal i com les havia enunciat Kepler, són, parlant estrictament, falses»].

S) i un planeta (de massa P_n , on n és l'ordre en què un planeta es troba respecte al Sol), apareix una nova llei $r^3/T^2 = 1 + (P_n/S)$, on el segon membre de la igualtat no és igual a una constant com ho era $1/k$. D'aquesta manera, a la RFS de Newton, la tercera llei de Kepler en el sistema donat es converteix en:

$$T^2 = \frac{r^3}{1 + P_n/S} \quad (9)$$

És ben diferent a $T^2 = kr^3$. Per tant, estrictament, Popper té raó quan afirma que els pressupòsits de Kepler són falsos en el real sistema del món, i quan diu que r^3/T^2 només podria ser la mateixa constant per a tots els planetes del sistema solar, com enuncia Kepler, si tots els planetes posseïssin la mateixa massa o si totes les masses de tots els planetes fossin tan petites respecte al Sol que poguessin ser considerades nul·les. Atès, doncs, que tots els planetes no posseeixen la mateixa massa ni pot considerar-se zero respecte al Sol, aleshores, els valors de r^3/T^2 seran diferents, no pas constants, per a cadascun dels planetes del sistema solar real. Segons els valors de Newton, r^3/T^2 serà $1+1/1.067$ en el cas de Júpiter, $1+1/3.021$ en el cas de Saturn o $1+1/169.282$ en el cas del nostre planeta Terra.⁵³

Comtat i debatut, doncs, la nova llei de Newton (9) en el marc de la seva RFS anul·la la tercera llei de Kepler (8) vista com a EPI. La relació entre la distància d'un planeta al Sol i el seu període no és, com creia Kepler, una constant, sinó que, de forma efectiva, és ben variable depenent de la seva massa i de la del Sol. Podem preguntar-nos si la diferència entre la suposada constant i els nous valors de Newton és molt gran. De fet, no ho és: «Thus the maximum difference between Kepler's third law and Newton's transformed version of Kepler's third law is about one part in a thousand or one-tenth of 1 percent»⁵⁴. Una màxima diferència d'un 0,1 % pot semblar insignificant fins al punt de considerar que, a efectes pràctics, la llei de Kepler és vàlida. Però aquesta petita variació no ha de ser considerada un valor suficient com per a reafirmar la tercera llei de Kepler. El fet és que la formulació RFS de Newton és molt distinta que la formulació EPI kepleriana i, a més a més, té en compte altres paràmetres. «From the point of view of exact mathematical science, what matters is not so much the magnitude of such a difference as the fact that there is a difference at all. In this sense, Kepler's third law is a hypothesis, or it is a statement that is phenomenologically true –true within certain limits of observational accuracy»⁵⁵.

Aquest exemple mostra clarament la idealització matemàtica que suposen les lleis de Kepler i la seva dimensió com a teoria EPI. D'altra banda, també mostra amb igual claredat l'hercúlia tasca de Newton per a convertir una teoria EPI com la de Kepler en una representació ajustada dels fenòmens físics de la realitat observada. En definitiva, l'exemple mostra i escenifica, seguint encara els estudis de Cohen, «l'alt grau d'exactitud» a què va arribar Newton: «the new high degree of exactness which Newton's *Principia* was capable of introducing into considerations of theoretical

⁵³ I. NEWTON, *Principia mathematica philosophiae naturalis*, Llibre III, Proposició 13.

⁵⁴ I.B. COHEN, *The Newtonian Revolution*, p. 224, Cambridge University Press, 1980. [«D'aquesta manera, la diferència màxima entre la tercera llei de Kepler i la versió newtoniana, resultat de la transformació de la tercera llei de Kepler, és aproximadament d'una part per mil o de 0,1 per cent»].

⁵⁵ *Ibidem.*, p. 342, Nota 5.1, 7. [«Des del punt de vista de la ciència matemàtica exacta el que importa no és tant la magnitud de l'esmentada diferència sinó el fet que existeix, efectivament, una diferència. En aquest sentit, la tercera llei de Kepler és una hipòtesi o enunciat fenomenològicament vertader; és a dir, vertader dins dels límits de la precisió de les observacions»].

planetary astronomy»⁵⁶. Tanmateix, aquestes consideracions podrien provocar que, de manera errònia, algú veiés deslluïts els mèrits del treball de Kepler. Seria, com diem, una lectura incorrecta. Ens sembla obvi que no cal dir que la monumental fita de Kepler és innegable. L'estructura formal de les lleis de Kepler són l'inici i base teòrica indispensable de qualsevol consideració en el marc de l'astronomia planetària moderna. I des d'aquesta perspectiva, malgrat el poc *fisicisme* del seu constructe, o potser gràcies a ell, té sentit parlar d'una neteja tan mitològica com la que Kepler esmenta a la seva carta a Longomontanus.

§ 2.3 La nostàlgia de la brutícia de l'establia

Es podria pensar que després d'haver-les enunciat a les seves obres, les lleis de Kepler van assolir un paper estel·lar a tots els llibres de ciència de mitjan segle XVII. Podria pensar-se, fins i tot, que tota la plana científica de l'època estava fascinada per aquestes tres lleis revolucionàries i que les coneixia ben bé. Tanmateix, això no va ser pas exactament així. És cert que la tercera llei, que relaciona distància i període, va ser comunament acceptada. Newton no té cap mena d'objecció a reconèixer als seus *Principia* que «Haec a Keplero inventa ratio in confesso est apud omnes»⁵⁷; i encara té temps de repetir, una mica més endavant i per segon cop, que «Propositio est astronomis notissima»⁵⁸. De fet, entra dins de la normalitat que fos generalment acceptada, puix que, amb certa exactitud, podia ser comprovada amb els valors obtinguts de l'observació directa de les distàncies i períodes reals dels planetes. Newton mateix, com sabem per la informació que ens donen els seus quaderns d'estudiant, va accedir a aquesta tercera llei mitjançant l'*Astronomia Carolina* publicada al 1661 per Thomas Streete (1621-1689). L'obra es feia explícit ressò de la tercera llei: «Keplerus medias distantias Saturni, Jovis, Martis, Terrae, Veneris & Mercurii a Sole statuit in sesquialtera proportione ad periodos temporis suarum revolutionum»⁵⁹. Després d'aquesta lectura, Newton va prendre alguns apunts al seu quadern de «quaestiones» i mai més va oblidar aquesta tercera llei.

No obstant això, les altres dues lleis van ser més polèmiques i no van trobar una acceptació, diguem-ne, immediata. Pel que fa a la primera llei, que enuncia l'òrbita el·líptica dels planetes al voltant de Sol, cal dir que se la incloïa sovint als tractats d'astronomia del segle XVII, però que, en general, va rebre molt més rebuig del que hom podria creure. D'altra banda, la segona llei de Kepler, la coneguda llei de les àrees, va ser ben sovint ignorada. La llei de les àrees és correcta com a constructe matemàtic, però era altament complex de verificar-la experimentalment. Ocorre que o bé ni se la menciona, o bé se la troba sovint substituïda per altres lleis construïdes a partir de paràmetres correctius, com és el cas a la pròpia *Astronomia Carolina* de Streete, obra que acceptava amb naturalitat les altres dues lleis. Així doncs, malgrat que eren clares a les obres de Kepler, veiem que no trobem una institucionalització ferma de les tres lleis en els cercles erudits de la ciència barroca.

⁵⁶ *Ibidem.*, p. 224. [«(...) el nou i elevat grau d'exactitud que els *Principia* de Newton van aconseguir introduir a les consideracions referents a l'astronomia planetària teòrica»].

⁵⁷ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, III, Ph. 4, p. 393, Guil. & John Innys, Regiae Societatis Typographos, 1726. [«Aquesta raó trobada per Kepler és reconeguda per tothom»].

⁵⁸ *Ibidem.*, III, Ph. 5, p.394. [«La proposició és arxiconeguda pels astrònoms»].

⁵⁹ T. STREETE, *Astronomia Carolina*, 1661. Hem utilitzat l'edició llatina de Johann Gabriel Doppelmayr de 1705, § *De planetis primariis. Et proportione suorum orbium ad periodos suarum revolutionum*, p. 24. [«Kepler estableix les distàncies mitjanes al Sol de Saturn, Júpiter, Mart, la Terra, Venus i Mercuri en proporció sesquialtera respecte als períodes temporals de les seves revolucions»].

La llei que enuncïava la forma el·líptica de la trajectòria orbital, per exemple, va ser rebutjada de manera incisiva per la figura de Giovanni Domenico Cassini (1625-1712), l'astrònom francès d'origen genovès. Cassini va proposar eliminar la primera llei de Kepler i substituir la trajectòria el·líptica per una altra trajectòria ovalada que, segons ell, s'adaptava millor a les observacions. Aquestes trajectòries alternatives són conegudes com «ovals de Cassini» –o també sota el terme de «cassinoides»- i el propi autor definia aquestes corbes com el lloc geomètric d'aquells punts dels quals el *producte* de les seves distàncies a dos punts fixes és constant. L'òrbita de Kepler, en canvi, es definia com el lloc geomètric d'aquells punts dels quals la *suma* de les seves distàncies a dos punts fixes és constant. Rau la diferència en l'operació matemàtica que relaciona les distàncies d'un punt sobre l'òrbita respecte als seus focus fixes. També el seu fill, Jacques Cassini (1677-1756), que l'any 1712 va substituir el seu pare al front de l'observatori de Paris, ens deixa constància de la visió paterna: «Depuis l'observation exacte de la grandeur apparente des diamètres du Soleil, mon père a trouvé une autre courbe différente de l'ellipse, qui sert à représenter fort exactement les mouvements vrais du Soleil, & les diverses distances à la Terre»⁶⁰.

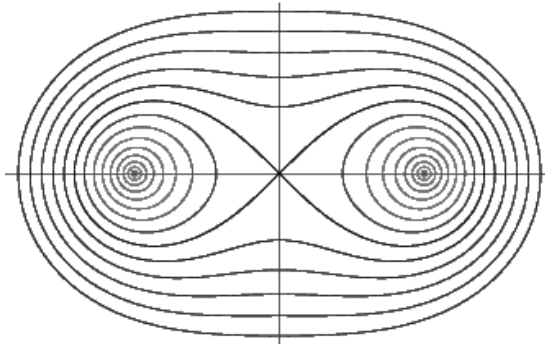


Figura 4

Els «ovals de Cassini» (vegi's Figura 4) són una família de corbes de quart grau. Ara més tècnicament, si considerem q_1 i q_2 com a dos focus fixes i considerem b com una constant, aleshores l'oval de Cassini es defineix com el lloc dels punts p sobre l'òrbita de manera que el producte de la distància de p a q_1 (x) i de la distància de p a q_2 (y) és b^2 , o sigui, $b^2 = x \cdot y$. Depenent de la raó entre la constant i les distàncies obtindrem corbes que van des d'ovals típics (els més externs a la figura 4) fins a petits ovals duplicats a prop de cadascun del focus, passant per la forma *lemniscata* (la figura en forma d'infinet que recorre els dos focus). Cassini estava convençut que el moviment aparent del Sol respecte a una Terra immòbil com a focus recorria aquests ovals en figures que depenien directament de les distàncies Terra-Sol al llarg de l'any.

Els ovals de Cassini no van ser la única interpretació de les òrbites planetàries que va rivalitzar amb la primera llei de Kepler. «In some works on astronomy (such as the widely read book by Vincent Wing), the new Keplerian ellipse was brought into harmony with traditional epicyclic astronomy by constructing it neither as a section of a cone (in the style of Apollonius), nor as a locus with respect to two points (in the

⁶⁰ J. CASSINI, *Éléments d'astronomie*, Livre II, p. 149, Imprimerie Royale de Paris, 1740. [«Després de l'observació exacta de la mida aparent dels diàmetres del Sol, el meu pare va trobar una altra corba diferent de l'el·lipse que serveix per a representar amb molta exactitud els veritables moviments del Sol i les diverses distàncies a la Terra»].

style of Kepler), but as the curve traced out by an epicycle with a period of rotation equal to the period of revolution of its center along the deferent»⁶¹. Efectivament, va ser una pràctica usual desvincular-se lleugerament de l'el·lipse de Kepler mitjançant moviments complexos construïts amb epicicles en lloc d'acceptar planament la senzilla el·lipse que inclou només la seva trajectòria. Era una opció prudent: sense haver de renegar de la tradició, hom no rebutjava plenament l'estructura i les convincents mesures de Kepler. El llibre de Vincent Wing a què Cohen fa referència és *Harmonicon coeleste*, publicat a Londres al 1651. Wing dóna testimoni que Ismaïl Bullialdus (1605-1694) emprava aquesta solució mitjançant epicicles i que «(to make the operation more easie) shews how to performe the same by an epicycle, whose motion is double to the motion of a planet in his orbite, and so by the solution of right lined triangles, it may be found with more ease»⁶². No només Bullialdus o Wing, sinó una gran munió d'astrònoms van prendre camins alternatius a la primera llei de Kepler mitjançant conceptes epicíclics o que, d'alguna o altra manera, es vinculaven directament amb la tradició prekepleriana. Altres, fins i tot, hi van quedar ben ancorats: Andrea Argoli (1570-1657), per exemple, mai va ser capaç d'abandonar la circularitat de Copèrnic, i tot i que coneixia bé les *Tabulae Rudolphinae* de Kepler, mai va saber apropar-se a l'el·lipse.

La llei d'àrees, com dèiem, tampoc no va gaudir de massa èxit. Ja hem dit que l'*Astronomia Carolina* de Streete ni la mencionava. A les seves arreu conegudes *Institutiones Astronomicae* (1676), Nicholas Mercator (1620-1687, d'origen alemany, Nikolaus Kauffmann) menciona la segona llei de les àrees, però tot just de passada i es dedica a la tasca de buscar una altra mena de còmput substitutiu. L'amic de Newton, Christopher Wren (1632-1723), al seu assaig *On solving Kepler's problem by means of a cycloid* (1659), també fa referència a la segona llei, però ho fa d'una manera tan lleugera que dóna la impressió que més aviat li fa més nosa que no pas una altra cosa. Al gran tractat que foren els *Opera Posthuma* (1673) de Jeremiah Horrocks (1618-1641), la llei d'àrees no apareix de forma explícita, tot i que Horrocks la utilitza de manera implícita i amagada quan treballa en una de les seves regles per al moviment lunar. I això és estrany o significatiu, perquè Horrocks era un dels deixebles més avançats de Kepler a Anglaterra, i, per tant, havia de conèixer bé la importància que Kepler havia atorgat a la seva segona llei. Seth Ward (1617-1689), professor d'astronomia a Oxford, tot i que coneixia la llei, la va menystenir i sempre va emprar procediments substitutius.

La llei d'àrees ens diu que un radi vector entre un punt de l'òrbita i el centre de forces escombrarà àrees iguals en temps iguals. O sigui: si, computant des del focus solar S, un objecte en òrbita es mou des del punt P_0 al punt P_1 en un temps T_1 escombrant l'àrea SP_0P_1 , aleshores la llei d'àrees ens diu que, si el mòbil continua desplaçant-se en òrbita fins a un punt P_2 en un temps T_2 , l'àrea del sector SP_1P_2 serà proporcional a l'àrea SP_0P_1 tal i com T_2 ho serà a T_1 . D'aquesta manera, s'obria la possibilitat de conèixer amb exactitud aquest punt P_2 si es coneixia SP_0P_1 i T_1 , la qual

⁶¹ I.B. COHEN, *The Newtonian Revolution*, p. 225, Cambridge University Press, 1980. [«En algunes obres d'astronomia (com el llibre tan llegit de Vincent Wing), la nova el·lipse kepleriana harmonitzava amb la tradicional astronomia epicíclica si no se la construïa ni com una secció d'un con (a l'estil d'Apol·loni) ni com un lloc relatiu a dos punts (a l'estil de Kepler), sinó com la corba traçada per un epicicle amb un període de rotació igual al període de revolució del seu centre pel deferent»].

⁶² V. WING, *Harmonicon Coeleste*, III, 5, p. 44, London, printed by Robert Leybourn, for the Company of Stationers, 1651. [«(...) per facilitar les operacions) mostra com realitzar el mateix amb un epicicle, el moviment del qual és el doble que el d'un planeta per la seva òrbita, i, d'aquesta manera, per la solució de triangles rectilinis, es pot trobar amb més comoditat»].

cosa ens permetria poder predir on es trobaria en qualsevol moment un objecte mòbil en òrbita respecte al seu focus solar. Però a l'hora de la veritat, això demanava una geometria i uns estris matemàtics que no es tenien. El propi Newton, malgrat la seva grandesa, n'era ben conscient i no se n'amagava pas: «But it is not possible, as Newton sought to prove in lem. 28, bk. one, of the *Principia*, to find such an area “by means of equations finite in the number of their terms and their dimensions”»; that is, the equation resulting from this problem is transcendental and leads to an infinite series, Kepler himself was aware of the difficulty and appealed to the geometers of the world for help»⁶³.

El propi Kepler, abans de proposar la hipòtesi el·líptica, ja havia treballat amb algun equant -«punctum equans»- sobre el que orbita circularment un planeta a velocitat uniforme produint que des del centre, o des d'un Sol desplaçat del centre, la velocitat dels planetes *aparegui* com a no uniforme. En aquests casos, la llei d'àrees s'aplicava, per tant, des d'un punt equant. Com que una vegada Kepler va instaurar la llei d'àrees sota una hipòtesi el·líptica, pels problemes matemàtics que hem dit abans i que Newton confirma, no era possible predir amb exactitud on es trobaria un planeta des del focus solar malgrat coneguéssim una àrea anterior del radi vector del mateix planeta, molts dels astrònoms van rebutjar la segona llei d'àrees com a inexacta i van buscar-hi les lleis substituïdes a què abans fèiem referència, i en especial, van començar a tractar la llei no pas des del focus solar, sinó des del focus buit, tractat com a equant, seguint el que Kepler ja havia fet abans de la presentació de la hipòtesi el·líptica.

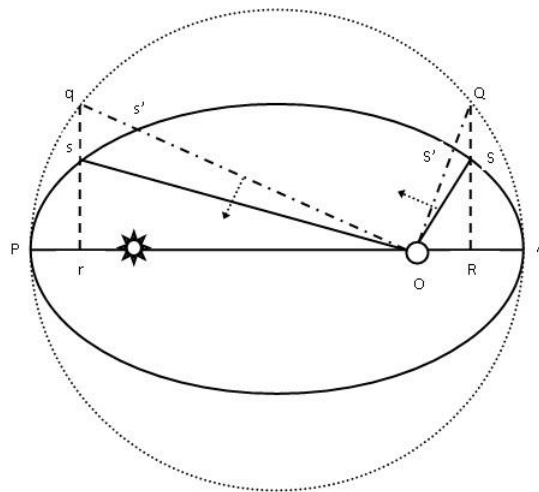


Figura 5

D'aquesta manera, venia a obtenir-se una aproximació més o menys acceptable als moviments que observem en cadascun dels planetes des del focus solar. Tot i així, aquesta aproximació era molt menys precisa en algunes regions de l'òrbita que en altres, i això va fer que la llei de l'equant substituïda de la llei d'àrees de Kepler es modifiqués encara més amb uns factors de correcció (vegi's figura 5). Aquests factors

⁶³ I.B. COHEN, *The Newtonian Revolution*, p. 228, Cambridge University Press, 1980. [«Però, com el propi Newton va provar de demostrar al lema 28 del llibre primer dels *Principia*, no és possible trobar aquesta àrea “mitjançant equacions finites pel que fa al nombre dels seus termes i les seves dimensions”; és a dir, l'equació resultant d'aquest problema és transcendental i duu a una sèrie infinita. El propi Kepler era conscient de la dificultat, i va demanar ajuda als geomètres del món»].

de correcció s'aconseguien traçant un cercle auxiliar que tenia com a diàmetre l'eix major de l'el·lipse (PA), des de l'afeli al periheli; es dona un radi vector que es desplaça uniformement des del focus buit o equant (OsS), tot i que les interseccions del radi vector amb l'el·lipse no donen la posició del planeta, sinó només uns punts útils per a la construcció correctiva; s'aixecava una línia perpendicular (RQ o rq) sobre el diàmetre passant per *s* o *S*, intersecant amb el cercle auxiliar a *q* o *Q*, respectivament. Fet això, ja podia traçar-se un nou radi vector (OQq) des del focus buit als punts del cercle auxiliar, de tal manera que les interseccions (*s'* i *S'*) amb l'el·lipse representaven la posició planetària *corregida*, modificant les posicions planetàries que s'obtenen sobre l'el·lipse sense haver afegit el cercle auxiliar. Aquestes eren, precisament, les computacions que duïen a terme Ward o Bullialdus.

Comptat i debatut, cap de les dues primeres lleis de Kepler van passar a ser integrades a cap mena de *corpus* oficial de l'astronomia moderna fins que Newton no va aportar tot el seu aparell matemàtic i conceptual. Estrictament, no podia pas ser d'altra manera: la tercera de les seves lleis s'acceptava, però pot dir-se que ningú no sabia exactament bé quin era el significat més pregon d'aquella juguesca matemàtica. Hi ha encara més testimonis d'aquesta agònica resistència en un gruix important de l'elit intel·lectual: durant tota l'hercúlia redacció de l'*Astronomia Nova*, Kepler va mantenir correspondència amb el gran astrònom frisi, el seu amic alemany, David Fabricius (1564-1617), a qui mai va poder convèncer de la forma el·líptica. El 20 de gener de 1607, Fabricius, amb recança i una certa incredulitat, li escriu a Kepler: «Mit Eurer Ellipse hebt Ihr die Kreisförmigkeit und Gleichförmigkeit der Bewegungen auf, was mir um so vernunftwidriger vorkommt, je mehr ich darüber nachdenke... Wenn Ihr bloß die vollkommen kreisförmige Bahn beibehalten und Eure elliptische Bahn mittels eines zusätzlichen Epizykelchens rechtfertigen könntet, wäre es viel besser»⁶⁴. Altres que, tanmateix, admiraven la seva figura i el seu treball, simplement no entenien bé –o no tenien cap intenció d'entendre per tal de no sortir-se de l'establert– un sistema cosmològic que deixés enrere la forma circular. El físic alemany Johannes Brengger (1550-1629) –i també amic seu fins al punt de tuejar-se mútuament– li confessava el següent en una missiva una mica anterior a la revolucionària publicació de l'*Astronomia Nova*: «Wenn du sagst, du wollest gleichzeitig eine Himmelsphysik und eine neue Arithmetik oder ein neues Rechenverfahren nicht auf Grund von Kreisen, sondern von geistigen und magnetischen Kräften liefern, so freue ich mich sehr darüber, wenn ich auch, wie ich offen gestehe, ein solches arithmetisches Verfahren mir kaum vorstellen, geschweige denn einsehen kann»⁶⁵. Així doncs, si no oblidem que Kepler tenia el convenciment d'haver netejat els estables d'Àugies, llavors també es fa clar que molts habitants del regne sentien nostàlgia de tanta brutícia perduda; o, fins i tot, a molts potser els rossegava el desassossec de pensar, desesperats, que ni tan sols s'havia pogut salvar l'estable mateix.

⁶⁴ D. FABRICIUS, *Carta a Johannes Kepler*, 20 de gener de 1607. Extreta de M. CASPAR, *Keplers Gesammelte Werke*, XV, p. 376. [«Vostè, amb la vostra el·lipse, abolí el caràcter circular i la uniformitat dels moviments, la qual cosa, com més hi penso, més contrària em sembla a la raó... Si almenys poguéssiu preservar l'òrbita circular perfecta i poguéssiu justificar la vostra òrbita el·líptica mitjançant un altre petit epicicle de més, tot seria aleshores molt millor»].

⁶⁵ J. BRENGGER, *Carta a Johannes Kepler*, 30 d'octubre de 1607. Extreta de *Neue Astronomie*, edició crítica de M. CASPAR, p. 57, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 1990. [«Me n'alegro força quan dius que voldries lliurar una física dels cels i un nou tipus de matemàtiques alhora, basades no pas en cercles sinó en forces magnètiques i animades; tot i que he de confessar obertament que no puc imaginar-me, ni tan sols comprendre, un procés matemàtic d'aquesta mena»].

§ 2.4 Nivells de concreció laminar

En l'actualitat, el coneixement precís que es posseeix del funcionament del sistema gravitatori que és el Sistema Solar ha aportat una immensa munió de dades verificables.⁶⁶ Podem fer un llistat de moltes d'aquestes dades, fredes, tal i com són. La Terra orbita al voltant del Sol a una sabuda distància mitjana de 149,6 milions de quilòmetres, el que es coneix com una «unitat astronòmica» (UA). Com que l'òrbita no és circular sinó el·líptica, la distància de la Terra al Sol varia entre un mínim de 147.098.290 quilòmetres en el seu periheli i un màxim de 152.098.232 quilòmetres en el seu afeli. Representats a escala aquests valors, aquesta òrbita no diferiria massa d'un cercle: apareix una òrbita el·líptica de moderada excentricitat, $\varepsilon=0,017$. El diàmetre equatorial de la Terra és de 12.756 quilòmetres. Com tots sabem, el període orbital de la terra és un any, és a dir, 365,2 dies, i el període de rotació sobre el seu propi eix és de 23 hores, 56 minuts i 24 segons. La massa del planeta és de $5,97 \cdot 10^{24}$ kg, amb una densitat mitjana de 5,52 g/cm³. El pla que conté l'òrbita de la Terra s'anomena *eclíptica* i es pren com a referència per a tots els planetes del sistema. La seva inclinació orbital és, doncs de 0°. Respecte a aquest pla, l'eix de la Terra està inclinat 23° 27', definint així la seva *obliquïtat* respecte a l'eclíptica.

	Distància (10 ⁶ km)	Diàmetre (km)	Excentr.	Període (anys t.)	Rotació	Massa (M _⊕)	Densitat (g/cm ³)	Inclinació	Obliquïtat
Mercuri	57,9	4.879	0,206	0,241	58,6 d.	0,55	5,43	7°	0°
Venus	108,2	12.104	0,0068	0,615	243 d.	0,815	5,25	3°24'	2°7'
Terra	149,6	12.756	0,017	1,000	23h.56m.	1,000	5,52	0°	23°27'
Mart	227,9	6.794	0,093	1,880	24h.37m.	0,107	3,94	1°51'	23°59'
Júpiter	778,3	142.984	0,048	4,600	9h.50m.	317,8	1,24	1°19'	3°04'
Saturn	1429,4	120.536	0,056	11,860	10h.35m.	95,1	0,70	2°30'	26°04'
Urà	2875,0	51.118	0,046	29,420	17h.14m.	14,6	1,21	0°46'	98°
Neptú	4504,4	49.528	0,009	163,264	16h.7m.	17,2	1,67	1°47'	29°
Plutó	5916,0	2.300	0,260	248,020	6,3 d.	0,21	2,1	17°	122°

Taula 1

Per tal de poder comparar i valorar, podem agafar les dades d'altres planetes. La distància mitjana que separa el Sol del seu planeta més proper, Mercuri, és de 57,9 milions de quilòmetres, és a dir 0,387 UA o un 38,7% de la distància Sol-Terra. La seva òrbita és molt més el·líptica que la de la Terra, amb l'elevada excentricitat de $\varepsilon=0,2056$. El diàmetre equatorial de Mercuri és de 4.879 quilòmetres, la qual cosa ens diu que Mercuri només posseeix un aproximat 38,2% de la mida de la Terra. El seu període orbital és de 87,969 dies, i el període de rotació sobre el seu propi eix és de 58,646 dies, és a dir, tarda una mica més de 58 dies terrestres en donar un tomb sobre si mateix. La massa del planeta és de $3,302 \cdot 10^{23}$ kg, i té una densitat mitjana de 5,43 g/cm³, molt propera a la de la Terra. Té una pronunciada inclinació orbital respecte a l'eclíptica de 7,004°, però el seu eix no té cap obliquïtat, és de 0°.

Anem cap a l'altra banda del sistema Solar i prenem ara per exemple un planeta exterior, Neptú, descobert el 1781. Neptú és a una distància mitjana del Sol de 4.504,4 milions de quilòmetres, és a dir, 30,11 vegades la distància Sol-Terra. La seva òrbita és gairebé circular, amb una baixíssima excentricitat de $\varepsilon=0,009$. El seu diàmetre

⁶⁶ Totes les dades empíriques que apareixen en aquesta secció estan extretes de *Astronomía general*, D. GALADÍ-ENRÍQUEZ, J. GUTIÉRREZ, Ediciones Omega, Barcelona, 2001.

equatorial és de 49.528 quilòmetres, és a dir, Neptú és gairebé quatre vegades més gran que el nostre planeta. Tarda 163 anys i 264 dies terrestres en acomplir el seu període orbital. En canvi, dóna un tomb sencer sobre el seu propi eix cada 16 hores i 7 minuts terrestres. La seva massa és 17,2 vegades més gran que la de la Terra, $1,024 \cdot 10^{26}$ kg, però la seva densitat mitjana és d'1,67 g/cm³, molt més baixa que la de la Terra. Té poca inclinació orbital respecte a l'eclíptica, d'1°47', i el seu eix té una obliqüitat de 29°, similar al terrestre.

Seria feixuc enumerar un possible llistat complet de dades empíriques relatives a cadascun dels objectes mòbils que orbiten en el Sistema Solar, en particular, i a la pròpia estructura del sistema, en general. Si més no, almenys, en podem veure un grapat significatiu a la Taula 1. Hi podem trobar dades que criden irremeiablement la nostra atenció si fem una comparativa amb altres dades que fluctuen dins d'uns marges més o menys regulars: els enormes diàmetres de Júpiter i Saturn, la poc usual distància de Neptú i Plutó respecte al Sol, la lentitud en la rotació de Mercuri i Venus sobre el seu eix, la desmesurada massa de Júpiter respecte als altres planetes, o la sorprenent inclinació de Plutó respecte a l'eclíptica.

Però, cal preguntar-se pel significat d'aquestes dades a un nivell que supera la seva pròpia presentació. Evidentment, aquestes dades quantitatives, i qualsevol dada possible que puguem imaginar, han estat conegudes o bé mitjançant l'observació empírica o bé mitjançant algun càlcul que es fonamenta en la legislació física que tenim al nostre abast. «La recolección de datos cuantitativos es una de las tareas características de lo que Kuhn llama *ciencia normal*, del trabajo cotidiano vinculado al desarrollo de una teoría. Parte del progreso científico en estos períodos consiste justamente en aumentar el caudal y precisión de los datos cuantitativos existentes»⁶⁷. Les dades apareixen com a meres etiquetes superficials que podem assignar a cadascun dels objectes observats. «La asignación numérica debe representar esos hechos, expresarlos numéricamente. Y además lo debe hacer de modo “interesante”, esto es, *sistemático*»⁶⁸. Aquestes dades són la *superficie* d'alguna mena d'ordre o regularitat cosmològica que les precedeix, i en aquest sentit, les dades, per si soles, no aporten cap nivell de comprensió. Si aquestes dades ens haguessin estat totes donades per la simple observació, hauria estat una bona tasca recol·lectora, un bon i acurat treball dels trets que expressen, però, de cap de les maneres hauria estat un coneixement de les causes que les provoquen, tot i que, sota una anàlisi acurada, ens en poden donar alguna pista.

«Ésa fue, por ejemplo, la principal contribución de los astrónomos geocéntricos árabes y tardomedievales (por ejemplo, las Tablas de Toledo del siglo XI) y también de personajes como Regiomontano y, sobre todo, Tycho Brahe, quien ocupa un lugar en la historia de la astronomía más por la increíble precisión de las mediciones astronómicas que realizó a simple vista que por su sistema geocéntrico mixto. Casi siempre, su función en los períodos de ciencia normal consiste simplemente en ir aumentando la precisión en la aplicación de la teoría a la experiencia. Otras veces parecen desempeñar un papel más importante, sirviendo de guías para el descubrimiento. Aunque nunca propician directamente la generación de grandes constructos teóricos, sí parece que a veces desempeñan una función de guía bastante inmediata en la formulación de leyes específicas».⁶⁹

⁶⁷ J.A. DÍEZ, C.U. MOULINES, *Fundamentos de filosofía de la ciencia*, p. 181, Ed. Ariel, Barcelona, 1997.

⁶⁸ *Ibidem.*, p. 186.

⁶⁹ *Ibidem.*, p. 181.

Entenem, doncs, que la recopilació de dades que hom pugui fer a través de l'observació directa i llur classificació no ens aporta, pròpiament, coneixement. Si observem, per exemple, els moviments de qualsevol planeta a intervals el més curts que vulguem i els anotem amb tanta exactitud com desitgem, aconseguirem un bon llistat que expressa perfectament el comportament del planeta, però no tindrem ni la més mínima idea de per què les dades són les que són ni per què el comportament és el que és. De fet, aquesta és l'essència de l'observació acurada: la traducció a dades dels fets. Les dades obtingudes per observació són un *protoconeixement*, són un *primer nivell de concreció descriptiu*, la làmina, podríem dir, més superficial de tota una estructura de coneixement, en la mesura que, per si mateixes i per si soles, les dades no s'expliquen, sinó que, senzillament, s'exposen.

És clar que en el cas de les dades d'objectes astronòmics que ens ocupa, les dades que podem conèixer per simple observació són relativament ben poques. Per exemple, per la simple observació no podem saber la distància a la que es troba Urà. Però això no invalida l'exposició, atès que no altera la pròpia qüestió de principi. Que no puguem posseir aquesta dada per la simple observació empírica només expressa una incapacitat tecnològica: si des del principi haguéssim posseït un aparell que partís de la Terra i, metre a metre, arribes fins a Urà, hauríem tingut accés a aquesta dada. Suposadament, amb una tecnologia ideal adequada, es podria tenir accés a totes les dades que expressin el comportament dels objectes celestes. Atès que gran part d'aquesta tecnologia ha estat fàcticament impossible, l'accés a moltes de les dades que tenim ha hagut de fer-se per altres camins indirectes que no han estat l'observació empírica directa. Tanmateix, el que és important d'entendre és que, encara que haguessin pogut ser conegudes per mera observació empírica, les dades per si mateixes no haurien aportat, i de fet, en aquest sentit, no ho fan pas, cap nivell explicatiu; o sigui, per elles mateixes no poden donar compte del que elles són.

Hem de diferenciar bé entre *descriure* i *comprendre*: hem d'entendre que qualsevulla *descripció* és la transcripció d'un fet a un símbol que l'expressa. La comprensió, en canvi, va més enllà d'una transcripció simbòlica: pretén introduir nivells causals en la mesura que busca la causa del fenomen descrit. Per tant, pot afirmar-se que *les dades són, efectivament, una primera làmina, un primer moment descriptiu dels fenòmens observats, però no expliciten cap nivell causal*. Òbviament, la tasca de la ciència no és merament descriptiva, sinó explicativa: si bé la correcta descripció de les dades és un primer pas fonamental, la ciència té com a finalitat *comprendre* per què les dades són les que són. Tota dada *descrita* ha de ser, després, *explicada*. Solem anomenar «explanandum» allò que necessita d'una explicació; en lògica conseqüència, anomenem doncs «explanans» allò que aporta l'explicació de l'explanandum. En aquest sentit, les dades superficials no són res més que un explanandum que ha d'entrar en relació explicativa amb el seu corresponent explanans. «El sentido exacto en que el explanans hace esperable el explanandum y el candidato más inmediato para la relación de “esperabilidad”, (...) es la relación de inferencia lógica: ciertos estados de cosas hacen esperable otro si el segundo “está contenido” en los primeros considerados conjuntamente. Explicar el segundo consiste en mostrar que efectivamente está contenido en los primeros. Así, el explanans hace esperable el explanandum en el sentido preciso de que del explanans se infiere el explanandum. Las explicaciones son argumentos en los que se infiere el hecho a explicar de los otros hechos que lo explican»⁷⁰. Una suposada «ciència» que es donés per conclosa en una mera primera làmina descriptiva de la recopilació de

⁷⁰ *Ibidem.*, p. 225.

dades no es podria considerar, pròpiament, ciència, en la mesura que no pot titllar-se de ciència una mera presentació de l'explanandum. Quan Isaac Asimov presenta una descripció genèrica del que ha de ser el mètode científic, deixa ben clar que tota recollida de dades ha de ser un pas previ a tota construcció d'hipòtesis científiques que acabaran sent lleis naturals o teories científiques: «*With all the data gathered, work up some tentative generalization that describes it all as simply as possible – some short statement or some mathematical relationship. This is an hypothesis*»⁷¹.

La història de la ciència pren sentit, doncs, quan apareix la recerca d'un *segon nivell de concreció laminar*, que és, precisament, el primer nivell explicatiu o primer explanans: donar una explicació causal, primer en forma d'hipòtesi, del primer nivell de concreció. Una empresa d'aquesta mena descarta, òbviamment, l'atzar: les dades són les que són no perquè s'exposin com s'exposen per un caos probabilístic, sinó que hi ha la ferma convicció que rere la descripció de dades s'hi amaga un *ordre*. És en aquest context que cal emmarcar la història de la cosmologia des dels seus principis fins a les pròpies lleis de Kepler. Tota l'extensa història dels sistemes cosmològics que va des de l'Antiguitat grega fins a les exploracions de Kepler sobre Mart, s'ha d'incloure en el marc de l'esforç humà per trobar l'ordre subjacent a les observacions, o el que és el mateix, trobar un sistema ordenat que encaixi amb allò observat, que doni fe de les dades que durant centúries s'havien anat obtenint dels objectes celestes. En definitiva, explicar els cels, no descriure'ls.

Per primera vegada, les lleis de Kepler són una formulació matemàtica que explica uns fets experimentalment constatables. Òbviamment, les lleis de Kepler no donen cap explicació a la majoria de dades que coneixem del sistema solar, ni tan sols a la majoria de les que hem exposat a la taula 1; però donaven fe de la posició observada dels planetes en el cel nocturn. La grandesa de Kepler rau en què, per primer cop, un sistema ordenat més simple que cap altre que mai hagués estat postulat abans permet sortir l'home del nivell laminar més superficial de la mera descripció. Els sistemes ordenats anteriors s'havien mostrat insuficients, inexactes més enllà d'un marge permès d'error que s'intentava solucionar amb nous subsistemes que, malgrat tot, aportaven noves apories que feien sospitar del sistema mateix. «Tal es el caso, por ejemplo, de las dos primeras leyes de Kepler. La precisión de los datos obtenidos por Brahe acabó por convencer a Kepler de que los desajustes cuantitativos del sistema heliocéntrico copernicano no eran debidos a errores de observación, y tras arduos esfuerzos por mantener el dogma pitagórico de las órbitas circulares sostenido por todos los astrónomos durante dos mil años, acabó por abandonar y postular órbitas elípticas»⁷².

Tot i així, si bé és cert que les lleis de Kepler són un primer nivell laminar explicatiu que donava compte del trànsit dels planetes, no s'explicaven a si mateixes. Les lleis de Kepler s'expressen mitjançant les relacions numèriques que hem analitzat, però, estrictament parlant, hom podia preguntar-se per què eren aquestes lleis les que eren i per què no eren unes altres lleis les que regien l'ordre dels cels. D'aquesta manera les pròpies lleis de Kepler es converteixen ara en un nou explanandum necessitat d'un explanans. Les lleis de Kepler servien per a explicar quelcom, però les pròpies lleis de Kepler també havien de ser explicades. Entraria en escena un *tercer nivell de concreció laminar*: aquell que pogués donar fe de les pròpies lleis de Kepler. En aquest sentit, la teoria de la gravitació universal de Newton

⁷¹ I. ASIMOV, *What is the scientific method?*, p. 86, Science Digest Inc., Vol. 63-64, 1968. [«Elaborar, amb totes les dades reunides, alguna generalització provisional que les descriu de la manera més simple possible –algun enunciat curt o alguna relació matemàtica. Això és una hipòtesi»].

⁷² J.A. Díez, C.U. MOULINES, *Fundamentos de filosofía de la ciencia*, p. 181, Ed. Ariel, Barcelona, 1997.

omple aquest tercer nivell. L'òrbita el·líptica descrita matemàticament per les lleis de Kepler és el fenomen aparent d'unes profundes implicacions físiques que formalitzen un nou concepte que es refereix a una nova força subjacent en el món natural, la força gravitatòria. La força gravitatòria explica el perquè de les lleis de Kepler i el perquè de la seva formulació matemàtica. El fet que els cossos s'atraguin entre si produeix que els planetes girin al voltant del centre que és el Sol seguint una trajectòria el·líptica que segueix la formulació de Kepler. Tota la teoria newtoniana és un salt cap a un nivell explicatiu més pregon que no pas el nivell explicatiu keplerian. Gramaticalment es fa fàcil, sempre a grans trets, desplaçar-se d'una làmina explicativa a una altra, d'un nivell de concreció a un altre: els planetes se situen on se situen *perquè* segueixen òrbites el·líptiques al voltant del Sol, i això és així *perquè* tota massa atrau i se sent atreta per les masses adjacents. O a l'inrevés: si no existís la força gravitatòria que atrau una massa amb una altra, els planetes no seguirien cap òrbita el·líptica ordenada i es perdrien a l'espai, i aleshores els planetes no estarien situats on estan quan els observem.

El tipus d'explicació que relaciona les lleis de Kepler amb les lleis de Newton s'inclou en una mena d'explicacions que l'epistemòleg Carl Hempel (1905-1997) anomena «nomològiques deductives generals» (NDG). Hempel entén aquesta mena d'explicacions nomològiques com una generalització estricta de tipus no estadístic-probabilista: l'explanandum ja no és una mera dada particular sinó que és un fet general nòmic que depèn absolutament d'un explanans que essencialment és una altra llei ben definida i en què cap de les lleis de l'explanans coincideix amb les lleis de l'explanandum. La relació d'explicació que aquí trobem és la d'inferència lògica deductiva:

«Explicamos determinadas leyes derivándolas de otras, en cierto sentido que hay que precisar, más generales. Por ejemplo, las leyes de Kepler sobre la forma o período relativo de los planetas se explican por las leyes de la mecánica gravitatoria newtoniana; la misma teoría newtoniana explica también otras regularidades nómicas, como la ley de caída libre de Galileo, o la ley que relaciona la intensidad de las mareas con las fases de la Luna; la ley de Boyle queda explicada en la teoría cinética de los gases; etc. (...) Hay que diferenciar estas explicaciones de las anteriores; las diferencias entre ellas se derivan del hecho de que en aquéllas el explanandum es particular y en éstas general».⁷³

Newton mateix va haver d'enfrontar-se a un nou repte: havia de donar resposta a *per què* els cossos s'atreuen gravitatòriament. Newton va entendre que les relacions numèriques de Kepler es podien explicar si existia una força gravitatòria entre els cossos a l'espai, però no podia comprendre *per què* havia d'existir aquesta força, o el que és el mateix, *què* la causava. Un estat «natural» de les coses ens diria que dos cossos distints poden ocupar dos llocs distints a l'espai, però en aquesta descripció no trobem cap motiu pel qual aquests dos cossos hagin de tendir especialment un sobre l'altre. Les pròpies lleis de Newton han de ser explicades: apareix una nova necessitat d'inferència explicativa on les lleis de Newton apareixen com un nou explanandum necessitat d'un nou explanans. Ha d'haver-hi un *quart nivell de concreció laminar*, també explicatiu, que doni resposta a aquesta «atracció natural». Si dos cossos a l'espai que haurien de mantenir-se indiferents l'un a l'altre acaben atraient-se del tot irremeiablement, és de ple sentit comú que ha d'existir un nivell d'explicació més profund que doni fe d'aquest comportament.

⁷³ *Ibidem.*, p. 233.

El fet és que Newton va ser incapaç de superar el seu tercer nivell explicatiu –o d’arribar-ne a un quart. Quan a Newton li preguntaven *per què* els cossos s’atrauen mútuament, no sabia pas que respondre. Responia, alguns cops, que es devia a una inherent característica de la matèria; o sovint prenia una postura més pragmàtica: simplement s’atrauen, i això és tot; o deia que l’únic que podia ser constatat era saber *en quina mesura* s’atrauen més que no pas el fet de saber *per què* s’atrauen. El propi Newton deixa constància escrita de l’absurditat, literalment, que significa per a ell la pròpia existència de la gravitació, la qual cosa deixa entreveure la necessitat que sent Newton de trobar un nou explanans a l’explanandum en què s’ha convertit la seva pròpia llei universal de la gravitació.

No és fins al 1915 que Albert Einstein demostra a la seva «teoria de la relativitat general» que es pot donar explicació al *perquè* de la força gravitatòria si l’entendem exclusivament com a conseqüència de la curvatura de l’espai-temps. Deixant ara de banda la polèmica de si la curvatura de l’espai-temps s’ha d’entendre com a lectura matemàtica o si descriu realment un fenomen físic, el cas és que la gravitació pot ser *explicada* com una realitat dependent de les relacions entre espai, temps i matèria. Ara bé: el fet que l’espai sigui deformable per una massa i que ja no sigui entès com aquell espai absolut, estàtic, pla i indiferent que el propi Newton havia concebut, és un fet que també mereix una explicació, és a dir un *cinquè nivell de concreció laminar: per què* l’espai és deformable. Això duu a pensar que, amb tota probabilitat –i més si tenim en compte les excepcionals propietats que fins ara són inexplicables del buit quàntic a longituds de Planck-, encara no coneixem gens bé l’estructura última del propi espai.⁷⁴

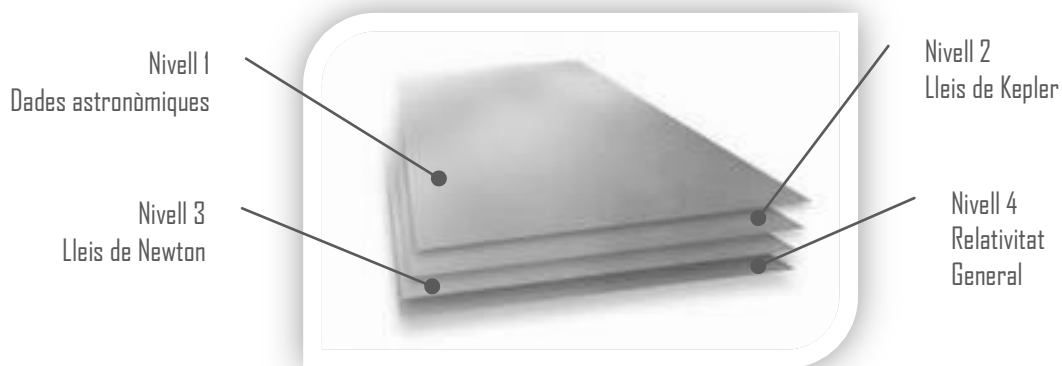


Figura 6

Queda clar, doncs, que *el coneixement de l’estructura de la realitat física es presenta mitjançant episodis laminars que mostren diferents nivells de comprensió*. Des d’aquesta mirada laminar (vegi’s Figura 6), hem de saber encaixar el pensament de Kepler en la història de la ciència: les seves lleis són l’efecte fenomenològic aparent d’una concatenació d’etapes causals a nivell físic, de les quals sembla que n’hem comprès algunes. De nou, des d’aquesta mirada, hem de saber encabir les lleis de Kepler en l’estructura del món físic; hem de saber contextualitzar-les en aquest esglaonament conceptual cosmològic i hem de saber comprendre el seu sentit dins

⁷⁴ Per a l’actual visió de l’estructura de l’espai, recomanem L. RANDALL, *Universos ocultos. Un viaje a las dimensiones extras del cosmos*, Ed. Acantilado, 2011.

d'una realitat que se'ns presenta com a unificada i global, tot i que, conceptualment, no es deixa apressar sinó en una pluralitat d'estrats ben identificables.

Calen, arribats a aquest punt, un seguit de consideracions gens fútils que poden provocar un *zumzeig* teòric. No és una pregunta menyspreable la que demana per la naturalesa de la pròpia estructura causal de la laminació dels nivells de concreció. Duta als seus límits, la qüestió de la quantificació de distints nivells causals se'ns presenta com una tasca teòricament poc abordable. Podria suposar-se que la sèrie laminar és de caràcter finit i que, en algun moment proper o llunyà, el quefer científic seria capaç d'assolir un estrat últim i definitiu. Tal vegada caldria entendre aquest assoliment com el desitjat final de trajecte del coneixement científic, com una plena comprensió de la naturalesa. Aquest horitzó de comprensió ha estat sempre latent en el desenvolupament de la tasca científica occidental, i fins i tot, en algun moment de la seva història, se l'ha arribat a veure ben a prop. L'estat de la ciència que va donar-se a finals del segle XIX, amb el coneixement que aportaven, fonamentalment, la mecànica clàssica, les equacions de l'electromagnetisme de Maxwell i el corpus teòric en òptica, van despertar un optimisme en gran part de la plana científica que, vist des de l'actualitat, sembla ben poc justificable. Tanmateix, la creença o expectativa de què podien reunir-se resoltes en un sol cos unitari, per fi, totes les qüestions cabdals de la física, va escapar-se en mil bocins quan al 1900 Max Planck descobreix els quants d'energia i inaugura, inconscientment, l'era de la mecànica quàntica. Des d'aleshores s'enceta un nou esglaó en els secrets de la naturalesa que torna a fer veure molt llunyana l'esmentada última làmina explicativa. Tot i així, aquest hipotètic últim estat del coneixement científic mai ha deixat d'estar present en la psicologia de l'home occidental, tant per a aquell que ha estat abocat a la tasca científica com per a aquell que, des de fora i com a observador, n'ha comprès la seva dinàmica.

Malauradament, però, el fet remarcable és que no hi ha cap seguretat que la sèrie causal hagi de ser finita necessàriament. La suposada finitud de la laminació de nivells explicatius no és ni es dedueix de cap axioma de la ciència i, pròpiament, només és justificable des de la psicologia finita de la ment humana: certament, una infinitud de nivells laminars de concreció repel·leix la limitada finitud de la ment humana. Però àdhuc sota la pròpia mirada humana, l'assoliment d'una última i definitiva làmina explicativa suposaria el final de la cadena causal, la qual cosa equivaldria a postular una làmina que, per ser la última, no ha de ser explicada i que, no obstant això, tot ho explica; en definitiva: un explanans que mai es converteix en explanandum. Aquesta última làmina s'hauria de comprendre com un «datum inexplicable», i, als ulls de la pròpia dinàmica científica, quelcom així no seria precisament més abordable que la tan desconcertant possible infinitud laminar.

És possible que, davant de tot això, l'opció d'una circularitat causal alternativa pogués conjugar els desitjos de finitud de l'ésser humà i l'experiència científica que no sap dissuadir-se de què tot efecte té una causa. Almenys, però, a un cert nivell teòric, perquè, des de la mateixa pràctica científica, no se sap tampoc com podria encaixar-se una aital circularitat. Tot això demostra que en el moment en què el pensament és capaç de sortir-se de l'interior del fet científic i és capaç de pensar-lo com de fora estant, observant la seva pròpia estructura causal, aleshores, com pot veure's, tota ciència acaba caient en últim terme en un seguit de consideracions que s'apropen més a alguna mena de mirada metafísica.

Capítol 3

LA QÜESTIÓ DE 1684

La deducció de la llei de l'invers del quadrat de la distància representa el bateig del trajecte excepcional que durà a l'aparició de la física newtoniana. Partint de la famosa trobada de Halley, Hooke i Wren, els camins que van dur a aquesta deducció i el posterior significat que aquesta llei va posar sobre la taula no poden amagar la inquietant i combativa dialèctica en què es van veure immersos Isaac Newton i Robert Hooke.

§ 3.1 El silenci de l'últim dels mags

El 24 de gener de 1684, Edmund Halley (1656-1742), Robert Hooke (1635-1703) i sir Christopher Wren (1632-1723) van reunir-se a la Royal Society de Londres.⁷⁵ Tots tres eren membres d'aquesta societat científica que, després de ser fundada a Oxford l'any 1648, va ser reorganitzada a Londres al 1660 i tutelada pel rei Carles II. Tots tres passaven per ser noms influents i decisius en distintes disciplines científiques: Edmund Halley havia publicat l'any 1679 el *Catalogus stellarum australium*, el primer catàleg del cel austral, després de la seva estança a Santa Helena, i tres anys després, al 1682, va calcular l'òrbita del cometa que duu el seu nom i va predir el seu retorn per l'any 1758; Robert Hooke havia publicat l'any 1665 la seva *Micrographia*, recopilació d'observacions al microscopi comentades per ell mateix, descobrint el món cel·lular; havia formulat també la llei de l'elasticitat, així com importants descobriments en matèria d'òptica i mecànica; sir Christopher Wren era considerat el

⁷⁵ Halley escriu una carta a Newton el 29 de juny de 1686, on li explica que «In January 1684, I having, from the considerations of the sesquialter proportion of Kepler, concluded that the centripetal force decreased in the proportion of the squares of the distances reciprocally, came on Wednesday to town, where I met Sir Christopher Wren and Mr. Hooke, and falling in discourse about it, Mr. Hooke affirmed, that upon that principle all the laws of the celestial motions were to be demonstrated, and that he himself had done it. I declared the ill success of my own attempts; and Sir Christopher, to encourage the inquiry, said, that he would give Mr. Hooke, or me, two months' time, to bring him a convincing demonstration thereof; and besides the honour, he of us, that did it, should have from him a present of a book of 40 shillings. Mr. Hooke then said, that he had it, but he would conceal it for some time, that others trying and failing might know how to value it, when he should make it public», citada a D. BREWSTER, *Memoirs of the life, writings and discoveries of Sir Isaac Newton*, vol. 1, p. 406, Edinburgh, 1855. [«Al gener de 1684, havent conclòs a partir de les consideracions de Kepler al voltant de la proporció sesquialtera, que la força centrípeta decreixia en la proporció recíproca del quadrat de les distàncies, vaig baixar a Londres i em vaig trobar amb Sir Christopher Wren i Mr. Hooke; i parlant, precisament, sobre això, Mr. Hooke va afirmar que mitjançant aquest principi es podien demostrar totes les lleis dels moviments celestes, i que ell mateix ja ho havia fet. Vaig reconèixer que jo no me n'havia sortit; i Sir Christopher, per tal d'animar-nos a investigar-ho, va dir que ens donaria a Mr. Hooke i a mi mateix dos mesos de termini per a què li'n duguéssim una demostració convincent; i que, l'honor d'haver-ho fet apart, ens regalaria un llibre valorat en 40 xílings. Aleshores Mr. Hooke va dir que ell ja ho havia fet, però que ho guardaria en secret algun temps amb l'objectiu que altres que ho provessin i fracassessin fossin capaços de valorar-ho quan ell ho fes públic»].

més gran arquitecte de la Gran Bretanya, havent participat en múltiples projectes després de l'incendi de Londres l'any 1666; tot i així, gaudia de certa reputació en qüestions de mecànica celeste i en diverses qüestions de filosofia natural. Els tres duïen a terme una intensa activitat en la Royal Society i la trobada de 1684 ha de ser inserida en el marc d'una certa regularitat presencial.⁷⁶

En aquesta època, Isaac Newton vivia a Cambridge i des de feia força temps, degut al seu caràcter esquerp, evitava en la mesura del possible tota mena de contacte amb la Royal Society, malgrat les seves aportacions anteriors. Des de 1676, Newton s'havia reclòs al seu Trinity College allunyant-se de tota la comunitat científica. Newton era molt susceptible a la crítica i, absolutament segur com estava de les seves conclusions en matèria d'òptica i matemàtiques, va acabar sentint-se esgotat després d'una llarga correspondència on havia de respondre a multitud d'objeccions que arribaven de tota Europa. Especialment anguniosa va ser la correspondència amb Francis Hall (1595-1675), llatinitzat com a Linus, catedràtic del Col·legi Anglès de Liège, qui, recolzat per una munió de deixebles seus⁷⁷, posava en dubte les conclusions i els experiments de Newton sobre òptica. A més, el seu home de confiança i intermediari epistolar dins de la Royal Society, el secretari Henry Oldenburg⁷⁸, va morir al setembre de 1677, i el va substituir en el càrrec el més amunt esmentat Robert Hooke, amb qui el propi Newton ja havia tingut nombroses disputes. Newton desitjava un reconeixement immediat de les seves aportacions i no s'esperava que hagués d'anar responnent una allau d'objeccions.

En una carta que va escriure a Oldenburg abans que aquest morís, Newton es planyia: «I see I have made myself a slave to philosophy; but if I get free of Mr. Linus' business I will resolutely bid adieu to it eternally, excepting what I do for my own satisfaction or leave to come out after me, for I see a man must either resolve to put out nothing new or to become a slave to defend it»⁷⁹. Quan, l'any 1678, satisfent els seus desitjos, va poder desempallegar-se dels deixebles de Linus, va decidir cloure's definitivament al seu *college* i dedicar-se a investigacions un pèl esotèriques que el van fer gairebé desaparèixer de l'escena científica durant quasi deu anys. L'any 1724, molts anys després, escrivia al filòsof i científic alemany Johann Burckhardt Mencke (1674-1732): «It's now about fifty years, since I began for the sake of a quiet life to

⁷⁶ Timothy Ferris dóna una versió alternativa: segons Ferris, la trobada no hauria tingut lloc a les sales de la pròpia Royal Society, sinó que s'hauria dut a terme mentre els tres protagonistes dinaven aquell dia fred d'hivern en una taverna de Londres. [«Edmond Halley, Christopher Wren, and Robert Hooke, who lunched together in a London tavern one cold January afternoon in 1684», T. FERRIS, *Coming of age in the Milky Way*, p. 112, Anchor Books, 1989; «Edmond Halley, Christopher Wren y Robert Hooke, que dinaven junts a una taverna de Londres una freda tarda de gener de 1684»]. [*La aventura del universo*, p. 121, Ed. Crítica, Drakontos, 2007].

⁷⁷ La correspondència amb l'escola jesuïta de Linus a Liège va durar quatre anys, de 1674 a 1678. No acceptaven els resultats dels experiments de Newton, malgrat deien reproduir-los al peu de la lletra; al contrari: informaven Newton que els resultats eren ben contraris al que ell afirmava. Per a Newton eren uns experiments i uns resultats molt evidents, i això féu que pensés que els jesuïtes papistes de Liège estaven conspirant per arruïnar el seu crèdit. Quan Linus va morir fou el seu deixeble John Gascoines qui va seguir la correspondència crítica amb Newton. John Gascoines també va reclutar Anthony Lucas (1633-1693) per a la causa.

⁷⁸ Henry Oldenburg (1619-1677), teòleg i filòsof natural d'origen alemany. Nascut a Bremen, arriba a Londres l'any 1653. De la mà de Robert Boyle, entrarà en els cercles intel·lectuals de Londres, i accedirà a la Royal Society l'any 1660 com a secretari.

⁷⁹ I. NEWTON, *Carta a Henry Oldenburg*, 18 de novembre de 1676. [«Veig que m'he convertit en un esclau de la filosofia; però si aconseguixo deslliurar-me de l'afer de Mr. Linus, estic decidit a dir-li adéu per a sempre, excepte el que serveixi per la meva satisfacció personal o deixi que es publiqui després de la meua mort. Perquè estic persuadit que un home que no s'abstingui de publicar alguna cosa nova, es converteix en esclau de la seva defensa»].

decline correspondencies by letters about mathematical & philosophical matters finding them tend to disputes and controversies»⁸⁰. Les disciplines *esotèriques* a què va dedicar-se en cos i ànima durant tot aquest temps foren l'alquímia i un particular tractament de la teologia.

Tancat al Trinity College de Cambridge, doncs, quan Halley, Hooke i Wren es van reunir a la Royal Society el 24 de gener de 1684, Newton no hi era pas present. De fet, veien en la figura de Newton alguna mena de geni abatut, algú que defugia les relacions socials i el plaer de la fama; una desbordant flama cognoscitiva que vivia arraconada dels hàbits de la societat científica de Londres. Newton semblava un savi vivint en una cova solitària que defugia tot contacte amb el comú de la Humanitat. Com veurem més endavant, quan Robert Hooke, a finals de 1679, va intentar-hi reprendre la correspondència al voltant de temes de «filosofia natural» que uns quants anys abans havien mantingut per l'afer de l'òptica i els colors, Newton no va dubtar a respondre-li amb una barreja d'autoritat i menyspreu:

«And before that, I had some years past been endeavouring to bend my self from Philosophy to other studies in so much that I have long grutched the time spent in that study unless it be perhaps at idle hours sometimes for a diversion [...] And having thus shook hands with philosophy, & being also at present taken of with other business, I hope it will not be interpreted out of any unkindness to you or the R. Society that I am backward in engaging my self in these matters».⁸¹

La fama li havia arribat a Newton degut als seus estudis sobre òptica i colors que, juntament amb la construcció del seu telescopi reflectant, havien vist la llum a la Royal Society a mitjans dels anys setanta. Però ara, ben pocs tenien consciència de què estudiava Newton al Trinity. I aquests pocs deurien pensar que una ment tan brillant es perdés pels caminós de la teologia o de l'alquímia els deuria semblar un desaprofitament exagerat. En general, després del triomf lent però ferm que anava mostrant la Nova Ciència moderna, l'afecció a pràctiques com l'alquímica tenia un regust a antiga ciència hermètica que no conjugava massa bé amb els axiomes de la nova filosofia natural. No deixa de sorprendre que un dels homes més significatius, sinó el que més, en el camp de la mecànica matematitzada, es dedicués a fer de bruixot durant més de 30 anys, com a mínim des de mitjans de la dècada dels 60 fins al 1696. No hi ha dubte que la pràctica alquímica fou una de les grans passions de Newton: dels 1792 llibres que es van trobar a la seva biblioteca després de la seva mort, una dècima part es relacionaven amb l'alquímia⁸², i el volum d'anotacions i manuscrits sobre alquímia que Newton ens va deixar vénen a abastar al voltant d'un milió de paraules.⁸³ Loup Verlet informa que «on estime que, parmi les manuscrits de Newton, 1,4 million de mots (soit 4.000 ou 5.000 pages imprimées de format moyen) étaient consacrés à la théologie et à la chronologie, 550.000 mots à l'alchimie,

⁸⁰ I. NEWTON, *Carta a Johann Burckhardt Mencke*, 1724. [«Fa gairebé cinquanta anys que, pel desig d'una vida tranquil·la, vaig decidir no mantenir relacions epistolars sobre temes matemàtics i filosòfics quan vaig descobrir que tendeixen a provocar disputes i controvèrsies»].

⁸¹ I. NEWTON, *Carta a Robert Hooke*, 28 de novembre de 1679. [«A part de tot això, durant els últims anys he provat de dirigir tots els meus esforços cap a altres estudis allunyats de la filosofia; de manera que duc molt de temps treballant a despit en aqueix terreny, excepció feta potser d'algunes hores ocioses, com a divertiment [...] Havent, doncs, dit adéu a la filosofia, i trobant-me actualment engrescat amb altres temes, espero que no interpreti com a descortesia cap a vostè o cap a la Royal Society que eviti involucrar-me en aquests afers»].

⁸² J. HENRY, *Newton, matter and magic, Let Newton be!*, Oxford University Press, 1988.

⁸³ G. E. CHRISTIANSON, *Newton*, p. 225, Biblioteca Salvat de Grandes Biografias, Vol.1, 1988.

150.000 mots à la Monnaie, 1 million à des problèmes scientifiques et le reste, 500.000 mots, à des sujets divers»⁸⁴. No en va, doncs, hi ha hagut qui ha àdhuc optat per assignar-li a Newton el qualificatiu de «mag». La historiadora de la ciència especialitzada en la figura de Newton, Betty J. Teeter Dobbs, en fa la següent lectura:

«Why do I call him a magician? Because he looked on the whole universe and all that is in it as a riddle, as a secret which could be read by applying pure thought to certain evidence, certain mystic clues which God had laid about the world to allow a sort of philosopher's treasure hunt to the esoteric brotherhood. He believed that these clues were to be found partly in the evidence of the heavens and in the constitution of elements (and that is what gives the false suggestion of his being an experimental natural philosopher), but also partly in certain papers and traditions handed down by the brethren in an unbroken chain back to the original cryptic revelation in Babylonia. He regarded the universe as a cryptogram set by the Almighty».⁸⁵

Quan, el 1936, el famós economista britànic John Maynard Keynes⁸⁶ (1883-1946), va adquirir en una subhasta a Sotheby's un bagul que havia pertanyut a Newton, i que estava ple dels seus documents, va quedar-se ben sorprès al veure que contenia tota mena d'anotacions sobre alquímia, sobre profecies bíbliques i, també, al voltant del plànol de la reconstrucció del temple de Jerusalem, basada en diferents textos hebreus, que ell considerava un *emblema del sistema del món*. La visió que va formar-se Keynes de la figura de Newton és molt transparent si ens atenim a un article seu que va preparar en format conferència i que Geoffrey Keynes, el seu germà, va lliurar al juliol de 1946 a la mateixa Royal Society de Londres: «Newton was not the first of the age of the reason. He was the last of the magicians, the last of babylonians and sumerians, the last great mind that looked out on the visible and intellectual world with the same eyes as those who began to build our intellectual inheritance rather less than 10.000 years ago»⁸⁷. I de nou, Loup Verlet encara fa una

⁸⁴ L. VERLET, *La malle de Newton*, p. 28, Éditions Gallimard, 1993. [«S'estima que, als escrits de Newton, 1,4 milions de paraules (unes 4.000 o 5.000 planes impreses de format mitjà) estaven dedicades a la teologia i a la cronologia, 550.000 paraules a l'alquímia, 150.000 paraules a la moneda, 1 milió de paraules a problemes científics, i la resta, unes 500.000 paraules, a assumptes ben variats»].

⁸⁵ BETTY J. TEETER DOBBS, *The foundations of Newton's Alchemy*, p. 14, Cambridge University Press, 1975. [«Perquè titllar-lo de mag? Perquè considerava l'univers sencer i tot allò que conté com un enigma, com un secret que es podia llegir aplicant el pensament pur a certs signes, a certes vies místiques que Déu havia traçat sobre la Terra, iniciant així a tota la confraternitat dels investigadors esotèrics a una mena de cacera del tresor filosòfic. Pensava que es podien descobrir aquestes vies observant els fenòmens celestes i analitzant la constitució dels elements (la qual cosa va originar la hipòtesi falsa que ell era un filòsof experimental de la naturalesa), però també estudiant certs escrits i tradicions, transmesos pels iniciats en una cadena ininterrompuda, l'origen de la qual es remuntava a la revelació oculta dels babilonis. Considerava l'univers com un criptograma atorgat pel Totpoderós»].

⁸⁶ John Maynard Keynes va col·leccionar una gran quantitat de llibres i manuscrits. A la seva mort, Keynes va llegar-los tots al King's College de Cambridge, del que en va ser membre durant trenta-set anys. Entre aquest seu llegat destaca la *Newton Collection*, un munt de documents molt valuosos del propi Newton. Inclou escrits d'alquímia, correspondència (69 cartes escrites a Newton), 11 documents sobre teologia i alguns altres documents de caire personal. Ens referirem algun cop a algun paràgraf d'algun d'aquests documents sota l'epígraf *Keynes Coll.* Per a una informació més acurada del llegat de Keynes al King's College, llegeixi's A.N.L. MUNBY, *The Keynes Collection of the Works of Sir Isaac Newton at King's College*, Cambridge, Notes Rec. R. Society London, 1952. Munby (1913-1974) fou bibliotecari (1947) i membre del King's College (1948).

⁸⁷ J.M. KEYNES, *Newton, the man*, p. 27, The Royal Society Newton Tercentenary Celebrations, Cambridge University Press, 1947. Keynes havia preparat aquest text en motiu del tricentenari de la mort de Newton, però no va poder llegir-lo perquè, desgraciadament, va morir l'abril de 1946, tres

descripció més acurada de tota aquesta activitat no estrictament científica: «Il se livre avec la même passion à d'autres occupations qui ne se conforment pas aux canons de la science positive qu'il nous a léguée. Théologien, il veut asseoir la foi sur la raison et se découvre hérétique; exégète, il tente de décrypter les textes prophétiques les plus obscurs pour y saisir, sur le vif, la Parole de Dieu et il y lit, toute proche, la fin du monde; alchimiste, il s'essaye à retrouver les secrets de l'antique Tradition et il contemple, dans les verres qu'il met au feu, des phénomènes matériels qui les fascinent quotidiennement, mais ne lui livrent aucune vérité décisive»⁸⁸. Tant Keynes com Teeter Dobbs o Verlet, no poden deixar de relacionar-lo amb les cultures més antigues, més màgiques i prefilosòfiques.

Obsessionat amb la pràctica alquímica i altres disciplines pseudocientífiques, els anys que van entre 1676 i el final dels vuitanta, van ser, doncs, uns anys de silenci públic i intensa labor privada de Newton. Humphrey Newton, qui va ser el seu nou copista privat després que John Wickins s'acomiadés d'ell el 1683 degut al càrrec de rector que va obtenir a la localitat de Stoke Edith, a Hereford, recorda el frenesí amb què Newton vivia la seva activitat anacorètica quan ens recorda que gairebé ni dormia, «he very rarely went to bed till two or three of the clock, sometimes not till five or six, specially at spring & fall of the Leaf, at which times he used to employ about six weeks in his elabouratory, the fire scarcely going out night or day, he sitting up one night, as I did another, till he had finished his chymicall experiments, in the performance of which he was the most accurate, strict, exact. What his aim might be, I was not able to penetrate into, but his pains, his diligence at those set times made me think he aimed at something beyond the reach of human art & industry»⁸⁹. L'any 1693, aquests excessos d'activitat amb diferents substàncies químiques el van dur, molt probablement, a un transitori enverinament en forma de col·lapse nerviós. Tots els símptomes duen a pensar que es va deure a una intoxicació aguda de mercuri.

És paradoxal, alhora que farcit d'un bell simbolisme, que aquell qui pot ser considerat el fundador de la ciència moderna, pugui ser titllat, de manera una mica escandalosa, l'últim dels mags de la tradició hermètica. El seu propi personatge encarna l'última cruïlla on es troben tradició i modernitat, on es troben els secrets dels mags renaixentistes i els primers raigs de llum de la claredat il·lustrada. Quan, l'any 1696, abandona Cambridge i es dirigeix a Londres per tal de fer-se càrrec de la Casa de la Moneda, Newton va tancar en un bagul tots els documents de les seves investigacions alquímiques i teològiques que no havia volgut publicar en vida. El

mesos abans de l'acte a la Royal Society. Aquest acte ja s'havia ajornat quatre anys degut a la Segona Guerra Mundial. Les lectures van ser fetes per Costa de Andrade, Turnbull, Bohr i Hadamard. [«Newton no fou el primer de l'Edat de la Raó. Fou l'últim dels mags, l'últim dels babilonis i dels sumeris, la última gran ment que va mirar el món visible i intel·lectual amb els mateixos ulls que aquells que van començar a construir el nostre món intel·lectual fa menys de 10.000 anys»].

⁸⁸ L. VERLET, *La malle de Newton*, p. 27, Éditions Gallimard, 1993. [«Amb la mateixa passió, s'abandona a altres ocupacions que no encaixen en absolut amb els cànons de la ciència positiva que ell mateix ens va llegar. És un teòleg que vol recolzar la fe en la raó i es descobreix com a heretge; és un exegeta que prova de desxifrar els textos profètics més obscurs per tal de fer-hi encaixar la Paraula de Déu, i hi llegeix, ben propera, la fi del món; és un alquimista que intenta redescobrir els secrets de l'antiga Tradició, i contempla, als recipients que posa al foc, tot de fenòmens materials que el fascinen quotidianament, tot i que no li lliuren cap veritat decisiva»].

⁸⁹ H. NEWTON, *Keynes Coll.*, MS 135. [«Rarament se n'anava al llit abans de les dues o les tres, de vegades fins i tot no abans de les cinc o les sis, sobretot durant la primavera i la tardor, quan solia passar sis setmanes al seu laboratori –el foc encès pràcticament dia i nit–, tota la nit dempeus –com jo també vaig fer–, fins que acabava els seus experiments químics, en els que hi treballava amb la major precisió, rigor i exactitud. No sabia pas dir què perseguia, però el sofriment i la diligència d'aquells temps em fan pensar que perseguia quelcom que estava més enllà de l'art i la indústria humans»].

tancament d'aqueix bagul opera com a símbol encertat de la fi de l'hermetisme màgic i de la vella ciència, tan qualitativa, i enceta un nou món que anomenem Modernitat.

§ 3.2 Hooke i la gravitació com a força atractiva

Sigui a les dependències de la Royal Society o sigui en una taverna, és ben clar que Halley, Hooke i Wren, plenament actius i amb un renom notable, no estaven pas discutint sobre alquímia ni altres matèries afins, sinó exactament sobre mecànica celeste, tal i com Halley afirma a la seva carta a Newton del 29 de juny de 1686. Des de feia temps, hi havia la sospita que la força centrípeta dels planetes cap al Sol era indirectament proporcional al quadrat de la distància que els separava. Hi havia la sospita, o convenciment, que a mesura que disminuís una suposada força centrípeta que exercís el Sol sobre els planetes hauria d'augmentar la distància en un factor al quadrat. Stephen Hawking ens informa que «in the early 1670s, the talk in the coffeehouses of London and other intellectual centers was that gravity emanated from the sun in all directions and fell off at a rate inverse to the square of the distance, more and more diluted over the surface of the sphere as that surface expands»⁹⁰. Matemàticament, podia ésser fàcilment expressable:

$$F = \frac{1}{r^2} \quad (10)$$

Per entendre què es vol dir quan diem que *se sospitava* o que *hi havia el convenciment* que la suposada força centrípeta disminuïa amb el quadrat de la distància, tal i com indica la formulació (10), ens hem de retrotraure al 23 de maig de 1666 (divuit anys abans de la trobada a la Royal Society a la que estem fent referència), quan el propi Hooke publica a la Royal Society *On the inflection of a Direct Motion into a Curve by a Supervening Attractive Principle*. En aquesta memòria, Hooke introdueix un canvi qualitatiu fonamental al problema de la força centrípeta que ja havien plantejat homes com Descartes, Borelli o Huygens. En tots aquests tres casos, hi havia la convicció que el moviment el·líptic dels planetes al voltant del Sol es devia a una combinació perfecta entre la inèrcia rectilínia en direcció de la tangent i alguna tendència dels planetes a dirigir-se cap al centre solar. En el cas de Borelli, com hem vist, aquesta tendència tenia encara un regust *antic*: el principi d'inèrcia el compensava una força intrínseca als planetes que busquen caure al seu lloc natural; en el cas de Descartes o de Huygens, el principi d'inèrcia ve compensat per la força mecànica, i en cap cas intrínseca, que els vòrtexs exerceixen cap al centre en un espai sense buit. A més, aquella tendència rectilínia tangencial del mòbil era entesa, d'alguna manera, com el resultat últim d'alguna força de caràcter centrífug efectiva i real que impel·leix el mòbil a allunyar-se del centre.

Deixant de banda Borelli, que creia com Kepler que alguna força magnètica que emana del Sol atrau el mòbil cap al centre del sistema rotacional, Descartes i Huygens entenen que el Sol no exerceix cap influència: senzillament és el depositari final d'aquestes forces que es debaten a les pròpies òrbites. Però Hooke, a la seva memòria, afirma que la inflexió del moviment rectilini dels planetes cap a un de corbat no es

⁹⁰ S. HAWKING, Comments to *On the shoulders of giants: the great works of Physics and Astronomy*, p. 729, Running Press Book Publishers, 2002. [«A principis de la dècada de 1670, les discussions que es mantenien als cafès de Londres i altres cenacles intel·lectuals sostenien que la gravitació emanava del Sol en totes les direccions i que minvava a un ritme invers al quadrat de la distància, diluint-se més i més a mesura que augmentava la superfície de l'esfera»].

deu a cap força aliena al Sol, sinó, justament a una «força atractiva» que ell mateix exerceix sobre els planetes. Allò que venceria la inèrcia rectilínia dels planetes seria una curiosa força atractiva que brolla del Sol, situat just al centre del sistema. El Sol, sota la mirada de Hooke, posseiria una certa capacitat per a atraure tot allò que es mou al seu entorn. És possible que aquesta tesi de Hooke també ens recordi a la tesi kepleriana o borelliana del magnetisme; però Hooke, en cap moment afirma que aquesta força tingui un component magnètic i, a més, s'encarrega sovint de subratllar que aquesta força atractiva que prové del centre, del Sol, és «estranya» o «curiosa», assumint doncs d'alguna manera que era una força no coneguda i, en aquell moment, no comprensible.

Quatre anys més tard d'aquestes afirmacions, l'any 1670, i després d'haver llegit les consideracions que feia Borelli a la seva teoria sobre els planetes medicus apareguda a les *Theoricae*, Hooke pronuncia una conferència a la Royal Society que es publicaria en paper al 1674 i que duia per títol *An Attempt to Prove the Motion of the Earth: from Observations*. En aquesta conferència, Hooke insisteix en la seva tesi de l'any 1666 i la fonamenta en tres punts que considera indiscutibles: en primer lloc, insisteix en què, sense cap mena d'excepció, tots els cossos celestes posseeixen una capacitat per a atraure cap al seu centre a tota la resta de cossos que els envoltin dins de l'àmbit de la seva activitat. Tal i com havia afirmat a la memòria de 1666, Hooke no pot dir res més d'aquesta força sinó que és, simplement, atractiva:

«First, that all coelestial bodies whatsoever, have an attraction or gravitating power towards their own centers, whereby they attract not only their own parts, and keep them from flying from them, as we may observe the Earth to do, but that they do also attract all the other coelestial bodies that are within the sphere of their activity; and consequently that not only the Sun and Moon have an influence upon the body and motion the Earth, and the Earth upon them, but that Mercury also Venus, Mars, Saturn and Jupiter by their attractive powers, have a considerable influence upon its motion in the same manner the corresponding attractive power of the Earth hath a considerable influence upon every one of their motions also».⁹¹

En segon lloc, es reafirma en el principi d'inèrcia cartesià, considerant que tots els cossos conservaran sempre el seu moviment rectilini a menys que una força els afecti de tal manera que els indueixi a una inflexió cap a un moviment corbat: «The second supposition is this, that all bodies whatsoever that are put into a direct and simple motion, will continue to move forward in a straight line, till they are by some other effectual powers deflected and bent into a motion, describing a circle, ellipse, or some other more compounded curve line»⁹². I en tercer lloc –i això és rellevant als efectes de la nostra investigació– Hooke assevera que l'acció d'aquesta força atractiva

⁹¹ R. HOOKE, *Attempt to prove the motion of the earth: from observation*, p. 28, John Martyn, 1674. [«Primer, que tots els cossos celestes pateixen una atracció o poder gravitatori que els incita als seus centres, d'on s'entén que no només atrauen a les seves pròpies parts, la qual cosa evita que fugin volant, tal i com podem observar que passa a la Terra, sinó que també atrauen a tots els altres cossos celestes que estan dins de l'esfera de la seva activitat; i, per tant, que no només el Sol i la Lluna tenen una influència sobre el cos i el moviment de la Terra, i la Terra sobre ells, sinó que també Mercuri, i Venus, i Mart, Saturn i Júpiter, degut a la seva força atractiva, tenen una considerable influència sobre tots i cadascun dels seus moviments»].

⁹² *Ibidem.*, p. 28. [«La segona suposició és que tots els cossos sotmesos a un moviment simple i directe continuaran endavant seguint la línia recta fins que, a causa d'alguna altra mena de força efectiva, canviaran el seu moviment i es desviaran, o bé descrivint un cercle, o una el·lipse, o bé alguna altra mena de línia corba i composta»].

disminueix en la mesura que la distància augmenta; però subratllava que era incapaç de conèixer-ne quina era la proporció, ja que no la podia aconseguir de manera experimental: «The third supposition is that these attractive powers are so much the more powerful in operating, by how much the nearer the body wrought upon is to their own centers. Now what these several degrees are I have not yet experimentally verified; but it's a notion, which if fully prosecuted as it ought to be, will mightily assist the astronomer to reduce all the coelestial motions to a certain rule, which I doubt will never be done true without it. He that understands the nature of the circular pendulum and circular motion, will easily understand the whole ground of this principle, and will know where to find direction in nature for the true stating thereof»⁹³. Aquesta pròpia confessió de Hooke deixa molt clar que tant a l'any 1670 (a la seva conferència) com al 1674 (la publicació de l'*Attempt*) encara no sabia que la força gravitatòria era indirectament proporcional al quadrat de la distància que separava els cossos. Tots els presents a la conferència, l'elit científica de l'època, va escoltar amb atenció les consideracions de Hooke i ningú, que sapiguem, ni a viva veu ni en cap memòria o informe escrits, va afirmar conèixer aquesta proporció. De fet, per a tota aquesta elit científica, la idea d'una misteriosa força atractiva central ja era una suficient novetat com per a conèixer-ne cap mena de proporcionalitat.

A mesura que anaven passant els anys setanta, Hooke va començar a prendre especial interès per l'índex de proporcionalitat d'aquesta força atractiva, seguint les investigacions que ja havia endegat en la memòria de 1666. I, com veurem, el que és interessant és que, per algun o altre motiu, al llarg de la segona meitat de la dècada dels setanta Hooke es va anar convenent que la força atractiva no era constant, com havien suposat Huygens o Borelli, sinó que era inversament proporcional al quadrat de la distància, però mai va ser capaç de demostrar que se'n poguessin deduir les lleis de Kepler. «[Hooke] no podía, sin embargo, probar que los planetas deben describir órbitas elípticas a consecuencia de la actuación de esa fuerza, ya que creía erróneamente que la velocidad de éstos es inversamente proporcional a su distancia al Sol en cada punto de su órbita. Resultaba así que llegó a plantear la cuestión de los movimientos planetarios en términos de una fuerza de atracción central inversa del cuadrado de la distancia, pero no fue capaz de derivar de ello las características cinemáticas de dichos movimientos establecidas por Kepler en sus leyes»⁹⁴.

Les intuïcions de Hooke són sorprenents, i en realitat, se'l pot considerar com un dels científics més oblidats de la història de la ciència si tenim en compte la grandesa de les seves consideracions. Va estar a un simple pas de posicionar-se en el lloc que la història va reservar a Isaac Newton, però les seves tesis no van passar mai d'un estadi merament qualitatiu, sense poder fer les demostracions quantitatives que demanava la qüestió. En ciència no és suficient una afirmació, sinó que ha d'haver-hi demostració. Certament, com diu el text superior, la tasca consistia en poder predir matemàticament tots els moviments planetaris que es dedueixen de les lleis de Kepler a partir de la concepció d'aquesta força central inversament proporcional al quadrat

⁹³ *Ibidem.*, p. 28. [«La tercera suposició és que les forces d'atracció són tant més potents en la mesura que el cos sobre el que actuen és més a prop dels seus propis centres. Fins ara no he verificat de manera experimental el valor d'aquesta proporció, però és una idea que, un cop elaborada com és degut, ajudaria considerablement a l'astrònom a reduir tots els moviments celestes a una llei certa; sense aquesta llei, dubto molt que alguna vegada s'aconsegueixi. Qui compregui la naturalesa del pèndul circular i del moviment circular comprendrà fàcilment tot allò sobre el qual està fonamentat aquest principi, i sabrà on trobar el seu camí en la naturalesa per a obtenir una veritable comprensió»]. Citat també en francès per A. KOYRÉ, *Études newtoniennes*, p. 277, Gallimard, 1968.

⁹⁴ A. RIOJA/J. ORDÓÑEZ, *Teorías del Universo, Vol. II. De Galileo a Newton*, cap. 4.7, p. 175, Ed. Síntesis, 1999.

de la distància, és a dir, poder explicar mitjançant una teoria dinàmica de forces, les lleis cinemàtiques de Kepler. Així que, pel que fa a Hooke, en tant que mai va fer aquestes demostracions a un nivell quantitatiu, no pot dir-se que *sabés* que la força inversament proporcional al quadrat de la distància causava els moviments el·líptics dels planetes, sinó que simplement ho *sospitava* o *en tenia el convenciment*. De fet, les tesis qualitatives de Hooke van ser adoptades per una gran munió de científics de l'època, i amb el temps, tots ells *sospitaven* la seva validesa. Quan Hawking ens diu que als cafès de Londres se sostenia la tesi que del Sol n'emanava una força atractiva que disminuïa amb el quadrat de la distància, es fa ressò d'aquesta visió qualitativa que havia endegat Hooke, però cap científic que assistís als cafès havia pogut deduir matemàticament l'estructura de les lleis de Kepler a partir d'aquesta sospita de la proporcionalitat. Perquè, a grans trets, arribar a la formulació de la llei de la gravitació era això, i només això: poder explicar de forma matemàtica per què els planetes segueixen òrbites el·líptiques i per què les lleis de Kepler són les que són a partir de la llei del quadrat de la distància ($1/R^2$).

«Hooke disponía de todos los elementos necesarios para llevar a cabo la empresa que realizará Newton, dejándose así arrebatarse el honor y la gloria de que este último disfrutó en vida. ¿Qué le faltaba? El problema de los planetas es, lo mismo que el péndulo cónico, un problema mecánico. Ahora bien, según el fecundo significado que el término *mecánica* tendrá en Newton, ello significa ser capaz de derivar *cuantitativamente*, a partir de una trayectoria curva, la fuerza responsable de ella (problema directo), o bien, a partir de la fuerza, la correspondiente trayectoria (problema inverso). Esto es lo que Hooke no logró hacer, entre otras razones por carecer de la pericia matemática necesaria. De ahí que Newton reaccionara airado cuando aquél le exigió que admitiera públicamente la prioridad del propio Hooke en el descubrimiento de una ley de fuerzas inversamente proporcional al cuadrado de las distancias. Jamás reconoció tal prioridad argumentando, no sin pate de razón, que una cosa es vislumbrar algo, y otra muy distinta probarlo mediante la observación y el cálculo».⁹⁵

El cert és que, mentre Hooke exercia els seus càrrecs a la Royal Society i treballava *qualitativament* en el problema de la força atractiva, Newton estava reclòs des del 1676 al Trinity College de Cambridge preocupat per la seva alquímia. Com s'ha dit, la fama li havia arribat a Newton pels seus treballs d'òptica i pel seu telescopi reflector, als voltants dels anys 1670 i 1671, respectivament. No sabem si Newton va assistir a la conferència de Hooke l'any 1670, però si hi va assistir en cap moment va dir-li a Hooke i als presents que conegués la llei del quadrat de la distància. Probablement, Newton no tenia, en aquesta època, cap interès immediat per aquests temes, lluitant com estava per defensar la seva teoria d'òptica i colors per tot arreu, especialment contra l'escola de Liège de Linus.

Com sabem, després de la mort d'Oldenburg al 1677, Hooke va ser nomenat nou secretari de la Royal Society. En qualitat de nou secretari, Hooke va voler iniciar un altre cop amb Newton la correspondència que havia estat interrompuda arran de les disputes sobre òptica. El 24 de novembre de 1679, en ple tancament de Newton al seu estimat *college*, Hooke va escriure Newton demanant-li que li semblaven les seves hipòtesis que explicaven els moviments planetaris a partir de la combinació del moviment inercial a la tangent i del moviment dels cossos cap al centre degut a una força atractiva: «For my own part I shall take it as a great favour if you shall please to

⁹⁵ *Ibidem.*, cap. 4.7, p. 176.

communicate by letter your objections against any hypothesis or opinion of mine, and particularly if you will let me know your thoughts of that of compounding the celestial motions of the planets of a direct motion by the tangent & an attractive motion towards the central body»⁹⁶.

En una de les seves cartes poc amables i poc entusiastes, Newton respon Hooke el 28 de novembre i li escriu que mai havia sentit parlar d'una hipòtesi així. Això demostraria, si Newton no mentia, que no coneixia ni la memòria de Hooke de l'any 1666, que no havia assistit a la conferència de Hooke de 1670 i que tampoc havia llegit *l'Attempt to Prove* de Hooke publicat el 1674. En altres paraules: que Newton estava una mica fora de joc del que s'estava coent als cercles de la Royal Society pel que fa al problema planetari. En aquesta carta, un cop defugit el plantejament de Hooke, Newton proposa a canvi la qüestió dels efectes del moviment diürn de la Terra sobre la trajectòria dels cossos en caiguda lliure. No sabem massa bé del cert a què obeïa aquesta actitud. Afirmar que no havia sentit mai la hipòtesi de Hooke i dirigir els continguts epistolars cap a un tema de la seva pròpia collita pot semblar àdhuc poc cortès. Si aquesta orientació obeïa a mera ignorància, a despit o, potser fins i tot, al desig d'amagar alguna cosa, és quelcom que no pot aventurar-se. El fet és que Newton, a la carta, proposa el tema d'una trajectòria espiral per la caiguda lliure dels cossos i rebutja, al final de la carta, el tema de Hooke: «But yet my affection to philosophy being worn out, so that I am almost as little concerned about it as one tradesman uses to be about another man's trade or a country man about learning. I must acknowledge my self avers from spending that time in writing about it which I think I can spend otherwise more to my own content & the good of others ...»⁹⁷.

El 9 de desembre de 1679, Hooke va respondre Newton. Es dona el cas que els raonaments de Newton que l'havien dut a afirmar que la corba que ha de descriure un cos en caiguda lliure en una Terra en rotació diürna era una espiral, eren, val a dir, erronis. En la nova carta, Hooke, amb amable moderació, va corregir Newton. «Hooke corrected Newton; he showed that the curve would not be (as Newton thought) *a kind of spirall*, which after a few revolutions would bring the falling object to "the centre of the Earth". The curve would be *rather a kind [of] elleptueid*»⁹⁸. Per a Newton, que Hooke li fes aquesta correcció era poc menys que humiliant; Newton es maleïa quan efectuava algun error d'aquesta mena, i entrava en un estat d'ira. S'havia equivocat i justament Hooke l'havia hagut de corregir; sis anys més tard encara recordava al detall tot el contingut de la carta, i trenta anys més tard encara pretenia justificar l'espiral que havia dibuixat al·legant una traçada negligent de la seva ploma.

⁹⁶ R. HOOKE, *Carta a Isaac Newton*, 24 de novembre de 1679. El text complet d'aquesta carta i una precisa discussió sobre la correspondència entre Hooke i Newton els anys 1679 i 1680 es pot trobar també a *Une lettre inédite de Robert Hooke à Isaac Newton* als *Études newtoniennes* d'Alexandre Koyré, p. 274, Gallimard, 1968. [«Per part meva, consideraré un favor que vostè acceptés fer-me conèixer per carta les seves objeccions a qualsevulla de les meves hipòtesis i opinions; molt particularment si vostè volgués deixar-me saber el que pensa de la hipòtesi segons la qual els moviments celestes dels planetes es composarien del moviment rectilini per la tangent i del moviment d'atracció cap al cos central»].

⁹⁷ I. NEWTON, *Carta a Robert Hooke*, 28 de novembre de 1679. Extreta de R. WESTFALL, *Never at rest: a biography of Isaac Newton*, p. 384, Cambridge University Press, 1983. [«No obstant això, havent desaparegut el meu interès per la filosofia –fins al punt que em preocupa tan poc com a un comerciant la mercaderia d'altri, o a un pagès l'ensenyament-, he de deixar constància del meu rebuig a perdre el temps per ella, quan podria dedicar-lo als meus propis interessos i al bé dels altres»].

⁹⁸ I.B. COHEN, *The newtonian revolution*, p. 242, Cambridge University Press, 1980. [«Hooke va corregir Newton, tot mostrant que, contràriament al que aquest últim pensava, la corba no havia de ser una *mena d'espiral* que, després de poques revolucions, dugués l'objecte que cau fins al centre de la Terra, sinó que, al contrari, aquesta corba seria *més aviat una mena d'el·lipsoid*»].

Aquesta justificació inversemblant era més aviat una declaració incongruent de l'entrada a la senilitat, perquè el fet és que Newton va respondre a la correcció de Hooke el 13 de desembre de 1679, quatre dies després, i va acceptar humilment la correcció de Hooke. Li deia: «I agree with you that [...] [the body] will not descend in a spiral to the very center but [will] circulate with an alternate ascent & descent [...]»⁹⁹. Aquesta resposta posava una mica en superioritat Hooke, i potser endut per cert optimisme al veure que Newton claudicava d'una manera relativament amistosa, va gosar insistir en la propera carta en la seva *suposició* de què el moviment orbital dels planetes es devia a la combinació de la llei d'inèrcia i una força atractiva que emanava des del centre seguint la llei del quadrat de la distància. Efectivament, el 6 de gener de 1680, Hooke enviava a Newton la tercera de les seves cartes en aquest intercanvi. I justament en ella, hi ha un passatge que s'ha considerat tradicionalment interessant pel que fa a la resolució del rastre que deixa la gènesi de la llei de la gravitació universal:

«Your calculation of the curve by a body attracted by an aequall power at all distances from the center such as that of a ball rouling in an inverted concave cone is right and the two auges will not unite by about a third of a revolution. But my *supposition* is that the attraction always is in a duplicate proportion to the distance from the center reciprocally, and consequently that the velocity will be in a subduplicate proportion to the attraction and consequently as Kepler supposes reciprocally to the distance».¹⁰⁰

Newton ja no va respondre a aquesta carta. Amb tota seguretat, tots aquests pensaments de Hooke el van deixar immers en un mar de dubtes que li obrien noves perspectives. El seu caràcter no li permetia un diàleg fluid i sincerament amistós si els seus punts de vista eren sacsejats; si això ocorria, es tancava dins de la seva closca per tal de superar un curiós sentiment d'averkonyiment o de fracàs, i al mateix temps, s'implicava obsessivament en la solució. Són molts els qui han informat d'aquest caràcter esquerp i alhora obsessiu de Newton, sempre esgotat d'haver d'imposar la seva íntima sensació de superioritat, sempre a la recerca de la perfecció, sempre examinant i examinat. Per si fos poc encara, com no tenint gens en compte això –amb afany de protagonisme i segurament amb no massa bones intencions–, Hooke, mentre esperava una resposta, va llegir aquesta última carta dirigida a Newton en una reunió de la Royal Society, de manera que aquests pensaments seus van quedar constats en públic, i no només a un nivell merament privat. Uns dies després, al no rebre cap resposta de Newton, Hooke va aventurar-se a insistir en la seva hipòtesi en una quarta carta a Newton del 15 de gener de 1680, on s'expressava en aquests termes: «It now remains to know the propriety of a curve line (not circular nor concentricall) made by a centrall attractive power which makes the velocity of descent from the tangent line or equall straight motion at all distances in a duplicate proportion to the

⁹⁹ I. NEWTON, *Carta a Robert Hooke*, 13 de desembre de 1680. Extreta de I.B. COHEN, *The newtonian revolution*, p. 242, Cambridge University Press, 1980 [«Estic d'acord amb vostè en què [...] [el cos] nos descendirà en una espiral fins al mateix centre, sinó que [haurà de] circular amb un alternatiu ascens i descens»].

¹⁰⁰ R. HOOKE, *Carta a Isaac Newton*, 6 de gener de 1680. Extreta de R. WESTFALL, *Never at rest: a biography of Isaac Newton*, p. 386, Cambridge University Press, 1983. [«El seu càlcul de la corba descrita per un cos atret per una força igual a totes les distàncies des del centre, com el d'una bola rodant en un con còncau invertit, és correcte, i les dos xifres no seran iguals a aproximadament un terç de la revolució. Però crec que l'atracció sempre és doblement proporcional a la distància del centre recíproc i, per tant, que la velocitat és subdoblement proporcional a l'atracció; per la qual cosa, com suposa Kepler, és recíproca a la distància»].

distances reciprocally taken. I doubt not but that by your excellent method you will easily find out what that curve must be, and its propriety, and suggest a physical reason of this proportion».¹⁰¹

O sigui: Hooke li proposava poder calcular la corba resultant en un sistema rotacional en què un poder atractiu des del centre exerceix una força atractiva que és inversament proporcional al quadrat de la distància. O, potser, amb altres paraules: l'interpel·lava a deduir matemàticament les lleis cinemàtiques de Kepler a partir de la seva hipòtesi. Era un repte per a Newton, molt intencionat per part de Hooke; però Newton va seguir amb el silenci que havia començat a partir de la tercera carta. No va ser fins al 3 de desembre de 1680, onze mesos més tard del repte de la quarta carta, que Newton no va tornar a escriure Hooke; però el contingut d'aquesta carta de finals de 1680 no feia cap mena de referència als continguts que havien estat protagonistes durant la correspondència: simplement, es va limitar a comentar alguns experiments que havia fet al llarg de l'any.

Newton va seguir emmudit portes enfora. Com sabem, són diverses, a diferents documents, les declaracions de Newton de què havia abandonat la filosofia i que ara es dedicava «a altres afers» que li despertaven un major interès. No hem d'oblidar que Newton s'havia reclòs al seu *college* des d'aproximadament 1676 abduït pels seus esforços en temes alquímics i teològics, i havia entrat en una etapa de silenci públic. Però aquest silenci públic i aquells interessos en teologia i alquímia es veien traïts per incursions a la filosofia natural en el àmbit privat, sigui a través de lectures pròpies o mitjançant correspondència. El fet real és que, com ben curiosament ell mateix va confessar més tard –sense dubte, afegint-hi al caràcter de documentació històrica una intenció irònica i l'aspiració de ferir el seu rival–, la correspondència amb Hooke de 1679-80 va ser motiu d'inspiració suficient com per a què Newton es plantegés el problema de la mecànica celeste en altres termes dels que havia tingut en compte fins aleshores. El silenci epistolar a partir de la tercera carta de Hooke és molt rellevant; devia ser a partir d'aquesta tercera carta que Newton va començar a entendre el problema planetari sota les assumpcions correctes i, tenint en compte el seu caràcter i l'escarment de la polèmica amb Hooke anys abans per qüestions de prioritat en el camp de l'òptica, va decidir no continuar amb l'intercanvi amb Hooke. Una vegada Newton havia vist el que havia de veure, va acceptar el repte de Hooke, però a un nivell totalment privat, en secret, i ningú –i molt menys Hooke– havia de saber el treball que duia a terme en mecànica celeste mentre descansava de les seves investigacions en alquímia i teologia. Tot això ens duu a una molt remarcable conclusió: *si ens atenim, doncs, merament a les declaracions del propi Newton en el seu intercanvi epistolar dels anys 1679 i 1680 amb Hooke*, aleshores tot sembla dur-nos a pensar que, en el mateix any 1679, Newton mai no s'havia plantejat, de cap de les maneres, l'existència d'una força atractiva que emanés del Sol; i, d'altra banda, sempre atenint-nos a l'esmentada correspondència, tampoc no dona cap senyal que sospités o conegués la llei del quadrat de la distància ($1/R^2$); o com a mínim, no hi apareix o no volia que hi aparegués ni una sola referència.

¹⁰¹ R. HOOKE, *Carta a Isaac Newton*, 15 de gener de 1680. Extreta de I.B. COHEN, *The newtonian revolution*, p. 243, Cambridge University Press, 1980. [«Resta ara esbrinar les propietats d'una línia corba (ni circular ni concèntrica) realitzada per una força atractiva central que faci que les velocitats de descens des de la línia tangent o un igual moviment rectilini a totes les distàncies, estiguin en una proporció duplicada de les distàncies recíprocament preses. No tinc cap mena de dubte que, amb el vostre mètode excel·lent, podreu trobar fàcilment quina ha de ser l'esmentada corba, i també les seves propietats, suggerint a més a més una raó física d'aquesta proporció»].

§ 3.3 La paternitat dels pressupòsits fonamentals

Tanmateix, en l'esberrany d'una carta de Newton escrita a finals de juliol o principis d'agost de 1718, quan ja comptava setanta-sis anys, i dirigida a l'escriptor francès Pierre des Maizeaux, hi ha un famós text de caràcter autobiogràfic que, per suposat, no pot passar desapercebut perquè, d'una banda, aporta llum i, de l'altra, encara més controvèrsia a algunes qüestions.

«In the beginning of the year 1665 I found the Method of approximating series & the Rule for reducing any dignity of any Binomial into such a series. The same year in May I found the method of Tangents of Gregory & Slusius, & in November had the direct method of fluxions & the next year in January had the Theory of Colors & in May following I had entrance into the inverse method of fluxions. And the same year I began to think of gravity extending to the orb of the Moon & (having found out how to estimate the force with which a globe revolving within a sphere presses the surface of the sphere) from Keplers rule of the periodical times of the Planets being in sesquialterate proportion of their distances from the centers of their Orbs, I deduced that the forces which keep the Planets in their Orbs must be reciprocally as the squares of their distances from the centers about which they revolve: and thereby compared the force requisite to keep the Moon in her Orb with the force of gravity at the surface of the earth, and found them answer pretty nearly. All this was in the two plague years of 1665 and 1666. For in those days I was in the prime of my age of invention & minded Mathematics & Philosophy more than at any time since».¹⁰²

El propi Newton, com veiem, fa referència als esdeveniments dels anys 1665-1666, cinquanta-dos anys abans de la redacció d'aquest text. Per aquella època, Newton tenia tot just vint-i-tres anys i era estudiant a Cambridge: residia al Trinity College i freqüentava la universitat. Acabava de graduar-se quan, l'estiu de l'any 1665, com corrobora el text, Cambridge, com gran part d'Anglaterra, va patir una severa epidèmia de pesta. Molts dels estudiants que residien als *colleges* van marxar de Cambridge precipitadament, bastant abans que la universitat tanqués les portes i quedés totalment deserta. Sabem que Newton va marxar de Cambridge abans del 7 d'agost de 1665, i va dirigir-se a la seva localitat natal, Woolsthorpe-by-Colsterworth, a la casa de la seva família, a uns cent quilòmetres de la universitat. L'estada a Woolsthorpe, fugint de la perillosa pesta i acabat de graduar-se, es considera una

¹⁰² I. NEWTON, *Esberrany de la carta del 1718 dirigida a Pierre des Maizeaux* (1666/73-1745), hugonot francès exiliat a Londres, més conegut com a biògraf i traductor de Pierre Bayle. La carta és citada per R. WESTFALL, *Never at rest: a biography of Isaac Newton*, p. 143, Cambridge University Press, 1983. [«A principis de 1665 vaig descobrir el mètode de les sèries aproximatives i la regla per a reduir-hi qualsevol dignitat de qualsevol binomi. Al mes de maig d'aquell mateix any vaig descobrir el mètode de les tangents de Gregory & Slusius, i, al novembre, vaig obtenir el mètode de les fluxions. Al gener de l'any següent, vaig desenvolupar la teoria dels colors, i al maig, ja havia començat a treballar en el mètode invers de les fluxions. Aquell mateix any vaig començar a pensar en la gravetat estesa fins a l'òrbita lunar i (havent descobert com calcular la força amb què un globus que gira dins d'una esfera pressiona la seva superfície) a partir de la regla de Kepler, segons la qual els temps periòdics dels planetes guarden una proporció sesquialtera de les seves distàncies respecte al centre de les seves òrbites, vaig deduir que les forces que mantenen els planetes a les seves òrbites han de ser recíproques als quadrats de les seves distàncies del centre al voltant dels quals giren; per la qual cosa, vaig comparar la força necessària per a mantenir la Lluna a la seva òrbita amb la força de la gravitació a la superfície de la Terra, i vaig descobrir que eren força semblants. Tot això correspon al període de 1665-1666, els anys de l'epidèmia. Perquè en aquell temps em trobava a la plenitud del meu enginy, i les matemàtiques i la filosofia m'ocupaven d'una manera que mai més ho tornarien a fer»].

època gloriosa del desenvolupament intel·lectual del jove Newton. Malgrat tot, abans de l'arribada de la pesta, Newton ja havia emprès la seva carrera com a físic i ja s'havia començat a desvincular dels programes d'estudis de Cambridge. S'accepta, generalment, que el període 1664-1666 són els anys d'explosió del talent de Newton, els seus *anni mirabiles*, i és precisament a aquests anys als que Newton vol fer referència amb el seu text. Sembla ser que Newton va tornar a Cambridge al mes de maig de 1666. A mode de recordatori, cal tenir present que en aquesta època, Hooke, que tenia uns trenta anys, ja era un científic de cert renom: l'any 1660 havia formulat la llei de l'elasticitat que duu el seu nom i, com havíem dit, cinc anys després, al 1665, havia publicat la seva *Micrographia*, descobrint el que avui coneixem per cèl·lules. Newton coneixia la *Micrographia* i potser alguns treballs de Hooke, però no es coneixien personalment.

En el text, Newton fa una mena de resum una mica vanitós del que, en aquella etapa que reconeix com la de «plenitud del seu enginy», va poder assolir a nivell intel·lectual i del que van ser els seus grans èxits primerencs. Inicialment, fa referència al mètode fluxional –com ell anomenava al càlcul infinitesimal– i a la seva teoria dels colors en òptica, dues disciplines que el van dur a grans batalles dialèctiques envers Leibniz i l'escola de Liège, respectivament. Però, pel que fa al nostre interès, és molt ressenyable que afirmi que aquell any, el 1666, comencés a «pensar en la gravitació estesa a l'òrbita lunar» i que deduís que «les forces que mantenen els planetes en les seves òrbites han de ser recíproques als quadrats de les seves distàncies als centres al voltant dels quals giren». Segons, i només segons aquesta declaració, pot entendre's que tan aviat com al 1666 Newton ja suposava 1) que la gravitació era alguna mena de força de caràcter atractiu que anava més enllà dels límits terrestres i 2) que sabia que la proporció de la força gravitatòria era inversament proporcional al quadrat de les seves distàncies.

Evidentment, si el que el propi Newton diu al seu esborrany de 1718 és cert, només en aquest pressupòsit, aleshores, com a mínim, coneixia perfectament $1/R^2$ durant la correspondència que havia endegat amb Hooke l'any 1679, però, segons això, hauria ocorregut que, efectivament, hauria preferit callar i fer veure que no en sabia res. No hauria mentit, però hauria optat pel silenci i per estar a l'expectativa. Recordem els fets, que són clars: l'any 1666 –just quan Newton afirma en el seu esborrany de 1718 haver trobat la llei del quadrat de la distància– Hooke proposa que la força centrípeta és fruit d'una força atractiva que emana del Sol (*On the inflection of a direct motion into a curve by a supervening attractive principle*); l'any 1670, pronuncia una conferència en què insisteix en aquesta seva tesi de l'any 1666; l'any 1674 publica la conferència de 1670 i confessa que no coneix la proporció amb què actua aquesta força atractiva (*An attempt to prove the motion of the earth: from observations*); l'any 1679, publica les *Lectiones Cutlerianae*, on reedita, entre altres coses, l'obra publicada el 1674. No obstant, sembla ser que entre la publicació de 1674 i la publicació de les *Lectiones*, Hooke arriba, poc a poc, al convenciment que la força d'atracció és inversament proporcional al quadrat de la distància. El 1679, Hooke escriu Newton demanant-li la seva opinió sobre les dues afirmacions ressenyades i s'enceta l'intercanvi epistolar. Pel que fa a Hooke, doncs, l'itinerari és clar, un reguitzell de documents deixen diàfana la seva trajectòria: parteix l'any 1666 de la convicció personal que la força centrípeta es deu a una força atractiva, fins a arribar l'any 1679 convençut que aquesta força és inversament proporcional al quadrat de la distància. No pot provar que aquesta proporció determini necessàriament les lleis de Kepler i demana ajuda a Newton. L'any 1679, Newton li respon que no coneix aquesta hipòtesi. De manera que, vist així, semblaria que la paternitat de les dues afirmacions

–una: l'existència d'una força atractiva central; i dues: que dita força disminueix amb el quadrat de la distància- no pertany pas a Newton, i que Hooke és directament responsable d'aquests grans avenços.

Cal fer, doncs, un seguiment a ambdues qüestions, per tal de veure el grau de sinceritat de Newton a l'esberrany de 1718. Pel que fa a la primera qüestió, aquest suggeriment subtilment encobert de què sabia que la gravitació es devia a una força atractiva que emanava del centre solar en concret i de qualsevol centre en general –en tant que amb contundència afirma que havia començat a pensar en la gravitació com a estesa fins a la Lluna- val a dir que és absolutament inacceptable. Al llarg dels anys anteriors que Newton rebés la primera carta de Hooke de la correspondència de 1679, no hi ha ni un sol document de Newton on es faci menció, per passatgera que pogués ser, de la possibilitat que la força que sospitava que disminuïa amb el quadrat de la distància fos deguda a una atracció que brolla del centre solar envers els orbes que el circumval·len. En altres paraules: la tesi que Hooke defensava des de 1666 era impensable del tot per a Newton. Newton es va moure sempre, des de 1666, sota la idea que el fet orbital dels planetes es devia a un equilibri de forces, a saber: a) d'una banda una força centrífuga *real* que empeny el planeta a allunyar-se del centre, i b) de l'altra, una força centrípeta que l'empeny cap al centre. Si aquesta concepció ja era errònia de per si, tampoc encertava en quina hauria de ser la causa de cadascuna d'aquestes forces.

«Following both Descartes and common experience, Newton agreed that a body in circular motion strives constantly to recede from the centre, like a stone pulling on a string as it is whirled about. The endeavour to recede appeared to be a tendency internal to a moving body, the manifestation in circular motion of the internal force which keeps a body in motion».¹⁰³

Aquest text fa referència als pensaments sobre mecànica de Newton de 1666. Hi veiem que Newton, pel que fa a una força centrífuga real que allunya els cossos del centre, encara pensava en termes relativament *antics*, en termes de forces internes, de tendències pròpies i constitutives, de *tendències inherents* als cossos. En un dels manuscrits de Newton analitzats per Cohen hi trobem: «[...] In the primary planets, since the cubes of their distances from the Sun are reciprocally (or inversely) as the squared numbers of the revolutions in a given time, *their endeavours to recede* from the Sun will be reciprocally as the squares of their distances from the Sun»¹⁰⁴. Les pròpies paraules de Newton deixen clara la concepció d'una força real centrífuga causada per un moviment inherent. Una concepció així encara situava Newton en la tradició de Descartes, de Huygens o de Borelli, i de cap manera l'apropava a la tesi

¹⁰³ R. WESTFALL, *Never at rest: a biography of Isaac Newton*, p. 148, Cambridge University Press, 1983. [«Mitjançant Descartes i l'experiència comuna, Newton va convenir que un cos en moviment circular tendeix constantment a separar-se del centre, tal i com fa una pedra que estira de la seva corda mentre se la fa girar ràpidament. Aquest allunyament apareix com una tendència inherent a un cos en moviment, la manifestació, en el moviment circular, de la força inherent que manté un cos en moviment»]. [R. WESTFALL, *Isaac Newton: una vida*, p. 61-2, Ediciones Akal, 2007].

¹⁰⁴ Escrit en un dels molts papers que Newton va deixar escrits sense publicació. Aquest memoràndum dataria de l'any 1667 o 1668, en el context d'un intercanvi amb el matemàtic i astrònom escocès David Gregory (1659-1708), qui declara que fou escrit «ante annum 1669 (quo tempore Auctor D. Newtonus factus est professor Matheseos Lucasianus)». La cursiva és nostra. Citat per I.B. COHEN a *The newtonian revolution*, p. 236, Cambridge University Press, 1980. [«Als planetes primaris, puix que els cubs de les seves distàncies al Sol són recíprocament com els números quadrats de les seves revolucions en un temps donat, les seves tendències a allunyar-se del Sol seran recíprocament com els quadrats de les seves distàncies al Sol»].

més simple i més *moderna* que Hooke proclamava a *On the inflection* l'any 1666. Hooke no parlava de cap tipus de força centrífuga real, per tal com és totalment innecessària per a poder explicar el fet orbital. El fet orbital, repetim, s'hauria de poder explicar, segons Hooke, només combinant la llei d'inèrcia i una força atractiva que emana del centre del sistema rotacional. A més, pel que fa a la causa de l'altra força que hauria d'equilibrar la centrífuga *tendència inherent a allunyar-se del centre* -«tendency, endeavour to recede», o bé «conatus recedendi a centro»-, una possible força centrípeta, Newton està totalment desconcertat. Sap que *alguna força centrípeta* ha d'equilibrar la força centrífuga, però no sap pas què és. Westfall ens torna a informar:

«What after all was in the paper that revealed the inverse-square relation? Certainly not the idea of universal gravitation. The paper spoke only of tendencies to recede, and to Newton the mechanical philosopher an attraction at a distance was inadmissible in any case. Revealingly, Conduitt brought in the vortex. Nevertheless, Newton must have had something in mind when he compared the moon's centrifugal force with gravity, and there is every reason to believe that the fall of an apple gave rise to it. Though he did not name the force explicitly, something had to press back on the moon if it remained in orbit. Something had to press back on the planets».¹⁰⁵

Després de remarcar, de nou, que Newton creia en una força centrífuga real i inherent als cossos, Westfall ataca el tema de la força centrípeta, i deixa molt clar que Newton, en aquells anys seixanta, era incapaç d'acceptar una força centrípeta com la que proposava Hooke, una força atractiva que actuava a distància, sense que hi hagués cap mena de contacte. La influència de Descartes sobre el jove Newton és enorme: com a bon *filòsof mecànic*, no podia acceptar pas *forces misterioses* que eludissin el traspàs per contacte, forces que es transmetessin a través de l'espai sense posar-se en cap agent. Com recorda Westfall, John Conduitt (1688-1737), el marit de la neboda de Newton, feia referència, en un dels seus textos al voltant de l'obra de Newton, a la possibilitat que pensés en l'existència dels vòrtexs cartesianes, una solució *mecànica* que evita l'acció sense contacte. Conduitt afirma que els càlculs inexactes al voltant de la gravitació lunar que comentarem en breu, «inclined him then to entertain a notion that together with the force of gravity there might be a mixture of that force which the moon would have if it was carried along in a vortex»¹⁰⁶; i William Whiston (1667-1752), el successor de Newton com a professor lucasià a Cambridge, s'expressa gairebé d'igual manera: «Upon this disappointment, which made Sir Isaac suspect that this power was partly that of gravity, and partly that of Cartesius's vortices, he threw aside the paper of his calculation, and went to

¹⁰⁵ R. WESTFALL, *Never at rest: a biography of Isaac Newton*, p. 155, Cambridge University Press, 1983. [«Després de tot, què hi posava en aqueix paper que revelés la relació de l'invers del quadrat? De fet, no pas la idea de la gravitació universal. El paper només parlava d'una tendència a separar-se, i per a Newton, el filòsof mecànic, una atracció a distància era, en tot cas, inadmissible. Resulta revelador que Conduitt introduís la idea del vòrtex. No obstant això, Newton deuria pensar en alguna cosa quan va comparar la força centrífuga de la Lluna amb la gravetat, i tot sembla indicar que va ser la caiguda d'una poma el que va engegar aquesta idea. Tot i que no va anomenar explícitament aquesta força, alguna cosa havia de retenir la Lluna per a mantenir-la en òrbita. Alguna cosa havia de retenir els planetes»]. [R. WESTFALL, *Isaac Newton: una vida*, p. 65, Ediciones Akal, 2007].

¹⁰⁶ J. CONDUITT, *Account of Newton's Life at Cambridge*, 1728. *Ibidem.*, p.154. [«Es va inclinar a creure que, a més de la força de la gravetat, podia existir alguna mena de mescla d'aquesta força que la Lluna tindria si fos arrossegada per un vòrtex»]. [*Ibidem.*, p. 65].

other studies»¹⁰⁷. En el mateix sentit, Derek T. Whiteside sembla haver demostrat¹⁰⁸ que Newton encara emprava com a idea els vòrtexs cartesianes fins i tot poc abans d'escriure els *Principia*. Així doncs, segons aquests testimonis, l'univers mental de Newton l'any 1666 pel que fa a una possible força gravitatòria girava al voltant de la teoria de vòrtexs cartesiana. I hi hauria girat durant uns quants anys més.

No sabem, doncs, per testimoniatge propi, què pensava Newton que podria causar la força centrípeta que equilibrava la força centrífuga. El més probable és que considerés tot un ventall de possibilitats, de les quals potser cap li feia el pes, o que totes li semblaven possibles, i en tot cas, segons testimonis aliens, hauria tingut com a referent la teoria de vòrtexs, tal i com havia fet Huygens. El cert és que el desconcert de Newton és evident i només arribava a la conclusió que «something had to press back on the moon if it remained in orbit». Bé pot ésser que ho deixés a futures consideracions: «He was a young man. He had time to think on it as matters of great moment require»¹⁰⁹. Però el que sí sabem és que no es plantejava la possibilitat d'una força atractiva des del centre d'un sistema, cosa que Newton hauria considerat poc mecànica i, paradoxalment, pròpia d'un cert regust aristotèlic. Per tant, cal concloure que quan a l'esborrany de 1718 Newton afirma que ja al 1666 havia començat a pensar en una «gravity extending to the orb of the Moon», no podem pas considerar altra cosa que no sigui sinó una altra manipulació típicament newtoniana.

Pel que fa a la segona qüestió, la qüestió que Newton ja coneixia l'any 1666 la llei de l'invers del quadrat –tal i com ell mateix afirma a l'esborrany de 1718– calen, però, altres consideracions. El fet real és que Newton sí sospitava la llei de l'invers del quadrat des de 1666, i no només perquè ell ho afirmi al document Des Maizeaux, sinó perquè, efectivament, l'any 1666 va dur a terme uns càlculs en un paper que li van permetre *comparar la força necessària per a mantenir la Lluna en la seva òrbita amb la força de gravitació a la superfície de la Terra*. En aquest context, apareix la llegendària tradició de la poma: es diu que Newton, al final de la seva vida, explicava que, estant a Woolsthorpe al davant de la casa de la seva mare, va veure caure una poma d'un pomer i que, intuïtivament, va comprendre que la força que causa que la lluna orbiti al voltant de la Terra i la força que fa caure la poma havien de ser necessàriament la mateixa (la qual cosa no contradiu el que hem dit fins ara perquè no implica forçosament que Newton entengués aquesta força com una força atractiva que brolla del Sol).¹¹⁰ Conduït, ens en va deixar el seu testimoni:

«In the year [1666] he retired again from Cambridge on account of the plague to his mother in Lincolnshire & whilst he was musing in a garden it came into his thought that the same power of gravity (which made an apple fall from the tree to

¹⁰⁷ W. WHISTON, *Memoirs of the life of Mr. Whiston by himself*, pp. 35-38, 2 vols., London: printed for the author and sold by Mr. Whiston and Mr. Bishop, 1749. Citat per I.B. COHEN a *The newtonian revolution*, p. 234, Cambridge University Press, 1980. [«Després d'aquest fracàs, que va fer que Sir Isaac sospités que l'esmentada potència només en part era la de la gravetat i en part la dels vòrtexs de Descartes, va deixar de costat el paper on havia fet els seus càlculs i es va dedicar a altres estudis»].

¹⁰⁸ D.T. WHITESIDE, *Newton's early thoughts on planetary motion: a fresh look*, p.119, British Journal for the History of Science, vol. 2, pp. 117-137, 1964.

¹⁰⁹ R. WESTFALL, *Never at rest: a biography of Isaac Newton*, p. 155, Cambridge University Press, 1983. [«Era un home jove, tenia temps per a pensar-hi amb la dedicació que requeria un afer d'aquesta magnitud»].

¹¹⁰ Tan tradicional com la llegenda de la poma és la qüestió de la seva veracitat. És veritat que, a Woolsthorpe, l'escriptori que hi havia a l'habitació de Newton donava a través de la finestra a un pomer i que l'hauria pogut mirar quan estava absent en els seus pensaments. Malgrat tot, hi ha moltes versions, i tot elles descriuen el procés de descobriment de Newton com una mena d'il·luminació momentània, la qual cosa no s'ajusta gens a la realitat.

the ground) was not limited to a certain distance from the earth but that this power must extend much farther than was usually thought. Why not as high as the Moon said he to himself & if so that must influence her motion & perhaps retain her in her orbit, whereupon he fell a calculating what would be the effect of that supposition».¹¹¹

Fou, certament, la neboda de Newton, Catherine Barton (1679-1739), casada amb John Conduitt, la que per primer cop va incloure la història de la poma en una biografia que estava preparant sobre Newton i que no va poder publicar perquè va morir abans de poder-ho fer. La mateixa anècdota també fou citada per Martin Folkes (1690-1754), amic personal de Newton i president de la Royal Society entre 1741 i 1752. A les seves *Memòries de la vida d'Isaac Newton*, William Stukeley (1687-1765), també en deixa un testimoni directe:

«On 15 April 1726 I paid a visit to Sir Isaac [...] Din'd with him & spent the whole day with him, alone [...] After dinner, the weather being warm, we went into the garden & drank thea under the shade of some appletrees, only he & myself. Amidst other discourse, he told me, he was just in the same situation, as when formerly, the notion of gravitation came into his mind. "Why should that apple always descend perpendicularly to the ground" thought he to him self: occasion'd by the fall of an apple, as he sat in a contemplative mood: "Why should it not go sideways, or upwards? But constantly to the earths centre? Assuredly, the reason is, that the earth draws it».¹¹²

Partint de la seva suposició que la força que fa caure la poma i la força que manté en òrbita la lluna al voltant de la Terra són la mateixa força, Newton, en un ara ben famós manuscrit, pretén demostrar que aquesta igualtat també s'hauria de poder expressar en termes numèrics, és a dir, de forma *quantitativa*. Per tal de poder-ho fer, Newton necessitava certes dades: el període de revolució de la Lluna, el quocient entre el radi de l'òrbita de la Lluna i el de la Terra, i també, òbviament, el valor del radi de la Terra. Les dimensions de la Terra eren fonamentals per a aquest càlcul. No coneixem del cert alguns dels valors que va fer servir Newton per a aquesta comprovació; Florian Cajori (1859-1930), després d'analitzar bé la correspondència i els arxius disponibles a la Royal Society, va creure que va fer servir els valors que havia obtingut de Galilei al seu *Diàleg*. El fet és que la coincidència matemàtica que buscava –que la velocitat de la caiguda de la poma i la de la *caiguda* de la lluna

¹¹¹ J. CONDUITT, *Account of Newton's Life at Cambridge*, 1728. Citat per R. WESTFALL, *Never at rest: a biography of Isaac Newton*, p. 154, Cambridge University Press, 1983 [«Per culpa de la plaga, aquell any [1666] va tornar a marxar de Cambridge cap a casa de la seva mare a Lincolnshire, i mentre meditava al jardí, va venir-li al pensament la idea (suscitada per la caiguda al terra d'una poma) que la força de la gravetat no es limitava a una certa distància de la Terra, sinó que havia d'estendre's molt més enllà del que es creia normalment. Perquè no fins a la Lluna?, va dir-se. I si això fos així, aquest fet hauria d'influenciar en el seu moviment i potser, fins i tot, retenir-la a la seva òrbita; tot això va dur-lo a calcular quin seria l'efecte d'aquesta suposició»].

¹¹² W. STUKELEY, *Memoirs of Isaac' Newton's Life*, 1752. [«El 15 d'abril de 1726 vaig visitar Sir Isaac [...] Vaig menjar amb ell i vaig passar la resta del dia amb ell al jardí, sols. [...] Després de dinar, fent com feia un temps calorós, vam sortir al jardí per aprendre el te a l'ombra d'unes pomeres, sols ell i jo. Va explicar-me, entre altres coses, que ell es trobava exactament al mateix lloc quan, feia anys, se li va ocórrer la idea de la gravitació. Va ser amb motiu de la caiguda d'una poma, quan estava assegut amb un ànim contemplatiu. Perquè la poma sempre cau en direcció perpendicular al terra?, va pensar. Perquè no es desvia cap a un costat o cap a dalt, sinó que sempre cap al centre de la Terra? Segurament perquè la Terra l'atrau»]. Citat per J.M. TORROJA, *La gravitación universal y sus consecuencias*, p. 84, Revista *Historia de la matemática*, 1988.

poguessin posar-se en relació a la llei del quadrat de la distància) no va donar-se amb massa exactitud. Fins i tot podríem dir que els valors que va aconseguir estaven en el límit del que podria considerar-se un marge d'error acceptable; el propi Newton, al seu esborrany de 1718, diu que els valors no eren coincidents però que eren similars - «pretty nearly»-; deixant de banda un optimisme poc justificat, això significa poca cosa, atès que la magnitud de l'error només és valorable des d'una escala que pot ser molt subjectiva. Els valors empírics que necessitava eren molt poc precisos en aquella època, i això redundava en els seus resultats. Malgrat tot, la suposició que la força disminuïa amb el quadrat de la distància no era una possibilitat descabellada.

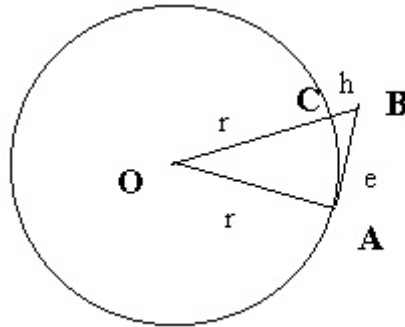


Figura 7

Els arguments de Newton per tal de dur a terme aquest experiment mental segueixen un ordre deductiu que és bàsicament correcte. El plantejament era clar: si suposem que la força que reté la Lluna en òrbita és la mateixa que actua en forma de gravitació sobre un objecte que cau en la mateixa superfície de la Terra, i sabem que l'espai de caiguda d'aquest objecte és de 16 peus¹¹³ en el primer segon, aleshores es podrà formular el problema per a calcular la caiguda de la Lluna. Sabem que l'òrbita de la Lluna al voltant de la Terra és aproximadament una circumferència; també es coneix aproximadament la distància de la Terra a la Lluna, i, per tant, la longitud de la seva òrbita. També és conegut el temps que empra la Lluna en completar una volta sencera sobre la Terra. Per tant, a partir d'aquestes dades, es pot calcular la velocitat de la Lluna en el moment que està, posem per cas, en el punt A (vegi's Figura 7). Un segon més tard, la Lluna hauria de trobar-se en el punt B si no fos atreta cap a O per la força de la gravitació. Però resulta que, passat aquest primer segon, la Lluna no es troba en el punt B, sinó en el punt C, i, per tant, la gravitació terrestre ha desplaçat la Lluna fent-la recórrer la distància BC en un segon. Suposant, i aquesta és la qüestió, que 1) la gravitació sigui una força constant, 2) que només ella actuï en el cas que ens ocupa i 3) que ho faci segons la llei de l'invers del quadrat de les distàncies, aleshores BC hauria de ser a 16 peus inversament com el quadrat de la distància de la Lluna al centre de la terra és al quadrat del radi de la Terra.

¹¹³ Newton emprava aquest valor empíric. Es tractava del *peu parisenc* = 0,324 metres. I per tant, si Newton diu que un objecte a la superfície de la Terra cau a 16 peus per segon, estava afirmant que queia a 5,184 metres per segon. Avui en dia considerem que un objecte en aquestes condicions cau a uns 4,90 metres per segon. Òbviament aquest valor depèn del valor de la gravitació a la superfície de la Terra, que comunament s'accepta com a 9,81 m/s². Aquest valor no és fix, ja que depèn de la posició i l'alçada; així, per exemple, la gravitació a l'Equador, arran de mar, té un valor de 9,78 m/s², mentre que als pols és de 9,83 m/s². És per això que es pren com a valor mig 9,81 m/s². Per tant el valor de velocitat de caiguda en el primer segon de 4,90 m/s també es considera un valor mig. En tot cas, els 5,19 m/s que va emprar Newton demostren la poca precisió dels valors empírics que utilitzava.

Podem fer un càlcul *aproximat* amb els valors empírics vigents avui en dia. El radi de la Terra és, *aproximadament*, de 6.380 quilòmetres, la qual cosa significa que la poma de Newton es trobaria a 6.380 quilòmetres del centre de la terra. La distància de la Lluna al centre de la Terra és, *aproximadament*, de 384.000 quilòmetres¹¹⁴, és a dir, més o menys 60 vegades la distància de la poma al centre de la Terra. Si suposem que la proporció de la força és la de la inversa del quadrat de la distància, aleshores la força que empeny la poma a caure és 60^2 , és a dir, 3.600 vegades la força que hauria de sentir la Lluna. Arribats a aquest punt, basant-nos en el principi d'inèrcia, entenem que si no existís aquesta força, la Lluna seguiria en línia recta en direcció a la tangent. No ho fa, orbita, i això és així perquè la Lluna cau una certa distància degut a aquesta força. La Lluna, per tant, ha de caure 1/3.600 a cada segon respecte el que cau la poma sobre la superfície terrestre. Si la poma cau, per valor empíric, a 4,90 m/s, aleshores la lluna cau a 0,00136 m/s.

Aquests, malgrat tot, no van ser els resultats de Newton. D'entrada, el valor empíric que va fer servir pel radi de la Terra era massa inexacte. El valor que emprava no estava expressat en milles legals angleses (=1.609,344 metres) sinó en *milles italianes* (=1.524 metres). El valor que va assignar al radi era de 3.499,9 milles italianes, la qual cosa significava un radi terrestre d'aproximadament només 5.334 quilòmetres. El fet és que Newton, després d'haver fet tots els càlculs, va trobar que la poma sentia 4.375 vegades la força que sentia la Lluna, la qual cosa suposa una desviació del 21,5% del valor aproximat de 3.600 que es pren avui en dia. Va calcular la caiguda de la lluna i, al comparar-la amb els 5,19 metres que, segons Newton, queia la poma en el primer segon sobre la superfície de la Terra, va adonar-se que els càlculs no eren exactes, però entraven dins del que es podia considerar admissible tenint en compte l'originalitat de la idea. Aquesta desviació era prou acceptable com per a què a l'esborrany de 1718 la titlli de «pretty nearly».

Certament, els resultats no eren coincidents. Això va fer que Newton abandonés el tema. Però tots aquests càlculs, malgrat l'error assumible, partien de la premissa que la força que unia la Terra amb la Lluna disminuïa amb el quadrat de la distància. No podia imaginar encara quina mena de força era ni quina era la seva causa, però en tot cas, fos quin fos el seu origen, podia expressar-se com a $1/R^2$. Si Newton va pensar que aquesta força podia estendre's fins la Lluna i que, per tant, la força que feia caure la poma i la que mantenia en òrbita la Lluna al voltant de la Terra era la mateixa, també podia pensar, tot just donant un petit pas de més, que fins i tot potser també s'estenia fins a tots els planetes, i en últim terme, potser s'havia d'entendre com una força universal. Òbviament, Newton no havia donat aquests passos l'any 1666, però la intenció astuta de l'esborrany de 1718, sense declarar-ho de forma explícita, era la de donar la impressió que ja ho havia intuït. Però, com s'ha vist, el fet real és que es fa difícil de creure que Newton hagués tingut aquesta concepció si encara no s'havia ni plantejat la hipòtesi d'una força atractiva que emana des del centre del sistema, i molt menys encara, si no podia desfer-se definitivament de la possibilitat dels vòrtexs cartesianes. Tanmateix, a banda de totes aquestes consideracions, encara ens haurem

¹¹⁴ L'astrònom grec Hiparc de Nicea (190-120 a.C.) va arribar a la conclusió que la distància de la Terra a la Lluna era de 30 vegades el diàmetre de la Terra. El primer en calcular el diàmetre de la Terra de forma molt exacta fou Eratòstenes (274-196 a.C.), amb un valor de 12.800 quilòmetres. Segons els càlculs d'Eratòstenes, Hiparc ja va poder fixar la distància Terra-Lluna en 384.000 quilòmetres actuals. Es tractava d'una mesura excel·lent tenint en compte els mitjans de la seva època. Avui en dia considerem la distància mitjana entre els centres de la Terra i de la Lluna en 384.317 km. Diem *distància mitjana* perquè l'òrbita lunar és, òbviament, el·líptica, i per tant és un valor mitjà entre la distància mínima al centre de la Terra (perigeu) de 356.334 km., i la distància màxima (apogeu) de 406.610 km.

de preguntar més endavant d'on va traure Newton l'any 1666 la premissa que aquesta força disminuís amb el quadrat de la distància.

L'esborrany de la carta de Newton de 1718 i els papers on el jove Newton va posar per escrit aquestes deduccions s'han considerat tradicionalment com a proves que, ja al 1666, Newton, sabia que 1) la força de la gravitació disminueix amb el quadrat de la distància i que 2) va mantenir en secret els *Principia mathematica* fins que va decidir fer-los públics l'any 1687. Però, estrictament, ni una cosa ni l'altra. Allò que, *strictu sensu*, havia descobert Newton l'any 1666 era, exclusivament, que la proporció de *caiguda* de la lluna i de la caiguda de la poma –o qualsevol altre objecte– era aproximadament -«pretty nearly»- inversa al quadrat de la distància. Cal insistir: això *no* significa que Newton conclogués que tots els cossos celestes que orbiten al voltant d'un centre segueixin aquesta proporció; només provava aquesta aproximada relació entre la Terra i la lluna. Sovint s'ha volgut fer creure que, a partir d'aquesta relació Terra-Lluna, Newton ja sospitava al 1666 que aquesta força era generalitzable a tots els cossos celestes, però això era una cosa que, estrictament, ni s'havia plantejat ni havia demostrat. Tanmateix, devia considerar que era una dada important. Quan Hooke, al 1679, li proposa aquesta proporció a les seves cartes, deuria recordar ben bé els resultats que havia obtingut a Woolsthorpe, i deuria concloure que era una hipòtesi ben possible i, probablement, tal i com era Newton, devia tenir certa gelosia de Hooke pel fet que, encara que molt més tard, estigués intuït el que ell ja havia intuït tretze anys abans quan havia pres $1/R^2$ com a premissa dels seus càlculs.

La versió que diu que Newton ja era conscient l'any 1666 de tot el contingut dels *Principia mathematica* de l'any 1687 –basant-se en aquests papers seus– és, a totes llums, absolutament forassenyada. Si ni tan sols podia demostrar una generalització de la llei de l'invers del quadrat de la distància, molt menys podia haver deduït dinàmicament a partir d'aquesta sospita totes les lleis cinemàtiques de Kepler. De nou, Richard Westfall en fa un sòlid aclariment:

«Together with the myth of the *annus mirabilis* and with Newton's memorandum that said he found the calculation to answer pretty nearly, it has contributed to the notion that universal gravitation appeared to Newton in a flash of insight in 1666 and that he carried the *Principia* about with him essentially complete for twenty years until Halley pried it loose and gave it to the world. Put in this form, the story does not survive comparison with the record of his early work in mechanics. The story vulgarizes universal gravitation by treating it as a bright idea. A bright idea cannot shape a scientific tradition. Lagrange did not call Newton the most fortunate man in history because he had a flash of insight. Universal gravitation did not yield to Newton at his first effort. He hesitated and floundered, baffled for the moment by overwhelming complexities, which were great enough in mechanics alone and were multiplied sevenfold by the total context».¹¹⁵

¹¹⁵ R. WESTFALL, *Never at rest: a biography of Isaac Newton*, p. 155, Cambridge University Press, 1983. [«Juntament amb el mite de l'*annus mirabilis* i amb el memoràndum de Newton on explica com va descobrir que la força que retenia la Lluna a la seva òrbita i la gravetat eren molt semblants, aquesta història ha contribuït a la idea generalitzada que Newton va arribar a la gravitació universal per alguna mena d'il·luminació l'any 1666, i que va dur a sobre els *Principia* gairebé complets durant vint anys, fins que Halley li va arrencar el secret i va oferir-lo al món. Vist així, i si tornem a dirigir la mirada als documents que acrediten els seus primers treballs en el camp de la mecànica, la història no se sosté en absolut. La història vulgaritza la gravitació universal, tractant-la com si fos una idea brillant. Una idea brillant no pot donar forma a una tradició científica. Lagrange no va titllar Newton el ser més afortunat de la història per haver tingut una il·luminació. La gravitació universal no es va rendir al primer esforç de Newton. Newton va dubtar i va perdre el fil del seu raonament, desconcertat temporalment per

Si tornem a rellegir l'esborrany de Newton de 1718, podria donar la impressió que Newton no només havia descobert la proporció Terra-Lluna sinó que també havia fet els càlculs que el duguessin a un generalització d'aquesta llei, perquè hi afirma que va «deduir que les forces que mantenen els planetes en les seves òrbites han de ser recíproques als quadrats de les seves distàncies als centres al voltant dels quals giren». Per què Newton hauria d'afirmar això si no és cert que assolís aquestes fites l'any 1666? Cohen suggereix, d'una manera explícita i rotunda, que hom ha de digerir l'esborrany de 1718 amb molta cautela perquè, a part que el text fou escrit cinquanta-dos anys després del que narra, el cert és que Newton estava immers en aquella època en moltes disputes sobre la prioritat de molts dels seus descobriments, i una d'elles era, precisament, la que mantenia amb Hooke per la paternitat de la gravitació universal: «This whole statement is typical of the scenarios composed by Newton, especially during the years from about 1715 to 1718, when he was deep in controversy about questions of method and of priority in discovery [...]. In other words, we must read Newton's statement about the forces which keep the planets in their orbs with more than a single grain of salt»¹¹⁶. I en una nota al peu, Cohen afegeix: «But there can be no doubt that the des Maizeaux memorandum is indeed misleading and directly contrary to the facts in many respects. And this is true of many Newton's statements in the second decade of the eighteenth century, when he was so deeply embroiled in the question of priority with Leibniz»¹¹⁷. I el gran historiador de la ciència britànic J.W. Herivel no dubta en afirmar també amb rotunditat i duresa que Newton, amb el seu memoràndum, pretenia alterar els fets per tal d'afavorir els seus interessos pel que fa a la controvèrsia que mantenia amb Hooke: «Newton [...] fabricated the very circumstantial account in the *Portsmouth Draft Memorandum* [i.e., the memorandum written for Des Maizeaux in 1718]»¹¹⁸.

Si hom es posa en la situació de Newton, una nova lectura del text ens deixa veure, efectivament, que Newton, aprofitant la boira del pas del temps, està intentant, amb certa mala fe, justificar la seva paternitat: posa en boca del Newton de 1666 el que el Newton de 1718 ja coneixia, quan de fet, el Newton de 1666 ni tan sols s'apropava al que sabia després. Conscient de la seva fama, volia deixar escrit –i d'aquí l'esborrany–, encara que fos manipulant els fets, que Hooke no tenia dret a exigir-li cap mena de paternitat, ja que l'any 1666 ell ja havia descobert la gravitació universal. Genialitat de banda, Newton no era conegut com un home simpàtic. Tenia uns trets de caràcter que tothom coneixia i pels que no era pas massa apreciat. Era propens a la ira; era altament individualista, amb poc sentit de la col·laboració científica; posseïa una alta autoestima que el duïa a envejar i menysprear els èxits

complexitats aclaparadores, prou considerables ja en el camp de la mecànica i multiplicades per set en el context global»]. [R. WESTFALL, *Isaac Newton: una vida*, p. 65, Ediciones Akal, 2007].

¹¹⁶ I.B. COHEN, *The newtonian Revolution*, p. 231, Cambridge University Press, 1980. [«Tota aquesta descripció és típica de les versions muntades per Newton, en especial els anys que van de 1715 a 1718 aproximadament, quan es trobava profundament immers en controvèrsies al voltant de problemes de mètode i prioritat en els seus descobriments [...]. En altres paraules, hem de prendre amb més d'un granet de sal l'afirmació de Newton sobre les forces que mantenen els planetes a les seves òrbites»].

¹¹⁷ *Ibidem.*, p. 346, nota 4. [«No hi ha dubte, però, que el memoràndum de Des Maizeaux duu amb tota seguretat a confusions, i es troba en flagrant contradicció amb els fets en varis aspectes. Es pot dir el mateix de moltes de les declaracions de Newton a la segona dècada del segle XVIII, quan es trobava profundament implicat en el problema de la prioritat amb Leibniz»].

¹¹⁸ J.W. HERIVEL, *The background to Newton's Principia. A study of Newton's dynamical researches in the years 1664-1684*, p. 70, Oxford: at the Clarendon Press, 1965. [«Newton es va inventar el relat tan circumstancial que apareix al *Portsmouth Draft Memorandum* [és a dir, el memoràndum escrit per a Des Maizeaux l'any 1718]»].

dels que, en la disciplina que fos, rivalitzaven amb ell; era rancuniós i no li passava per alt cap mena de detall que el deixés en una situació d'inferioritat; tot això el va dur sovint a cometre certes manipulacions allunyades de la noblesa científica. Cohen, Herivel i tants d'altres, per tant, conscients d'aquest tarannà i de les contradiccions documentals, no eren quan afirmen que hem de posar el text de 1718 sota certa quarantena. Resumint: en quina mesura Newton s'havia apropat al 1666, amb només vint-i-quatre anys, a la formulació de la llei universal de la gravitació? N'estava totalment allunyat, malgrat que Newton vulgui donar la impressió contrària a l'esborrany de 1718 per tal de poder justificar la qüestió de la prioritat davant de la pressió de Hooke. Però, repetim, n'estava totalment allunyat, fins al punt de no tenir clars cap dels dos punts fonamentals –un ni el coneixia; l'altre tot just el sospitava– que havien de ser necessaris per a poder començar a deduir-ne les lleis cinemàtiques de Kepler:

1. Al 1666, Newton encara es movia en un «model de forces oposades» per a explicar el fet orbital. Jugava encara amb conceptes com els de força centrífuga real i efectiva, no posseïa cap idea clara sobre l'origen de la força centrípeta i ni tan sols coneixia ni s'havia plantejat la possibilitat d'una força d'atracció gravitatòria cap al centre d'un sistema, com proposava Hooke amb el seu «model d'inèrcia-atracció»:

«Every time he had considered it, he had spoken of a tendency to recede from the center, what Huygens called centrifugal force; and like others who spoke in such terms, he had looked upon circular motion as a state of equilibrium between two equal and opposing forces, one away from the center and one toward it. Hooke's statement treated circular motion as a disequilibrium in which an unbalanced force deflects a body that would otherwise continue in a straight line. It was not a considerable lesson for Newton to learn».¹¹⁹

2. Sí que és cert que, al 1666, Newton havia arribat a deduir la possibilitat de $1/R^2$ i ja havia trobat que la relació gravitatòria entre un objecte a la Terra i un objecte allunyat com la lluna s'aproximava a l'invers del quadrat de la distància. Tot i així, això no implicava pas una generalització universal, tot i que era un inici, una sospita, no massa més ferma que la que envaià Hooke al llarg dels anys setanta.

Segons Cohen, ni tan sols hi hauria motius per afirmar que Newton arribés a pensar que la gravitació s'estenia fins la lluna, malgrat les afirmacions de Newton a l'esborrany de 1718, les biografies i testimonis condescendents d'alguns dels seus contemporanis i la tradició heretada; segons Cohen, Newton només hauria trobat una relació matemàtica que semblava apropar-se a la llei de l'invers del quadrat de la distància que havia deduït com a premissa amb anterioritat a partir d'uns càlculs geomètrics (vegi's III.4), però això no implicava necessàriament que aquesta força centrípeta hagués de ser la mateixa força a la lluna que a la Terra. En aquest sentit, Cohen entén que l'esborrany de 1718 no expressa, sota cap concepte, la situació real del pensament de Newton al 1666.

¹¹⁹ R. WESTFALL, *Never at rest: a biography of Isaac Newton*, p. 383, Cambridge University Press, 1983. [«Sempre que havia reflexionat sobre aquest tema, havia parlat d'una tendència a allunyar-se del centre –el que Huygens havia anomenat força centrífuga–, i, com altres que també parlaven en aquests termes, havia vist el moviment circular com un estat d'equilibri entre dues forces iguals i oposades, una dirigida cap al centre i l'altra en sentit contrari. L'enunciat de Hooke tractava el moviment circular com un desequilibri en què una força desequilibrada desvia un cos que, d'altra forma, continuaria avançant en línia recta. No era una lliçó insignificant la que Newton hauria d'aprendre»].

«Según Cohen no habría evidencia en los manuscritos de la época para afirmar que Newton pensaba [...] que *la gravedad se extiende a la órbita de la Luna*. Por lo tanto, el trabajo de 1666 parece ser sólo un esfuerzo de exploración que sin embargo arroja algunos resultados importantes: la idea de comparar las aceleraciones de caída de los cuerpos en la superficie terrestre con la aceleración de la Luna, lo que sugiere una identidad esencial en la naturaleza de las *tendencias*, y la variación de estas tendencias como el inverso del cuadrado de la distancia».¹²⁰

Arribats a aquest punt, hem de tornar a la correspondència entre Newton i Hooke els anys 1679-1680. Quan, després de tretze anys de tenir-ho al cap i fer-ho públic en conferències i articles, Hooke li demana a Newton què li sembla la seva concepció d'un «model d'inèrcia-atracció» basat en una força atractiva central al sistema, Newton sembla no mentir-lo quan li diu que no coneix «aquesta hipòtesi». Es fa difícil d'acceptar que Newton no coneixia cap dels treballs de Hooke amb la hipòtesi de la força atractiva. Potser demostrar-li a Hooke que no coneixia aquesta hipòtesi era una manera més, molt newtoniana, de menysprear el treball de Hooke, en el sentit que una hipòtesi així no pagava ni la pena considerar-la, tot i que Newton n'hagués sentit a parlar algun cop sense donar-li massa importància. Però, comptat i debatut, és possible que no la conegués. És prou factible que Newton no estigués en condicions, ni tan sols l'any 1679, de descobrir la llei de la gravitació universal.

Quan Hooke, en una altra carta, li proposa si podria calcular quina mena de corba descriurien els planetes tenint en compte que la força atractiva disminueix amb el quadrat de la distància, Newton ja no respon més. Què va passar? Newton sabia des del 1666 que la relació de l'invers del quadrat de la distància, d'alguna manera, estava implicada en tot aquell afer. Tot plegat, potser li va semblar que Hooke estava avançant moltíssim, massa, en mecànica celeste i potser va témer que Hooke pogués acabar deduint totes les lleis de Kepler a partir de les suposicions que li comentava en la correspondència. Sabia que no era tan bon matemàtic com ell, però la qüestió és que va preferir fer veure que era un afer que no li importava. Però Newton no va oblidar aquesta lliçó, i de fet, el va despertar de les seves fins aleshores conviccions errònies. Després de la correspondència amb Hooke els anys 1679-1680, Newton va veure la llum i va prendre's seriosament la hipòtesi de la força atractiva que afirmava no conèixer. Hooke, el primer científic que va entendre el concepte de força atractiva, li va cedir a Newton, sense voler, la peça clau que li mancava. Per als interessos de Hooke, l'home que buscava passar a la història, hauria estat millor no ser tan reconciliador i haver-se estalviat les cartes. «El propio Newton reconoció más tarde que la idea de una fuerza de dirección central le había puesto sobre la pista correcta que le llevó a resolver el problema planetario, planteado del modo siguiente: suponiendo que sobre los planetas actuara una fuerza atractiva central inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, ¿qué tipo de órbita describirían éstos?».¹²¹

§ 3.4 Deducció de la llei de l'invers del quadrat de la distància

És hora que tornem a la trobada de Hooke, Halley i Wren l'any 1684. Podria semblar que, en aquell moment, no era sinó una trobada més entre moltes altres – intranscendent en aquest sentit-, però la història ha ensenyat que fou l'espurna que

¹²⁰ J. GRANÉS, *Isaac Newton. Obra y contexto*, p. 192, Universidad Nacional de Colombia, 2005.

¹²¹ A. RIOJA/J. ORDÓÑEZ, *Teorías del Universo, Vol. II. De Galileo a Newton*, p. 183, Ed. Síntesis, 1999.

va acabar duent, a mig termini, a una de les fites més sensacionals de la història de la ciència: la publicació dels *Principia mathematica philosophiae naturalis* de Newton l'any 1687. Hawking assegura que la reunió es va convertir en una «heated discussion about the inverse-square relation governing the motions of the planets»¹²². Com Halley assegura clarament a la seva carta a Newton del 29 de juny de 1686, «I having, from the considerations of the sesquialter proportion of Kepler, concluded that the centripetal force decreased in the proportion of the squares of the distances reciprocally», en el moment d'aquesta trobada, els tres erudits ja havien arribat a relacionar el fet orbital amb aquesta relació $1/R^2$. Aquesta relació, al 1684, era quelcom que ja estava relativament a l'abast dels científics més eminents de l'època. Amb tota seguretat, tots tres hi havien arribat inicialment per separat mitjançant la substitució de la tercera llei de Kepler a la fórmula de la força centrífuga de Huygens sota l'assumpció simplificadora d'òrbites circulars.

Hi ha qui afirma que Hooke va entrar en contacte amb la proporció $1/R^2$ a partir de 1679, però Johannes Lohne afirma que «later quotations from Hooke's diary will make it more than likely that Hooke suspected or knew this law k/R^2 before summer 1676. Maybe he was confirmed in his belief in the law on Nov. 15. 1675, after he had read Huygens' book»¹²³. I afegeix: «Until 1680 only Hooke had such a theory. But his theory was not perfected, and it seems he was unable to work out mathematically the consequences of his theory»¹²⁴. No sabem si Lohne, quan diu «només Hooke», deixa com a excepció Newton, que hauria conegut la relació per altres camins, com hem vist, i molts anys abans. El fet és que Hooke coneixia $1/R^2$ molt probablement des de 1675 i durant anys n'havia intercanviat les seves opinions amb diversos erudits, com ara Lord Brouncker, Sydenham o Mayow.¹²⁵

En tot cas, que Lohne digui que fins al 1680 *només* Hooke coneixia $1/R^2$ no acaba de concordar amb unes declaracions de Newton quan recorda una conversa que va tenir amb sir Christopher Wren l'any 1677, on s'hauria adonat que l'arquitecte ja havia arribat a $1/R^2$; no obstant, aquests records de Newton no són massa fiables, ja que, com sabem, Newton tenia una gran capacitat per alterar dates, a l'igual que Hooke, per a defensar-se dels atacs de plagi que aquest últim li retreia. Malgrat tot, quan Newton, per la qüestió de les disputes sobre la prioritat amb Hooke, suggereix Halley que preguntí a Wren per aquella conversa de 1677, sembla ser que Wren la recordava prou bé. Tampoc sabem quina relació mantenien, de fet, Wren i Newton, ni a quins acords haurien pogut arribar. Però si deixem de banda les nostres sospites, el cert és que, molt probablement Wren ja coneixia $1/R^2$ l'any 1677.

També Halley, qui des del 1682 vivia a Islington capficat en observacions lunars i en els problemes de la gravitació, coneixia $1/R^2$ al 1684, com ja queda clar per confessió pròpia a la carta a Newton del 29 de juny de 1686. No sabem des de quan

¹²² S. HAWKING, Comments to *On the shoulders of giants: the great works of Physics and Astronomy*, p. 729, Running Press Book Publishers, 2002. [«Un acalorat debat sobre la relació de l'invers dels quadrats que regia el moviment dels planetes»].

¹²³ J. LOHNE, *Hooke versus Newton*, Journal of the History of Science Centaurus, Vol. 7, n.1, p. 6-52, 1960. [«Cites posteriors del diari de Hooke fan més que probable que Hooke sospités o conegués aquesta llei k/r^2 abans de l'estiu de 1676. Tal vegada va confirmar-se en la seva creença en la llei el 15 de novembre de 1675, després d'haver llegit el llibre de Huygens»]. Citat per J.M. TORROJA, *La gravitació universal y sus consecuencias*, p. 82, Revista *Historia de la matemàtica*, 1988.

¹²⁴ *Ibidem*. [«Fins al 1680 només Hooke tenia aquesta teoria. Però la seva teoria no estava ben acabada i sembla que ell era incapaç de desenvolupar matemàticament les conseqüències de la seva teoria»].

¹²⁵ William Brouncker, segon vescomte de Brouncker (1620-1684), matemàtic, un dels fundadors de la Royal Society de Londres. Thomas Sydenham (1624-1689), investigador en el camp de la medicina. John Mayow (1641-1679), químic, metge i fisiòleg anglès.

ho sabia ni quan havia fet els càlculs: no ho menciona a la carta; però pel tarannà del seu discurs a l'epístola, sembla deduir-se que no feia massa que els havia fet. De totes formes, el mecanisme que l'havia fet saber de la relació sembla haver estat l'usual:

«By his own account, Halley had been contemplating celestial mechanics. From Kepler's third law, he had concluded that the centripetal force toward the sun must decrease in proportion to the square of the distance of the planets from the sun. The context of his statement implied that he arrived at the inverse-square relation by substituting Kepler's third law into Huygens' recently published formula for centrifugal force».¹²⁶

Així doncs, els tres científics, Halley, Hooke i Wren es reuneixen al gener de 1684 coneixent $1/R^2$ i, estrictament, no és pas sobre això que discuteixen, atès que els tres havien passat pel mateix mètode que els havia portat fins a aquesta relació. El mètode que els havia dut a la relació i que Halley mateix confessa haver fet servir és transparent: si s'agafa la fórmula de la velocitat lineal circular i se substitueix a la fórmula que Huygens havia descobert per la força centrífuga, aleshores es pot obtenir la força centrífuga en funció del radi i del temps. Si, a partir d'aquí, s'agafava la igualtat que és la tercera llei de Kepler -que relaciona directament el quadrat del període d'un planeta amb el cub del seu radi mitjà i amb una constant k de proporcionalitat- i se substituïa a la fórmula de la força centrífuga en funció del radi i del temps (vegi's Figura 8), aleshores es pot expressar aquesta força exclusivament en funció del radi, i més concretament, en funció del radi al quadrat.

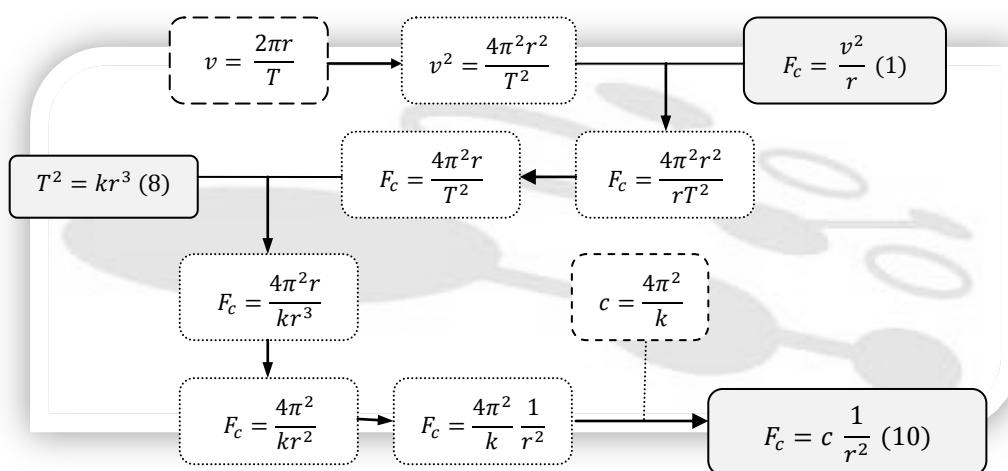


Figura 8

Aquesta substitució de la tercera llei de Kepler a la fórmula de la coneguda força centrífuga –en aquest cas, de l'acceleració centrífuga, deixant de banda la massa- era, malgrat tot, una curiositat matemàtica: resultava que, si d'una banda, s'agafava la fórmula de Huygens per al moviment centrífug i, de manera simultània, s'agafava la

¹²⁶ R. WESTFALL, *Never at rest: a biography of Isaac Newton*, p. 402, Cambridge University Press, 1983. [«Halley havia estat meditant sobre la mecànica celeste de forma independent. A partir de la tercera llei de Kepler havia conclòs que la força centrípeta cap al Sol havia de disminuir en proporció al quadrat de la distància dels planetes al Sol. El context d'aquest enunciat implicava que havia arribat a la relació de l'invers del quadrat substituint la tercera llei de Kepler per la fórmula de la força centrífuga publicada feia poc per Huygens»].

tercera llei de Kepler i es mesclaven degudament, apareixia $1/R^2$. I ja està, res més. Quin significat, emperò, podia tenir això? A més, no podem oblidar que la llei de la força centrífuga de Huygens era el resultat sota assumptió de moviments circulars uniformes, la qual cosa no expressa el cas dels moviments planetaris. La constant c també és la que és pressuposant moviments circulars uniformes. Es podia considerar que el cercle era un cas específic d'el·lipse: el cas on l'excentricitat és zero; però no se sabia si el resultat es podia generalitzar a qualsevol excentricitat o si era el resultat concret d'un únic cas entre totes les excentricitats possibles, és a dir, la nul·la. Una demostració matemàtica que mostrés amb claredat que d'una relació de l'invers del quadrat de la distància també se'n podien deduir òrbites el·líptiques, això és justament el que faltava; o a la inversa: que de la tercera llei de Kepler se'n pogués deduir per a òrbites el·líptiques una força que disminuís amb l'invers del quadrat de la distància, era, precisament el que es considerava un càlcul que no estava a l'abast en aquell moment. «But the problem that no one could solve was how to escape from the confines of circularity, so as to consider elliptical orbits in which planets move according to the law of areas»¹²⁷.

Tot i així, l'operació era significativa en algun sentit que no es deixava albirar amb massa claredat. La relació entre (8) i (10) és molt significativa: és, òbviament, inequívoca. Qualsevulla altres que haguessin estat les potències de la tercera llei de Kepler haurien desembocat, en una altra llei de l'invers. Si suposem, per exemple, que la tercera llei de Kepler hagués estat $T = kR^2$ –la qual cosa, és clar, escenificaria un món impensable– aleshores es pot deduir matemàticament que la relació de la força gravitatòria hauria d'ésser $F_c = c \cdot 1/R^3$ –la constant c també seria distinta; k es convertiria en k^2 . És a dir: que la força gravitatòria depengui exactament de l'invers del quadrat de la distància només pot donar-se si les relacions entre el període planetari i el radi mitjà són justament les que postula la tercera llei de Kepler. Almenys, s'entén, en unes possibles i imaginàries òrbites planetàries circulars.

Ja sabem que Newton coneixia aquesta relació des del 1666. Com s'ha explicat anteriorment, quan Newton va fer els càlculs més o menys aproximats que comparaven la caiguda de la poma amb la *caiguda* de la lluna, partia de la premissa que la relació de la força gravitatòria pel que fa a la distància fos $1/R^2$. Així doncs, Newton ja jugava amb aquesta relació com a mínim deu anys abans que la resta de científics de l'època, tot just quan ell encara estava encetant la seva carrera de físic. Com podia conèixer Newton la relació $1/R^2$ si al 1666 encara faltaven nou anys per a què Huygens publicués *Horologium Oscillatorium* (1675) i sortís a la llum la fórmula de la força centrífuga que es fa necessària per a la substitució que van acabar fent tots els científics? Tenia, certament, a la seva mà la tercera llei de Kepler, però no havia pogut llegir l'obra de Huygens.

Precisament aquest és un més dels episodis que ens tornen a mostrar l'absoluta genialitat de la ment de Newton. Sovint, si Newton es quedava sense els estris per a poder operar, els inventava o els descobria, segons es miri. Quan, per exemple, va adonar-se que amb les matemàtiques de la seva època no podia resoldre algunes determinades qüestions, va haver de crear unes noves matemàtiques que fossin adequades als problemes tractats, i així va desenvolupar «l'anàlisi fluxional». De la mateixa manera, Newton va haver de deduir per si sol i de manera independent a Huygens la fórmula de la llei centrífuga sobre la que havia d'aplicar la tercera llei de

¹²⁷ I. B. COHEN, *Newton's third law and universal gravity*, article inclòs a *Newton's scientific and philosophical legacy*, edited by P.B. SCHEURER & G. DEBROCK, p. 26, Kluwer Academic Publishers, 1988. [«El problema, però, era que ningú podia trobar la manera de superar els límits de la circularitat i aplicar-ho a les òrbites el·líptiques que prenen els planetes seguint la llei d'àrees»].

Kepler si volia assolir $1/R^2$. L'any 1666, efectivament, Newton arriba a la llei de la força centrífuga per un mètode distint del que havia utilitzat Huygens, i va mantenir els seus resultats en silenci davant la comunitat científica, com era habitual, la qual cosa el feia posseïdor de tot un seguit de coneixements que la seva època no coneixia. Malgrat tot, no hem de considerar pas Newton el descobridor de la llei de la força centrífuga, ja que cal recordar que Huygens mateix havia arribat a l'esmentada llei a *De Vi Centrifuga*, escrita l'any 1659, molts dels resultats de la qual sí fa públics l'any 1675, tot i que l'obra sencera no seria publicada, com sabem, fins l'any 1703. I l'any 1659, Newton era un vailet de disset anys que encara freqüentava l'escola primària de Grantham, pasturava ovelles, cuidava porcs i venia productes de la granja familiar. «The records on the manor court of Colsterworth show that on 28 October 1659 Newton was fined 3 shilling 4 pence “for suffering his sheep to break the stubbs on 23 ouf loes furlongs” as well as 1 shilling each on two other counts, “for suffering his swine to trespass in the corn fields” and “for suffering his fence belonging to his yards to be out of repair”»¹²⁸. Faltaven encara dos anys per a què es traslladés a Cambridge.

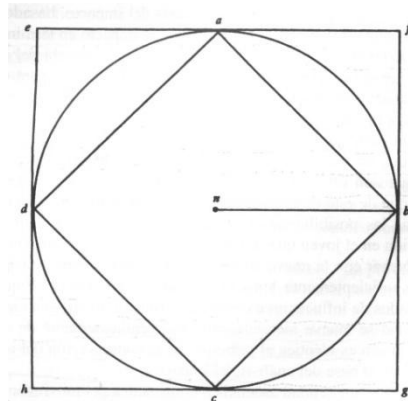


Figura 9

Quin va ser el mètode amb què Newton va arribar al 1666 a la llei de la força centrífuga? L'any 1665, Newton havia trobat als *Principia philosophiae* de Descartes algunes anàlisis imperfectes sobre la mecànica de l'impacte i del moviment circular. A partir d'aquí, Newton va crear-se una imatge de la força centrífuga com a tendència inherent al cos, va fer uns càlculs en un cercle circumscrit en un quadrat (Figura 9) i després de fer una generalització a tots els polígons possibles, va ser capaç d'obtenir la formulació adequada a la força centrípeta, $F_c = mv^2/r$.

«Following both Descartes and common experience, Newton agreed that a body in circular motion strives constantly to recede from the centre, like a stone pulling on a string as it is whirled about. The endeavour to recede appeared to be a tendency internal to a moving body, the manifestation in circular motion of the internal force which keeps a body in motion. Seeking to reduce the tendency to recede to quantitative measure, Newton called upon his recent analysis of impact. He imagined that a square circumscribes a circular path and that a body follows a square path inside the circle rebounding at the four points where the circle

¹²⁸ R. WESTFALL, *Never at rest: a biography of Isaac Newton*, p. 63, Cambridge University Press, 1983. [«Als registres de la senyoria de Colsterworth hi consta que el 28 d'octubre de 1659, Newton fou multat amb la quantitat de 3 xílins i 4 penics “per deixar que les seves ovelles trenquessin la tanca de 23 furlongs”, i també amb la quantitat d'1 xíling per cadascuna d'altres dues sancions, “per deixar que els seus porcs entressin als camps de blat” i “per estar en mal estat la tanca que delimita les seves terres”»].

touches the outer square. From the geometry of the square he was able to compare the force of one impact, in which the component of the body's motion perpendicular to the side it strikes is reversed, to the force of the body's motion, and then to compare the force of the four reflections, the total force in one circuit, to the force of the body's motion. He then generalized the result to polygons of increasing number of sides».¹²⁹

«And soe», diu Newton, «if body were reflected by the sides of an equilaterall circumscribed polygon of an infinite number of sides (i.e. by the circle it selfe) the force of all the reflections are to the force of the bodys motion as all those sides (i.e., the perimeter) to the radius»¹³⁰. El resultat final de tota aquesta astuta estratègia per a poder quantificar la força centrífuga és sorprenent: «For one complete revolution the total force F is to the body's motion mv as $2\pi r/r$. Or $F = 2\pi mv$. To see the insignificance of the result, convert the total force of the body in one revolution to the “force by which it endeavours from the center” at each instant by dividing each side of the equation by the time of one revolution, $2\pi r/v$. The division yields $F_c = mv^2/r$, the formula we still use in the mechanics of circular motion»¹³¹.

Una vegada Newton, amb aquest mètode insòlit, fou capaç d'obtenir la fórmula de la força centrífuga, no li va costar gens aplicar-ho al moviment d'uns possibles planetes d'excentricitat nul·la, és a dir, circulars. Amb la tercera llei de Kepler a una mà i amb la llei de la força centrífuga a l'altra, Newton no va tardar gens a adonar-se que, en un sistema circular, existia una relació que expressava la llei de l'invers del quadrat de la distància. Evidentment això no significa, en absolut, que resolgués el problema planetari, i menys l'any 1666, però sí que va ser suficient per a què tingués en consideració aquesta relació, fins al punt que $1/R^2$ va acabar sent la premissa amb què va fer els càlculs de la caiguda de la lluna a què hem fet referència anteriorment. Es confirma, doncs, que, efectivament, Newton coneixia $1/R^2$ al 1666 només com a constructe matemàtic, tot i que no sabia quina aplicació podia tenir sobre la realitat.

Al marge del mètode newtonià del quadrat que circumscriu un cercle i al marge del mètode de la combinació matemàtica de la tercera llei de Kepler amb la llei de la

¹²⁹ R. WESTFALL, *The life of Isaac Newton*, p. 48, Cambridge University Press, 1993. [«Mitjançant Descartes i l'experiència comuna, Newton va convenir que un cos en moviment circular tendeix constantment a separar-se del centre, tal i com fa una pedra que estira de la seva corda mentre se la fa girar ràpidament. Aquest allunyament apareix com una tendència inherent a un cos en moviment, la manifestació, en el moviment circular, de la força inherent que manté un cos en moviment. Amb l'objectiu de reduir la tendència a l'allunyament a mesures quantitatives, Newton va recórrer a la seva recent anàlisi de l'impacte. Va imaginar un quadrat que circumscrivia una trajectòria circular, i un i un cos que seguia una trajectòria recta a l'interior del cercle, rebotant en els quatre punts on el cercle tocava el quadrat exterior. A partir de la geometria del quadrat podia comparar la força d'un impacte – en què la component del moviment del cos perpendicular al costat que colpeja s'inverteix – amb la força del moviment del cos, i després, la força de les quatre reflexions –la força total en un circuit– amb la força del moviment del cos. Tot seguit, va generalitzar el resultat a polígons amb creixent nombre de costats»].

¹³⁰ I. NEWTON, anotació al *Waste Book*, 107, sota la data del 20 de gener de 1664. *Ibidem.*, p. 48. [«Llavors, si el cos fos reflectit pels costats d'un polígon equilatèral circumscriu d'un nombre infinit de costats (és a dir, pel cercle mateix), la força de totes les reflexions és a la força del moviment del cos com les d'aquests costats (és a dir, el perímetre) al radi»].

¹³¹ R. WESTFALL, *The life of Isaac Newton*, p. 48-9, Cambridge University Press, 1993. [«En una revolució completa, la força total F és al moviment del cos mv com $2\pi r/r$. O $F = 2\pi mv$. Per a veure el significat del resultat, converteixi's la força total d'un cos en una revolució en la “força per la qual tendeix a separar-se del centre” a cada instant, dividint cada costat de l'equació pel temps d'una revolució, $2\pi r/v$. La divisió condueix a $F_c = mv^2/r$, la fórmula que encara fem en la mecànica del moviment circular»].

força centrífuga, hi ha una manera més intuïtiva d'arribar a la llei de l'invers del quadrat de la distància mitjançant una anàlisi de les àrees de l'esfera. Suposem un estel (O) del qual n'emana la gravitació al llarg de la superfície que el separa de dos planetes A i B. Suposem que la distància del planeta B a l'estel és just el doble de la distància del planeta A a l'estel: $OB = 2OA$. El radi OB és el doble que OA. Com que l'àrea de la superfície que recorre A respecte a l'estel O és $4\pi r^2$, aleshores l'àrea de la superfície que recorre B respecte a l'estel O haurà de ser el quadrat de l'àrea recorreguda pel planeta A sobre l'estel O, és a dir, $(4\pi r^2)^2$. Això significa que la força gravitatòria total que emana de O s'ha d'estendre sobre l'esfera del planeta B en una superfície igual a la de l'esfera del planeta A al quadrat; o si es vol, a la inversa: la força gravitatòria que experimenta el planeta B, el mes allunyat, haurà de ser la inversa del quadrat de l'experimentada pel planeta A.

Sigui quin sigui el camí triat, el fet és que, durant la trobada de 1684, tant Hooke com Wren o Halley coneixen $1/R^2$, i no només ells, sinó que Newton, en el seu silenci, també; i no només aquests quatre eminents científics havien arribat a aquesta llei, sinó que era quelcom que, des de feia temps, com hem dit, estava a l'abast de tota la plana científica. L'estat de la qüestió és simple: es coneixia la llei de la força centrífuga, es coneixien les lleis de Kepler i, en tercer lloc, s'havia arribat a la llei de l'invers del quadrat. Què estaven, doncs, discutint els tres científics? La resposta ha anat apareixent i planejant al llarg de l'exposició: la gran qüestió, la qüestió del 1684, era poder deduir matemàticament les lleis de Kepler a partir d'aquesta llei de l'invers del quadrat. En altres paraules: poder derivar totes les lleis del moviment planetari a partir dels principis de la dinàmica. Fins aleshores, les lleis de Kepler vaguejaven deslligades de tota la dinàmica coneguda, tot i que es presentaven com a vertaderes descripcions. Es considerava que les lleis de Kepler eren lleis cinemàtiques de la física celeste que no podien haver estat deduïdes mai dels principis de la dinàmica terrestre. Si hom podia deduir totes les lleis de Kepler -que escenificaven un ordre matemàtic en el món celeste- a partir de la dinàmica terrestre, desapareixeria aleshores la distinció entre aquestes dues mecàniques i apareixeria una física única i universal, i així, es podria resoldre en termes mecànics el mil·lenari problema de les òrbites planetàries. La llei de l'invers del quadrat, $1/R^2$, apareixia com l'únic nexa entre la dinàmica terrestre i les lleis de dinàmica celeste de Kepler; però de la dinàmica terrestre i d' $1/R^2$ mai se n'havia pogut deduir, en efecte, que els planetes es comportessin com ho fan. Es podria resumir així: «Suposant que sobre els planetes actués una força atractiva central inversament proporcional al quadrat de la distància, quina mena d'òrbita descriurien?».

Hooke, d'un temperament eufòric i donat sovint a reptes que no podia assolir, va trencar el gel. En aquesta trobada del gener de 1684 -que recordem que Hawking informa que fou ben acalorada- Hooke, no sabem si en una ostentació de vanaglòria injustificada o en alguna mena de càlculs que li van donar certa esperança, va afirmar que ell podia deduir totes les lleis de la dinàmica celeste a partir de la relació de l'invers del quadrat. De fet, com Halley en dóna testimoni a la carta a Newton del 29 de juny de 1686, Hooke va afirmar que ja ho havia aconseguit, però que no es plantejava fer-ho públic fins que fos notori i es fes evident el real valor del seu descobriment. Potser volia imitar Descartes quan acaba la seva *Geometria* fent referència a aquelles coses «celles que j'ai omises volontairement, afin de leur laisser le plaisir de les inventer»¹³². Va dir a Halley i a Wren que ell els podia demostrar que

¹³² R. DESCARTES, *Géometrie*, III, 1637. [«Espero que els nostres descendents m'estiguin agraïts no només per les coses que he explicat aquí, sinó també per aquelles que he omès voluntàriament amb

les relacions matemàtiques keplerianes que feien referència al moviment planetari eren el resultat directe d'una llei de gravitació que es fonamentava en la relació de l'invers del quadrat, i que, per extensió, imaginava, podien ser deduïts tots els moviments de qualsevol cos celeste, com a mínim almenys, tots els moviments dels cossos del sistema solar, tot i que per aleshores no estava gens clar quina hauria de ser l'estructura real de l'univers. En altres paraules, Hooke afirmava que havia resolt la gran pregunta sense resposta de la filosofia natural: poder derivar totes les lleis dels moviments planetaris de Kepler a partir dels principis de la dinàmica.

Wren i Halley es van mostrar escèptics davant la temeritat d'aquesta afirmació. Com sabem, Halley va admetre que ell ho havia provat i no se n'havia pas sortit. Probablement, Wren també ho havia intentat i tampoc havia reeixit, tal i com es dedueix d'unes converses futures que va tenir amb Newton. Ambdós sabien, per tant, quina era la real dificultat d'aquesta empresa, i entenien perfectament quin era l'abast de la complexitat dels càlculs que Hooke deia haver efectuat. La gosadia de Hooke només va rebre la resposta de la incredulitat, i més, sabent com sabien que les matemàtiques de Hooke no eren superiors a les seves. És aleshores quan Wren, dut per la juguesca, ofereix un premi a Hooke i a Halley per a qui dels dos sigui capaç de traure a la llum aquests càlculs en un termini de dos mesos. Diu Halley que el premi era un llibre car valorat en quaranta xílings; per valuós que fos el llibre, era poc premi per la magnitud del que s'estava buscant, quelcom que la Humanitat havia cercat durant segles, potser mil·lennis, però Halley informa que Wren va afegir que l'honor que això suposaria, compensava amb escreix la moderació del seu oferiment. Tant Hooke com Halley van acceptar el repte i és de suposar que ambdós van posar-se a treballar fervorosament en la qüestió. És de suposar que aquesta tasca titànica no era susceptible de ser enllestida en el curt termini de dos mesos; Wren, segurament, no va donar més marge de temps per tal de descobrir si Hooke tenia realment tanta feina avançada. Paga la pena poder acabar de llegir com Westfall resumeix aquest episodi històric on es barreja tota la bellesa de la tasca científica amb una certa dosi d'humor encobert.

«By his own account, Halley had been contemplating celestial mechanics. From Kepler's third law, he had concluded that the centripetal force toward the sun must decrease in proportion to the square of the distance of the planets from the sun (...). He was not the only one who made the substitution. After Hooke raised the cry of plagiarism in 1686, Newton recalled a conversation with sir Christopher Wren in 1677 in which they had considered the problem "of determining the heavenly motions upon philosophicall principles". He had realized that Wren had also arrived at the inverse-square law. When, at Newton's request, Halley asked Wren about the conversation, Wren told him that for many years he "had had his thoughts upon making out the planets motions by a composition of a descent towards the sun, & imprest motion...", but he had not been able to solve the problem. Although Hooke had frequently claimed that he could do so, he had never satisfied Wren with his demonstration (...). The same problem was discussed by Halley, Wren and Hooke at a meeting of the Royal Society in January 1684. Hooke claimed that he could demonstrate all the laws of celestial motion from the inverse-square relation. Halley admitted that his own attempt to do so had failed. Wren was skeptical of Hooke's claim. To encourage the

motiu de deixar-los el plaer de descobrir-les»]. L'any 1649, Schooten, en una versió no revisada per Descartes, edita la *Geometria* en llengua llatina: «Adeo ut sperem a posteris mihi gratias habitum iri, non solum pro iis, quae hic explicui; sed etiam pro iis, quae consulto omisi, quo ipsis voluptatem illa inveniendi relinquerem».

investigation, he offered a prize of a book worth forty shillings to the one who could bring him a demonstration within two months. Compared with the problem under discussion the inducement was modest enough, though Wren did observe that the winner would also gain the honour involved. Hooke again asserted that he had the demonstration, but he intended to keep it secret until others, by failing to solve the problem, learned how to value it».¹³³

El termini de dos mesos, com era d'esperar, va esgotar-se i cap dels dos, ni Halley ni Hooke, va dur-li a Wren la demostració. No sabem si Hooke va oblidar-se del tema o si va perdre els papers on, suposadament, hi havia la demostració. Halley va intentar-ho però no ho va poder aconseguir; tanmateix va quedar-se angoixat i pensant en la qüestió. Wren, per la seva part, va estalviar-se el llibre i els quaranta xílings en què estava valorat. Però tot va donar un tomb inesperat quan Halley, uns mesos després de la reunió de la Royal Society, va visitar Newton a Cambridge i va aprofitar per posar-li sobre la taula al geni solitari aquella gran qüestió que al 1684 ja havia madurat prou com per a atacar-la definitivament.

¹³³ R. WESTFALL, *Never at rest: a biography of Isaac Newton*, p. 402-3, Cambridge University Press, 1983. [«Halley havia estat meditant sobre la mecànica celeste de forma independent. A partir de la tercera llei de Kepler havia conclòs que la força centrípeta cap al Sol havia de disminuir en proporció al quadrat de la distància dels planetes al Sol [...]. No va ser l'únic en fer aquesta substitució. Després que Hooke es queixés de plagi l'any 1686, Newton va recordar una conversació amb sir Christopher Wren del 1677 en què havien considerat el problema de “determinar els moviments celestes sobre principis filosòfics”. S'havia adonat que Wren havia arribat també a la llei de l'invers del quadrat. Quan, per encàrrec de Newton, Halley va preguntar Wren per aquesta conversació, Wren li va dir que, durant molta anys, “ell havia pensat força intentant resoldre els moviments planetaris mitjançant la composició d'una caiguda cap al Sol i una força impresa”, però que no havia estat capaç de resoldre el problema. I que, malgrat que Hooke li havia dit sovint que ell sí que podia, la veritat és que mai el va satisfer amb cap demostració [...] Aquest mateix problema va ser objecte de discussió per part de Halley, Wren i Hooke a la reunió que van celebrar a la Royal Society al gener de 1684. Hooke va sostenir que podia demostrar totes les lleis del moviment celeste a partir de la relació de l'invers del quadrat. Halley va admetre que havia fracassat en el seu intent per aconseguir-ho. Wren es va mostrar escèptic sobre l'afirmació de Hooke. Amb l'objectiu d'encoratjar-los en la investigació, Wren va oferir el premi d'un llibre valorat en quaranta xílings per a aquell que, en el termini de dos mesos, li dugués la demostració. Comparat amb el problema de què tractaven, l'incentiu era bastant modest, però Wren va observar que, sobretot, el guanyador s'enduria l'honor que això representava. Hooke va tornar a assegurar que posseïa la demostració, però que pretenia mantenir-la en secret fins que aquells altres que fracassessin amb la resolució del problema, aprenguessin a valorar-la»].

Capítol 4

DE MOTU CORPORUM IN GYRUM

Un seguiment de la gènesi de les idees de Newton és impensable sense entretenir-se en una anàlisi acurada del seu opuscle De motu corporum in gyrum de 1684. En aquesta obra ja apareix el fil conductor de gran part dels continguts posteriors que seran presents als Philosophiae naturalis principia mathematica, i és en ella, amb els càlculs geomètrics adequats, on naix pròpiament la llei de gravitació universal, esdevenint una fita inoblidable de la història de la ciència.

§ 4.1 La visita de Halley a Cambridge

Diu certa tradició oficialista que Halley va visitar Newton l'agost de 1684. No sabem massa bé del tot què l'havia dut fins a Cambridge: és possible que tan sols s'hi traslladés per trobar-se amb Newton i plantejar-li el problema que havia estat el motiu de l'aposta de principis d'any a la reunió de la Royal Society. Tanmateix, si aquest hagués estat l'únic i exclusiu motiu del seu viatge, cal pensar que molt probablement no hauria tardat set mesos en fer-lo. També és possible, per tant, que si realment el va visitar aquell mes d'agost, algun altre afer duqués Halley a Cambridge aquell estiu, però fos com fos, Halley tenia clar que no podia perdre l'oportunitat de trobar-se amb Newton i mirar de posar fil a l'agulla, de nou, al problema planetari. Halley deuria tenir clar que Newton era el més gran matemàtic de l'època, d'una imaginació i un intel·lecte fora mida, i aquestes condicions el feien l'home indicat per a resoldre un problema que, fins aleshores, es resistia inexorablement a tots aquells qui l'atacaven.

Abans que res, hi ha un fet que, si més no, és digne de ser constatat. A la famosa carta del 29 de juny de 1686 –dos anys més tard del temps que ens ocupa– amb què encetàvem el capítol anterior, i on Halley descriu a Newton la trobada amb Wren i Hooke al gener de 1684, menciona més endavant, en efecte, que va ser tot un honor per a ell visitar-lo aquell mes d'agost: «The *august following*, when I did myself the honour to visit you, I then learned the good news, that you had brought this demonstration to perfection»¹³⁴. Sembla poc dubtós, doncs, a menys que Halley tingués una nefasta memòria, que Halley visités Newton aquell agost de 1684. No menciona de manera explícita que fos l'agost de 1684, però sí que es tractava de l'agost següent, «*following*», al gener de 1684. Tanmateix, J. Herivel posa en dubte que aquesta trobada amb Newton fos la primera des que Halley havia participat en l'aposta de Wren. El fet és que Conduitt, a la biografia que va escriure sobre Newton, hi diu, amb absoluta naturalitat, que aquesta primera trobada va ser al mes de maig:

¹³⁴ E. HALLEY, *Carta a Isaac Newton*, 29 de juny de 1686. Extreta de D. BREWSTER, *Memoirs of the life, writings and discoveries of Sir Isaac Newton*, Vol. 1, p. 406, Edinburgh, 1855. Les cursives en el text són nostres. [«L'agost següent, quan vaig tenir l'honor de visitar-lo, vaig saber de les molt bones notícies que vostè havia dut aquestes demostracions fins a la perfecció»].

«In May – Quaere 1684 Dr. Halley Sir I.N. a visit at Cambridge & there in a conversation the Doctor asked him [...]»¹³⁵. L'historiador de la ciència David Brewster entenia que això era un error de Conduitt¹³⁶, atesa la declaració de Halley a la carta; però el fet és que en un altre manuscrit (Add. 3968 b, fol. 101), el propi Newton fa referència a aquesta trobada com si hagués estat a la *primavera* de 1684. Això fa creure Herivel que la primera trobada de Halley amb Newton fou realment al maig de 1684 i no pas a l'agost: «Why then did Halley, having failed to win the book by March, wait till the following August before paying his visit to Newton? It seems more likely that he would have tried to visit him earlier, for example in May»¹³⁷.

Deixant ara a banda, per un moment, que aquesta primera trobada fos al maig o fos a l'agost, el cert és que Halley va dirigir-se al Trinity College. Amb tota seguretat, va fer-ho amb alguna mena de temor, puix que mai se sabia com reaccionaria Newton davant les visites, i sobretot, si anaven destinades a obtenir informació científica. Si no es tractava de persones molt properes, els contemporanis de Newton afrontaven el diàleg amb ell amb altes dosis d'admiració, respecte i cert temor, i Halley no era pas una excepció. L'agost de 1684, Halley encara no havia fet els vint-i-vuit anys i Newton ja en tenia quaranta-dos. Tanmateix, mantenien una bona relació: pocs anys abans s'havien entès prou bé quan Newton va dirigir-se a Halley per a obtenir dades i informació al voltant del cometa de 1680¹³⁸. Halley devia tenir la convicció que l'agraïment de Newton perdurava en el temps i confiava, doncs, en la reciprocitat de l'amabilitat.

Passada una estona de la trobada, Halley li va a preguntar a Newton si seria capaç de saber quina seria la forma orbital dels planetes si la força gravitatòria que els unia al Sol disminuís exactament en una proporció del quadrat de la distància. Era la pregunta fonamental: li estava preguntant si realment es podia deduir o no el comportament el·líptic planetari que s'observa empíricament i que s'adscriu a les anomenades lleis de Kepler, a partir de la consideració que la relació $1/R^2$ no fos només una sospita matemàtica sinó una llei natural que afectés al Sistema Solar. Newton li va respondre, sense dubtar, que l'òrbita seria una el·lipse. Halley es va

¹³⁵ J. CONDUITT, *Memorandums relating to Sir Isaac Newton*, 3rA.

¹³⁶ D. BREWSTER, *Memoirs of the life, writings and discoveries of Sir Isaac Newton*, Vol. 1, p. 259, anotació 1, Edinburgh, 1855. «We have given this account of Halley's interview with Newton, nearly as we find it in Conduitt's manuscript, in which *May* is erroneously mentioned as the time of Halley's visit». [«Hem informat d'aquesta entrevista entre Halley i Newton com es troba, més o menys, al manuscrit de Conduitt, on menciona erròniament que fou al *maig* quan Halley va visitar Newton»].

¹³⁷ J. HERIVEL, *The Background to Newton's Principia*, p. 97: *Cap VI: Order of Composition and Dating of Manuscripts*, Oxford at the Clarendon Press, 1965. [«No havent pogut guanyar el llibre [de 40 xílings de Wren] al mes de març, aleshores perquè hauria hagut d'esperar Halley a fer la visita a Newton fins a l'agost? Sembla més probable que hagués triat visitar-lo més aviat, per exemple, al maig»]. Després, a l'anotació 2 de la p. 97, Herivel encara afegeix: «It is just possible that Halley paid *three* visits to Newton in Cambridge. The first in May, the second in August, the third in November». [«És ben possible que Halley visités Newton en *tres* ocasions. La primera al maig, la segona a l'agost i la tercera al novembre»]. En tot cas, no nega que Halley visités Newton també a l'agost. Com es veurà a les properes planes, el fet que la visita de Halley a Newton fos al mes de maig o al mes d'agost, té la seva relativa importància.

¹³⁸ Es dona el cas que aquells anys van ser rics en aparició de cometes. En només cinc anys van aparèixer als cels quatre cometes. Un va aparèixer al 1677; a mitjans de novembre de 1680 va aparèixer el segon, i a mitjans de desembre del mateix 1680 va aparèixer el Gran Cometa; l'any 1682 va aparèixer un quart que avui coneixem amb el nom de cometa Halley. No s'ha de confondre, doncs, el Gran Cometa de 1680 amb el cometa Halley de 1682. Newton va observar detingudament el Gran Cometa de l'hivern de 1680, que va ser ben visible durant tres mesos, fins al març de 1681. Era un cometa immens: sembla ser que l'ample de la cua era quatre vegades el diàmetre de la Lluna i que tenia una longitud de setanta graus.

quedar bocabadat i li va preguntar com ho podia saber. I Newton li va dir que ja havia fet els càlculs. Halley no donava crèdit: Newton li estava dient que tot aquell trencaclosques insoluble, ell ja l'havia solucionat i calculat sobre un paper; li estava dient que havia deduït totes les lleis de Kepler des de la dinàmica coneguda; fet i fet, li estava dient que havia entès des de la física i la matemàtica perquè els planetes es comporten com es comporten. Li estava dient, en altres paraules, que coneixia la *causa* del comportament dels planetes, no només la seva descripció cinemàtica. Que havia arribat a un tercer nivell de concreció. Havia solucionat un problema mil·lenari. El llibre de Wren, i l'honor que l'acompanyava, li havien de pertànyer a ell.

Anys més tard, el propi Newton va confirmar aquesta trobada –i el que ell i Halley van dir-se- a Abraham DeMoivre (1667-1754)¹³⁹, qui, sense especificar si la trobada fou al maig o a l'agost, va deixar per escrit un memoràndum al respecte:

«In 1684 Dr. Halley came to visit him at Cambridge, after they had been some time together, the Dr. asked him what he thought the curve would be that would be described by the planets supposing the force of attraction towards the Sun to be reciprocal to the square of their distance from it. Sir Isaac replied immediately that it would be an ellipsis, the Doctor struck with joy & amazement asked him how he knew it, why saith he I have calculated it, whereupon Dr. Halley asked him for his calculation without any farther delay. Sir Isaac looked among his papers but could not find it, but he promised him to renew it, & then to send it him».¹⁴⁰

Efectivament, Halley li va demanar si li podia mostrar els càlculs. Però també és sabut que Halley no els va veure pas. Tot indica, com va afirmar el mateix Halley i com afirma el memoràndum de DeMoivre, que Newton va ser incapaç de trobar-los entre tota la paperassa que envaïa la seva cambra. I l'únic que va rebre Halley va ser la promesa que els reescriuria i que els li faria arribar. Sembla ser que la cambra de Newton era un niu de desordre, de milers de papers amuntegats, d'escrits sovint inacabats, material científic fragmentat. Aquesta imatge de l'home atrafegat, endut per centenars d'anotacions caòtiques sobre inquietuds diverses, és ben habitual atesa la quantitat de textos que la reflecteixen. «Some bore the spiderweb tracings of his diagrams in optics. Others, adorned with medieval symbols and ornate diagrams of the philosophers' stone, recorded his explorations of alchemy. A paper crammed with columns of notes compared twenty different versions of the Book of Revelations, part of the theological research Newton had conducted in substantiating his opposition to the doctrine of the Trinity –this a deep secret for the Lucasian Professor of Mathematics at Trinity College. Other pages were devoted to Newton's attempts to

¹³⁹ Abraham DeMoivre, matemàtic d'origen francès i amic personal de Newton. Va ser membre de la Royal Society, de l'Acadèmia de les Ciències Francesa i de l'Academia de Berlin. Va estudiar el càlcul de probabilitats i les seves aplicacions pràctiques; va enunciar la llei de probabilitat composta. Newton mateix dirigia tots aquells que li preguntaven sobre matemàtiques a DeMoivre, a qui considerava el més gran matemàtic de l'època.

¹⁴⁰ A. DEMOIVRE, en un memoràndum del novembre de 1727; citat per R. WESTFALL, *The life of Isaac Newton*, p. 160, Cambridge University Press, 1993. [«Al 1684, el Dr. Halley va visitar-lo a Cambridge. Després d'haver estat una estona junts, el doctor li va demanar la seva opinió sobre com pensava que seria la corba descrita pels planetes, suposant que la força d'atracció cap al Sol fos recíproca al quadrat de la distància fins a ell. Sir Isaac li va respondre immediatament que seria una el·lipse. El doctor va donar mostres d'una gran alegria i, tot sorprès, li va preguntar com ho havia sabut. Ho he calculat, li va respondre ell. El Dr. Halley, aleshores, li va demanar si li podia ensenyar els càlculs. Sir Isaac va remenar entre els seus papers, però no ho va poder trobar. No obstant això, li va prometre que els tornaria a escriure i que els li enviaria»].

show that the Old Testament prophets had known that the universe is centered on the sun, and that the geocentric cosmology upheld by the Roman Catholic Church was therefore a corruption».¹⁴¹

Bé, és possible que, davant aquest desordre que ens imaginem, Newton fos incapaç de trobar els càlculs més importants de física celeste de la història de la Humanitat. Però, d'altra banda, la ment de Newton no era gens donada al desordre. Una ment com la seva tenia la capacitat sobrada per trobar ordre en el desordre, i creiem que sabia perfectament on eren els papers que contenien els preuats càlculs: aquest document no es va perdre pas, i ha sobreviscut entre tots els seus papers. Però, probablement, Newton, era molt curós en fer públics els continguts dels seus treballs. Era tan perfeccionista –com s'ha de ser en aquestes coses- que abans de fer públic algun resultat necessitava repassar de nou cadascun dels termes i càlculs per tal que no li trobessin cap error. Newton deuria pensar que, abans de mostrar-los a Halley, calia refer de nou tots els càlculs i posar tota l'atenció per esmenar qualsevol petit error que pogués aparèixer-hi. La promesa d'enviar-los-hi li permetria guanyar temps per a aquesta tasca.

Inevitablement, ara torna a sortir a la superfície la correspondència que Newton va mantenir amb Hooke els anys 1679-1680, uns quatre o cinc anys abans del moment que ens ocupa. Com sabem, en aquesta correspondència, Newton havia comès el que podríem anomenar famós «error de càlcul i de concepció de la corba espiral» sobre el que Hooke l'havia hagut d'alertar. A més, la hipòtesi hookiana d'una força atractiva que emana del propi centre li havia fet veure que la seva pròpia visió del problema orbital estava fonamentada en conceptes erronis. D'una banda l'error puntual explícit, i de l'altra, el reconeixement no confessat de la seva errònia orientació, van produir en Newton la sensació que havia perdut la batalla dialèctica amb Hooke durant la correspondència, i això, ho deuria trobar empèditidor tenint com tenia la convicció que Hooke era menys apte que ell com a físic i com a matemàtic. Probablement, Newton no volia caure de nou en el mateix desencís davant les noves peticions de Halley i, aquest cop, va preferir esperar.

El que és encara més interessant és veure que aquest document –que d'entrada i amb tota probabilitat Newton no va voler ensenyar a Halley- datava, precisament, de 1680, just després de la sentida derrota epistolar amb Hooke. Recordem que quan a l'última carta d'aquella correspondència avortada Hooke li demanava quina mena de corba apareixeria inscrita sobre els planetes si es tingués en compte que la força atractiva disminueix amb el quadrat de la distància, Newton ja no el va tornar a respondre. Aquesta carta de Hooke a la que Newton ja no va respondre, la tercera de la correspondència, datava del 6 de gener de 1680, i el document que Newton no va voler ensenyar a Halley fou escrit entre mitjans de gener i principis de febrer de 1680. Tot fa pensar que Newton, en lloc de tornar resposta a Hooke, va dedicar-se a fer aquests càlculs tenint en compte les consideracions de Hooke, que hem de recordar que postulaven que el problema gravitacional es podia respondre si es considerava com una combinació de la llei d'inèrcia i d'una força atractiva central. Newton va

¹⁴¹ T. FERRIS, *Coming of age in the Milky Way*, p. 113, Anchor Books, 1989. [«Alguns tenien els traços dels dibuixos amb aspecte de teranyines dels seus diagrames d'òptica. Altres, ornats amb símbols medievals i florits diagrames de la pedra filosofal, registraven les seves exploracions en alquímia. Un paper sadoll de columnes d'anotacions comparava vint versions diferents de l'Apocalipsi, part de la investigació teològica que Newton havia emprès per a fonamentar la seva oposició a la doctrina de la Trinitat, que era un profund secret per al professor lucasià de matemàtiques del Trinity College. D'altres folis estaven dedicats als intents de Newton per a demostrar que els profetes de l'Antic Testament sabien que l'univers té com a centre el Sol i que, per tant, la cosmologia geocèntrica defensada per l'Església catòlica romana era una corrupció»].

callar, va fer els càlculs, va trobar que els planetes haurien de seguir una òrbita el·líptica, va desar –o abandonar- el document, no va respondre Hooke –ni tan sols s’ho devia plantejar, per suposat- i es va dedicar a altres qüestions fins que Halley va visitar-lo a Cambridge aquell 1684.

«In fact, the demonstration, which probably dated from early 1680, was one of the two foundation stones on which the concept of universal gravitation rested. Newton did not even consider sending it to Hooke. Neither, in 1680, did he pursue it any further himself. He had worn out his affection for philosophy and now devoted his time to other studies more to his own content».¹⁴²

Que sapiguem, del temps que va de la redacció del *De aere et aethere*, un assaig menor sobre el comportament de l’aire i del suposat èter, que Westfall situa al 1679, fins al punt de partida que va significar la trobada amb Halley al 1684, Newton no va escriure cap assaig al voltant de temes de filosofia natural. Aquesta demostració que Halley no va poder veure en un primer moment havia estat, molt probablement, de les últimes coses que havia deduït en el camp de la filosofia natural. No és fàcil saber amb precisió en quin moment de 1679 Newton va començar la redacció del *De aere et aethere*, però hi ha quelcom que s’ha de tenir en compte: el 4 de juny de 1679, la mare de Newton, Mrs. Hannah Smith, Ayscough de soltera, va ser enterrada després d’haver mort per alguna mena de «febre maligna». Newton, que s’havia assabentat de la malaltia de la seva mare, va viatjar fins a Woolsthorpe per tal de fer-se’n càrrec, i va passar uns quants mesos fora de Cambridge. Com que Newton era alhora l’hereu i el marmessor de tots els béns, va haver de menester uns quants mesos per a poder regularitzar la situació testamentària i, de pas, posar en ordre algunes qüestions crematístiques. El fet és que, segons els arxius del Trinity College, Newton va ser absent tot l’estiu de 1679 i fins i tot alguns mesos més; en realitat, no trobem una entrada seva al *college* fins al 27 de novembre de 1679. Per tant, es fa difícil pensar que Newton pogués escriure el seu *De Aere et aethere* a partir del mes de juny de 1679, puix que estava allunyat del seu àmbit de treball i ocupat en qüestions força pràctiques, per la qual cosa es dedueix que el deuria escriure entre gener i maig de 1679. A més, *De Aere et aethere* era una mena de resposta a la correspondència que havia mantingut amb Robert Boyle (1627-1691) fins a principis de 1679. Així doncs, podria ser demostrable que des del juny de 1679 fins a la visita de Halley al maig o a l’agost de 1684, Newton només s’havia preocupat d’afers de filosofia natural durant la batalla epistolar amb Hooke; i deixant de banda aquestes pròpies cartes privades, Newton només havia posat per escrit alguna idea de filosofia natural justament en aquest document de finals de gener i mitjans de febrer de 1680, on demostrava que les òrbites el·líptiques i una força central atractiva que disminuïa amb el quadrat de la distància estaven íntimament relacionades. De manera que, quan Halley va demanar-li que li mostrés la demostració que deia haver dut a terme, Newton era conscient que aquest havia estat el seu últim treball en filosofia natural.

Com dèiem, Halley va marxar de Cambridge, havent aconseguit la promesa que Newton buscava, revisaria i reescriuria el document i que li trametria a Londres tan aviat com estigués llest. Newton solia complir les seves promeses. Després que Halley

¹⁴² R. WESTFALL, *The life of Isaac Newton*, p. 152, Cambridge University Press, 1993. [«De fet, la demostració, que probablement datava de principis de 1680, era una de les dues pedres angulars en què descansava el concepte de la gravitació universal. Newton ni tan sols va considerar la possibilitat d’enviar-se-la a Hooke. Al 1680, ell tampoc va intentar anar més enllà. Havia perdut l’interès per la filosofia i dedicava el seu temps a altres estudis que el satisfien molt més»].

hagués marxat, va agafar el document –que potser no va tardar massa a trobar- i el va revisar de dalt a baix. La seva prudència li havia donat la raó: hi havia errors en el document. «When he tried the demonstration anew, it did not work out. As he ultimately discovered, a hastily drawn diagram led him to confuse the axes of the ellipse with conjugate diameters»¹⁴³. Durant els mesos següents, Newton va posar-se a treballar i va rectificar els errors, i, quan va tenir-lo enllestit, li va fer arribar a Edward Paget¹⁴⁴ (1656-1703) per a què, al mateix temps, li fes arribar a Halley. D'aquesta manera, al mes de novembre de 1684, Halley va rebre un petit tractat de nou planes, i duia per títol «De motu corporum in gyrum»¹⁴⁵. Halley mateix ens ho confirma: «And you were pleased to promise me a copy thereof, which the November following I received with a great deal of satisfaction from Mr. Paget»¹⁴⁶.

Podem ben suposar que Halley va quedar totalment estupefacte al llegir el petit tractat quan el va rebre al novembre, i va adonar-se perfectament que suposava una revolució pel que fa a la mecànica celeste. «Not only did it demonstrate that an elliptical orbit entails an inverse-square force to one focus, but it also sketched a demonstration of the original problem: an inverse square force entails a conic orbit, which is an ellipse for velocities below a certain limit»¹⁴⁷. Certament, la demostració del *De motu* tenia un caràcter invers al que la ciència s'havia plantejat originalment. Newton no deduïa l'òrbita el·líptica a partir de la consideració de l'existència d'una força que disminueix en proporció al quadrat de la distància, sinó que, partint de l'existència d'òrbites el·líptiques, arribava a la necessitat que existís una força central que disminuïa en proporció al quadrat de la distància. El petit tractat, a més, també donava certes orientacions de com podia deduir-se una òrbita cònica a partir de $1/R^2$.

Halley va tornar a Cambridge per convèncer Newton que aquell tractat fos fet públic i enviat immediatament a la Royal Society. «And thereupon took another journey to Cambridge, on purpose to confer with you about it, since which time it has been entered upon the Register Books of the Society»¹⁴⁸. Newton hi va accedir, també possiblement perquè tenia plena consciència de la seva importància, i va posar-se a treballar en alguna nova versió. No sabem exactament quantes, atès que Newton solia treballar amb diferents esborranys. En tot cas, però, deuria triar la que va creure més

¹⁴³ R. WESTFALL, *Never at rest: a biography of Isaac Newton*, p. 403, Cambridge University Press, 1983. [«Al revisar la demostració va adonar-se que no funcionava. Com va descobrir després, un diagrama fet amb presses l'havia fet confondre els eixos de l'el·lipse amb diàmetres conjugats»].

¹⁴⁴ Edward Paget, *fellow* del Trinity College, nomenat Mathematical Master al Christ's Hospital i que al 1682 va ingressar com a membre de la Royal Society de Londres. Amic personal de Newton.

¹⁴⁵ «De motu corporum in gyrum» [«Sobre el moviment dels cossos en una òrbita», «On the motion of bodies in an orbit»] és tan sols un títol pressuposat. L'original que Newton va enviar Halley s'ha perdut, i no sabem, pròpiament, si duia aquest títol. De fet, el contingut i el títol d'aquest opuscle són coneguts a partir d'altres versions que han sobreviscut. És de suposar, però, que Newton sempre va fer servir aquest títol. Se l'anomena sovint simplement «De motu», però cal advertir que, anomenat així, podria confondre's amb altres papers i documents que Newton va escriure al llarg de la seva vida.

¹⁴⁶ E. HALLEY, *Carta a Isaac Newton*, 29 de juny de 1686. Extreta de D. BREWSTER, *Memoirs of the life, writings and discoveries of Sir Isaac Newton*, Vol. 1, p. 406, Edinburgh, 1855. [«I vostè va tenir la deferència de prometre-me'n una còpia que vaig rebre al novembre següent amb un gran tracte de satisfacció per part de Mr. Paget»].

¹⁴⁷ R. WESTFALL, *Never at rest: a biography of Isaac Newton*, p. 404, Cambridge University Press, 1983. [«No només demostrava que una òrbita el·líptica produeix una força de l'invers del quadrat cap a un dels focus, sinó que també esbossava una demostració del problema original: una força de l'invers del quadrat produeix una òrbita cònica, que és una el·lipse a velocitats per sota d'un cert límit»].

¹⁴⁸ E. HALLEY, *Carta a Isaac Newton*, 29 de juny de 1686. Extreta de D. BREWSTER, *Memoirs of the life, writings and discoveries of Sir Isaac Newton*, Vol. 1, p. 406, Edinburgh, 1855. [«I aleshores vaig tornar a Cambridge amb el propòsit de parlar amb vostè del tema; i a partir d'aquell moment va ser entrat als llibres del Registre de la Societat»].

convenient i la va trametre a la Royal Society, on, segons la versió tradicional, seria ràpidament registrada¹⁴⁹ en algun moment de l'hivern de 1684-1685. Al mateix temps, Halley ja havia informat, amb el seu beneplàcit, de l'activitat de Newton a Cambridge. Thomas Birch (1705-1766) en deixa testimoni en la seva obra sobre la història de la Royal Society:

«Mr. Halley gave an account, that he had lately seen Mr. Newton at Cambridge, who had shewed him a curious treatise, *De motu*; which, upon Mr. Halley's desire, was, he said, promised to be sent to the Society to be entered upon their register. Mr. Halley was desired to put Mr. Newton in mind of his promise for the securing his invention to himself till such time as he could be at leisure to publish it. Mr. Paget was desired to join with Mr. Halley».¹⁵⁰

El 23 de febrer de 1685, Newton escriu Francis Aston (1645-1715), amic seu i secretari de la Royal Society en aquells moments, i li agraeix l'entrada del *De motu* als registres de la Societat: «I thank you for entering in your Register my *notions about motion*. I designed them for you before now, but the examining several things has taken a greater part of my time than I expected, and a great deal of it to no purpose. And now I am to go into Lincolnshire for a month or six weeks. Afterwards I intend to finish it as soon as I can conveniently»¹⁵¹. Per aquesta carta sembla clar que Newton era plenament conscient de la feina que encara li quedava. Efectivament, va passar el principi de la primavera de 1685 a Lincolnshire, acabant d'arranjar les qüestions personals esdevingudes després de la mort de la seva mare; i, com havia de ser, una vegada va tornar a Cambridge, va tancar-se al Trinity i va «acabar la feina». I en un treball sense pausa durant dos anys, va gestar l'obra de física més gran de tots els temps, els *Principia mathematica philosophiae naturalis*.

La figura de John Flamsteed (1646-1719) també va jugar un paper crucial tant en el desenvolupament inicial del *De motu* com al llarg de la redacció dels *Principia* que haurien de venir. Flamsteed fou fundador i primer astrònom real de l'observatori de Greenwich, després d'haver convençut el rei Carles II de la conveniència de la seva construcció. Era un home meticulós, rigorós, plenament dedicat al seu treball i amb un sentit de la justícia i l'honradesa força accentuat. El fet és que Flamsteed era qui tenia l'accés més directe a totes les dades astronòmiques obtingudes a l'observatori, i Newton va posar-se en contacte amb ell amb l'objectiu de proveir-se'n per a poder fer les confirmacions pertinents dels resultats de la seva tasca exclusivament teòrica. Flamsteed estava al corrent del registre del *De motu*, i Newton el convidava a la seva

¹⁴⁹ Volum VI, p. 218, del registre de la Royal Society. Aquesta versió que coincideix amb l'entrada de la Royal Society és la que Stephen P. Rigaud (1774-1839), professor savilià d'astronomia, va publicar l'any 1838 sota el títol *Isaaci Newtoni Propositiones De Motu*, com a apèndix a la seva obra *Historical Essay on the first publication of Sir Isaac's Newton Principia*, Oxford, University Press.

¹⁵⁰ T. BIRCH, *The History of the Royal Society of London*, IV, p. 347, A. Millar in the Strand, Londres, 1756. [«Mr. Halley va informar que feia poc s'havia trobat Mr. Newton a Cambridge, i que li havia mostrat un interessant tractat, *De motu*, que –a petició de Mr. Halley– va prometre enviar-lo a la Royal Society per a ser inclòs al seu registre. Mr. Halley va mostrar el seu desig que Mr. Newton complís la seva promesa amb l'objectiu d'assegurar-se'n l'autoria fins al moment de la seva publicació. Mr. Paget va mostrar-se d'acord amb Mr. Halley»].

¹⁵¹ I. NEWTON, *Carta a Francis Aston*, 23 de febrer de 1685. L'original d'aquesta carta s'ha perdut, però també en va quedar registrada una còpia als arxius de la Royal Society, Vol. X, p. 28. [«Li agraeixo l'entrada al seu registre dels meus escrits sobre el moviment. Ja fa temps que les vaig esbossar per a vostès, però l'examen acurat d'algunes qüestions m'ha pres més temps del que em pensava, i una bona part inútilment. Ara marxo cap a Lincolnshire, on hi seré un mes o sis setmanes; però al tornar provaré d'acabar-ho tan aviat com pugui»].

lectura. El 27 de novembre de 1684, Flamsteed li deia a Newton: «I am obliged by your kind concession of the perusal of your papers, tho I beleive I shall not get a sight of them till our common freind Mr Hooke & the rest of the towne have beene first satisfied»¹⁵². I Newton, entre desembre de 1684 i gener de 1685 va dirigir-se tres cops a Flamsteed cercant informació. Al principi, Flamsteed, carregat d'admiració, hi va accedir, i Newton va poder tenir les dades que desitjava amb tota la deferència. Amb el pas del temps, com veurem, Flamsteed va començar a sentir-se assetjat per les insistents peticions de Newton. El 12 de gener de 1685, en el context d'unes dades al voltant de Saturn, Newton li comentava: «But it is the dimension of the orbit of the satelles about him that I want. I am upon this subject I would gladly know the bottom of it before I publish my papers»¹⁵³. Era conscient que el *De motu* i les seves revisions no podien estar més comprovades si les confrontava amb les dades reals.

Vist tot això, si tornem a referir-nos al fet cronològic, un dels arguments que esgrimeix Herivel per defensar el testimoni de Conduitt que Halley va visitar Newton per primer cop al maig i no a l'agost, és que del temps que aniria de l'agost al novembre Newton no hauria tingut temps suficient de desenvolupar el *De motu corporum in gyrum*. Escriure aquest opuscle en dos mesos i escaig després que Newton no hagués escrit res sobre filosofia natural durant quatre anys, amb totes les dificultats matemàtiques que exigia, podria semblar poc versemblant. Tot i que Newton recordés haver fet els càlculs quatre anys abans, al febrer de 1680, i sense deixar de tenir en compte tota la seva genialitat, els havia de recuperar, repassar, refer-ne els errors que hi havia, i, el que és més important, completar-los fins a la mida definitiva, puix que hem de recordar que Newton li va dir a Halley que tenia *uns papers* que no trobava on estaven els càlculs. Si la trobada hagués estat al mes de maig, i en aquell mes de maig Halley li hagués fet la pregunta de com seria la trajectòria d'un mòbil si la força d'atracció a un centre fos inversament proporcional al quadrat de la distància, aleshores Newton hagués tingut un temps més assumible per a dur a terme una tasca tan complexa.

Nosaltres som del parer, seguint a Herivel, que, efectivament, la primera visita de Halley a Newton fou al maig. Considerem que Conduitt no erra quan diu que la trobada va ser al maig, i també creiem que a Newton no li falla la memòria quan diu que va ser a la primavera de 1684 (Add. 3968 b, fol. 101). Hi ha tot un seguit de circumstàncies que recolzen aquesta tesi: fixem-nos que la versió tradicional que diu que Newton va enregistrar el *De motu* a la Royal Society a l'hivern de 1684 no encaixa amb les declaracions de Flamsteed a Newton a la carta del 27 de novembre de 1684, on li diu que esperarà a llegir-lo fins que ho hagin fet «Hooke i la resta de la comunitat [científica de la Royal Society, s'entén]». Si Flamsteed diu això el 27 de novembre en aquesta carta és perquè el *De motu* havia estat enregistrar abans, probablement a mig novembre de 1684. Es dona el cas, però, que Halley va rebre l'exemplar del *De motu* per mitjà de Paget també al novembre i que, després de llegir-lo, va tornar a Cambridge per tal de convèncer Newton per al seu enregistrament. Per tant, si l'enregistrament va ser a mitjan novembre, Halley deuria rebre el document ben a principis de novembre i, sense massa demora, deuria viatjar a Cambridge,

¹⁵² J. FLAMSTEED, *Carta a Isaac Newton*, 27 de novembre de 1684. Extreta de H.W. TURNBULL, *The correspondence of Isaac Newton*, Vol. II, p. 405, Cambridge University Press, 1977. [«La seva amable concessió m'obliga a l'atenta lectura dels seus escrits; tot i així, crec que no hauré de fer-los-hi una ullada fins que el nostre amic comú Mr. Hooke i la resta de la comunitat no se n'hagin satisfet abans»].

¹⁵³ I. NEWTON, *Carta a John Flamsteed*, 12 de gener de 1685. *Ibidem.*, Vol. II, p. 413. [«Però és l'òrbita dels seus satèl·lits el que vull. Treballant comestic en aquests afers, m'agradaria saber-ne el rerefons abans que publiqui els meus escrits»].

deuria convèncer Newton i s'iniciaren els tràmits de l'enregistrament. Això significa que, en un espai tan curt de temps, el document que va veure Halley –i que s'ha perdut- no deuria pas variar gens del que va quedar enregistrat a la Royal Society. Efectivament, seguint a Herivel, Newton només hauria tingut el setembre i l'octubre de 1684 per redactar el *De motu*, la qual cosa no sembla massa versemblant. Tot i així, la genialitat de Newton ho podria haver aconseguit; però fixem-nos que Halley, a la carta del 26 de juny de 1686 recorda que a «l'agost següent», quan el va visitar, «vaig saber de les molt bones notícies que vostè havia dut aquestes demostracions fins a la perfecció». Dur quelcom *fins a la perfecció* significa, ben mirat i ni més ni menys, que les demostracions estaven acabades. Si l'agost de 1684 hagués estat el primer cop que Halley visités Newton, Halley no podria dir que havia obtingut bones notícies al visitar-lo perquè Newton havia dut les demostracions «a la perfecció», si era el primer cop que li posava sobre la taula el problema i ni tan sols va poder veure'n els papers. Així que el més probable és que Halley també visités Newton a l'agost i veiés acabades llavors les demostracions que li havia demanat dos o tres mesos abans, o sigui, al maig. Als mesos de setembre i octubre, Newton deuria de perfeccionar algunes qüestions i deuria repassar els càlculs per a què quedessin ben polits per a l'exemplar que enviaria a Halley. Halley, doncs, devia de fer tres visites a Cambridge: una al maig, on va quedar plantejada la qüestió, una segona a l'agost, quan va poder veure les demostracions que Newton ja havia enllestit, i una última tercera a principis de novembre per a instigar-lo a enregistrar el document a la Royal Society.

Així doncs, la famosa visita de Halley a Newton al maig de 1684 va tenir unes conseqüències tan esplendoroses com per afirmar que és a partir de l'enregistrament del *De motu* a la Royal Society quan, de manera estricta, naix la física moderna. «The investigation that seized Newton's imagination late in 1684 and dominated it for the following two and a half years transformed his life as much as it transformed the course of Western science»¹⁵⁴. Òbviament, el contingut del *De motu* era tot just un 5% del que havien de ser els *Principia*, però s'hi traçaven les idees més bàsiques, ja revolucionàries de per si. Trobem sovint paraules com les següents en centenars de tractats: «A pesar de tratarse de un obrita de muy pocas páginas, en ella encontramos ya los elementos dinámicos principales de los que se va a servir en los *Principia* para describir el movimiento no inercial de planetas, satélites y cometas»¹⁵⁵. Newton va haver de menester gairebé tres anys per a desenvolupar tot allò que estava implícit en el *De motu corporum in gyrum*.

Efectivament, el *De motu* complet es pot considerar un primer esborrany dels *Principia*. Per tant, aquest petit opuscle, una vegada va venir a veure la llum, va ser absolutament venerat i va tenir un caràcter revolucionari. Passats els anys, corria el rumor que Halley estava més orgullós d'haver estat l'espurna que havia dut Newton als *Principia* que no pas de la seva pròpia obra. El fet és que alguna còpia que corria del registre del *De motu* estava tan sol·licitada que físics i astrònoms importants de l'època havien d'esperar força temps per a poder llegir-la. El propi Newton també era conscient del que havia aconseguit i, decididament, va abandonar la seva estimada alquímia, a la que s'havia dedicat durant tots aquells anys de tancament i va dedicar-

¹⁵⁴ R. WESTFALL, *Never at rest: a biography of Isaac Newton*, p. 406-7, Cambridge University Press, 1983. [«La investigació que es va apropiat de la intel·ligència de Newton a finals de 1684, i que la va dominar els dos anys i mig següents, va transformar no només la seva vida sinó el curs de la ciència occidental»].

¹⁵⁵ A. RIOJA/J. ORDÓÑEZ, *Teorías del Universo, Vol. II. De Galileo a Newton*, cap. 5.3, p. 196, Ed. Síntesis, 1999.

se en cos i ànima a desenvolupar el *De motu* de tal manera que va acabar configurant els *Principia*. Com ja sabem, quan Newton s'endinsava en algun problema no s'aturava fins a l'obtenció de la solució, de vegades fins i tot, fins a l'extenuació. El seu secretari Humphrey Newton, que havia substituït Wickins al 1683, en una altra de les seves anotacions carregades d'admiració per Newton, informa:

«So intent, so serious upon his studies, that he eat very sparingly, nay, ofttimes he has forget to eat at all, so that going into his chamber, I have found his mess untouch'd of which when I have reminded him, would reply, Have I; & then making to the table, would eat a bit or two standing [...] At some seldom times when he design'd to dine in the hall, would turn to the left hand, & go out into the street, where making a stop, when he found his mistake, would hastily return to his chamber again [...] When he has sometimes taken a turn or two [in the garden], has made a sudden stand, turn'd himself about, run up the stairs, like another Alchimedus [sic], with an *εὔρεκα*, fall to write on his desk standing, without giving himself the leasure to draw a chair to sit down in».¹⁵⁶

Calen també algunes consideracions conclusives al voltant de la naturalesa del propi tractat. És una mala gestió bibliogràfica pensar que el *De motu* és un tractat unitari que conservem d'una sola peça. Més aviat podem dir el contrari: n'existeixen varis exemplars i cap d'ells és exactament igual a l'altre, de manera que no ens ha de sorprendre la dificultat a l'hora d'analitzar-lo. Com ja hem dit, l'exemplar que va rebre Halley al novembre de 1684 després de la promesa de Newton, s'ha perdut. Així que, pròpiament, no sabem què va llegir Halley *exactament* i què no. Probablement, una versió no molt llunyana a la que va quedar enregistrada a la Royal Society. Quan Halley va tornar a Cambridge per tercera vegada –o per segona, si ens avenim a les tesis tradicionals– després de rebre l'exemplar ara perdut, Newton potser encara li va ensenyar un munt d'esborranys o potser només li va ensenyar la versió més avançada i perfilada. Sigui com sigui, el cas és que tampoc podem saber què va veure Halley *exactament* en aquesta tercera visita. Només sabem que va veure uns tractats (el que va rebre a Londres i el que va veure a Cambridge, tot al novembre) que, molt presumiblement, duien per títol «De motu corporum in gyrum» i que el van fascinar. En tot cas, és de suposar que l'exemplar que Halley va veure a Cambridge no podia ser menys complet que el manuscrit que Newton li havia enviat a Londres a títol privat anteriorment. Àdhuc podia ser el mateix exemplar que havia rebut a Londres, cas que se l'hagués endut amb ell fins a Cambridge amb l'objectiu de comentar-lo.

A part de l'exemplar que va ser registrat a la Royal Society, han sobreviscut quatre esborranys més, i, com dèiem, cap exactament igual. D'aquests quatre, tots ells en llatí, tres pertanyen al corpus documental que és conegut com la *Portsmouth Collection*¹⁵⁷ (MS. Add. 3965). Herivel els documenta com a versions I, II i III, i

¹⁵⁶ H. NEWTON, *Keynes Coll.*, MS 135. Citat per R. WESTFALL a *Never at rest: a biography of Isaac Newton*, p. 406, Cambridge University Press, 1983. [«Tan concentrat, tan bolcat en els seus estudis que gairebé no dormia, o, fins i tot, s'oblidava de menjar. De forma que, quan entrava a la seva cambra, trobava el seu plat sense tocar, i quan jo li recordava, em responia: ah, sí?, i es dirigia cap a la taula, i prenia una o dues mossegades de peu [...] Alguna vegada, quan rarament decidia sopar al *hall*, prenia el camí de l'esquerra i sortia al carrer: allí s'aturava, s'adonava d'algun error, i tornava ràpidament, de manera que, alguns cops, en lloc d'anar al *hall* tornava a la seva cambra [...] Quan, alguna vegada, sortia a fer un o dos tombs [pel jardí] podia aturar-se de sobte, fer la volta i córrer escales amunt, com si fos un altre Arquímedes amb un *εὔρεκα*, i es posava a escriure de peu a la seva taula, sense tan sols concedir-se el temps de cercar una cadira on seure»].

¹⁵⁷ Al 1740, Catherine Conduitt, filla de Catherine i John Conduitt, va casar-se amb John Wallop, que va esdevenir el segon comte de Portsmouth. D'aquesta manera els documents que els Conduitt van

corresponen, respectivament, a la catalogació oficial de IXa, IXb i IXc. Són versions completes gairebé similars entre elles i similars, també, a l'exemplar registrat a la Royal Society. Hi ha pocs dubtes que I –amb títol «De motu corporum in gyrum»- és la versió més antiga, mentre que II, sense títol, és fonamentalment una còpia de I amb poques diferències i algun pensament nou. Es considera que l'exemplar de la Royal Society també és una còpia de I. La versió III és bastant diferent: a part del seu títol, «De motu sphaericorum corporum in fluidis», incorpora pensaments de dinàmica molt més evolucionats i és més completa; és tan pulcra que no es creu que sigui lletra de Newton, sinó probablement del seu secretari i amanuense Humphrey Newton. El quart exemplar és a la Macclesfield Collection¹⁵⁸ i, en l'opinió de Herivel, també és una còpia de I. La Portsmouth Collection també inclou dos altres esborranys d'una altra mena: un d'ells, catalogat com a Xa i de títol «De motu corporum in mediis regulariter cedentibus», és un esborrany de definicions i lleis del moviment; el segon, catalogat Xb i de títol «De motu corporum», és només un esborrany de les definicions bastant similar a com es presentarien als *Principia*. Xa i Xb poden considerar-se revisions de Newton de les definicions i lleis que apareixen a les versions anteriors I, II i III. Malgrat els seus títols, Herivel no els considera pròpiament esborranys del *De motu* en tant que hi manca la major part de les demostracions de I, II i III.

Els estudiosos A. Rupert Hall i M. Boas Hall canvien la terminologia i designen I, II i III com a versions B, C i D. Hall & Hall consideren Xb com una versió pròpia del *De motu*, a la que designen com a versió A de la Portsmouth Collection. D'altra banda, Hall & Hall no donen compte de la versió de Macclesfield ni tampoc de l'esborrany de definicions catalogat com a Xa. Hall & Hall treballen sobre la versió D (o III), comparant-la amb B (o I), C (o II) i la còpia de la Royal Society.¹⁵⁹ Herivel treballa sobre I (o B) i la compara amb les versions C (o II) i D (o III). Herivel analitza per separat els esborranys Xa i Xb com a independents dels esborranys del *De motu*.¹⁶⁰ Per últim, ni Herivel ni Hall & Hall analitzen l'exemplar Macclesfield.

La nostra anàlisi del *De motu* seguirà alternativament el contingut estàndard que apareix a la versió registrada a la Royal Society i la seva conseqüent publicació de Rigaud al 1838 –amb títol «Isaaci Newtoni Propositiones de Motu»- i la molt propera versió I de la Portsmouth Collection. Pel que fa a qualsevol possible referència a les distintes versions, prendrem sense excepció la nomenclatura numèrica de Herivel. Per ara, deixarem de banda, tret d'alguna excepció, l'anàlisi de la versió A (o Xb), tal i com fa Herivel, entenent que la redacció d'aquest esborrany és absolutament més propera a les intencions definitives de Newton en els seus *Principia Mathematica*. L'opuscle que presenta Rigaud com a còpia del registrat a la Royal Society consta d'onze proposicions, quatre d'elles considerades com a *teoremes*, «theoremata», i les altres set com a *problemes*, «problemata», amb l'afegit de tot un seguit de corol·laris, «corollaria», i escolis, «scholia». Prèviament a aquestes onze proposicions, Newton

heretar de Newton van passar als Wallop del comtat de Portsmouth. L'any 1872, el cinquè comte de Portsmouth va donar els documents científics de Newton a la Universitat de Cambridge. La resta de documents, sobre alquímia, teologia i cronologia, per ser de poc interès científic, la Universitat de Cambridge els va retornar a Lord Portsmouth. Precisament aquests documents són els que van ser subhastats a Sotheby's, a Londres, l'any 1936, dels quals Keynes en va comprar un bon lot.

¹⁵⁸ La família dels comtes de Macclesfield va fer-se al s. XVIII amb una gran quantitat de documents del propi Isaac Newton, així com d'altres matemàtics i científics. L'any 2000, la Universitat de Cambridge va adquirir tot el lot per una quantitat de gairebé 6 milions i mig de lliures.

¹⁵⁹ A.R. HALL & M.B. HALL, *Unpublished Scientific Papers of Isaac Newton*, pp. 237-301: *Early Drafts of Propositions in Mechanics*, Cambridge University Press, 1962.

¹⁶⁰ J. HERIVEL, *The Background to Newton's Principia*, pp. 257-320: *Cap X: The Tract De Motu*, Oxford at the Clarendon Press, 1965.

introdueix encara tres definicions, «definitiones», quatre hipòtesis, «hypotheses», i tres lemes, «lemmata».

§ 4.2 Definitiones, hypotheses i lemmata

[Definitiones].¹⁶¹ El *De motu* s'obre sense dilació amb les tres definicions bàsiques que pretenen abastir el text des del principi d'una manifesta voluntat de claredat. La primera definició és força remarcable: «Vim centripetam appello, qua corpus impellitur vel attrahitur versus aliquod punctum, quod ad centrum spectatur»¹⁶²; és a dir: «Anomeno força centrípeta a allò que fa que un cos sigui impel·lit o atret cap a algun punt observat com un centre». Que sapiguem, és el primer cop a l'obra de Newton i en la història de la ciència que apareix l'expressió «força centrípeta» –de «centrum» i de «petere», «dirigir-se a». El propi Newton va explicar que havia forjat el terme essent plenament conscient que pretenia crear un concepte que fos el revers de la «força centrífuga» de Huygens. «Newton later explained that he coined the word “centripetal”, seeking the center, in conscious parallel to Huygens’ word “centrifugal”, fleeing the center».¹⁶³ Sabent com sabem que Hooke fou dels primers en llegir el tractat que s'havia registrat a la Royal Society, ens podem imaginar la cara de sorpresa, o potser indignació, que devia posar al veure que la seva idea, d'altra banda gens formalitzada, apareixia ara batejada i tot. En la seva famosa correspondència, Newton no havia entrat ni a valorar aquesta idea seva; i ara, de sobte, quatre anys i escaig més tard, es presentava en societat tan clarament identificada que donava la impressió de ser tota una primícia.

Newton no perd ni un instant a enunciar la segona definició: «Et vim corporis, seu corpori insitam, qua id conatur perseverare in motu suo secundum lineam rectam», que traduït: «I [anomeno] força d'un cos o força inherent a un cos a allò que fa que perseveri en el seu moviment en línia recta». Que Newton, així d'entrada, emprí el concepte de «força inherent», «vis insita», pot dur a confusions: podria creure's que recupera alguna antiga mena de *visió animista*, com si els cossos posseïssin certa tendència natural a dirigir-se a algun lloc. No és així, sinó tot el contrari: els cossos apareixen com a desproveïts de qualsevol mena de força interna efectiva, apareixen com a totalment passius, i és, precisament, aquesta passivitat intrínseca la que els obliga a seguir el principi d'inèrcia, desplaçant-se sempre en línia recta a velocitat constant a menys que una altra força els acceleri o els aturi. Ocorre, però, que Newton anomena «vis insita» a aquesta qualitat dels cossos que en absència de forces que l'afectin el mantenen sempre sota el principi d'inèrcia. Perquè, d'on podria provenir-li al cos aquesta passiva manera d'existir? Senzillament, és la seva pròpia naturalesa; i això és el que és «inherent» en ell.

¹⁶¹ Les versions I i II de la Portsmouth Collection, exactament igual que la versió registrada a la Royal Society, contenen exactament les mateixes 3 definicions (Def. 1, 2 i 3). La versió III de la Portsmouth afegeix una Def. 4. El manuscrit Xa, *De motu corporum in mediis regulariter cedentibus*, inclou 18 definicions, de manera que la seva estructura és molt distinta de les que es consideren distintes redaccions del *De motu*. Igualment, Xb (l'esborrany A de Hall & Hall), *De motu corporum*, consta de 14 definicions, tot i que de la 8ena a l'11ena només s'hi troba el concepte sobre el que es volia parlar. La seva estructura és més similar a la redacció de les definicions dels *Principia*.

¹⁶² I. NEWTON, *De motu corporum in gyrum*. Extret de S.P. RIGAUD, *Historical Essay on the first publication of Sir Isaac Newton's Principia*, Appendix I: *Isaaci Newtoni Propositiones De Motu*, p. 1, Oxford University Press, 1838. En endavant, totes les cites del *De motu* estan extretes d'aquesta font.

¹⁶³ R. WESTFALL, *Never at rest: a biography of Isaac Newton*, p. 411, Cambridge University Press, 1983. [«Més tard, Newton explicaria que havia encunyat el terme *centrípeta*, dirigit cap al centre, en un conscient paral·lelisme amb el terme de Huygens *centrífuga*, que se separa del centre»].

De fet, trobem una certa preocupació en Newton per millorar la pròpia definició de «vis insita». A les revisions Xa i Xb de la Portsmouth Collection que són posteriors a les versions I, II i III del *De motu*, Newton modifica i completa el concepte de força inherent, per tal que no sigui malentesa i, sobretot, per tal que no sigui malentesa en el sentit d'una força activa de caràcter animista. A la revisió Xa canvia la definició: «Corporis vis insita innata et essentialis est potentia qua id perseverat in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in linea recta, estque corporis quantitati proportionalis, exercetur vero proportionaliter mutationem status»¹⁶⁴. Ara la força «insita» és titllada d'«innata» i d'«essencial a un cos», i és anomenada «potentia», en el sentit que és una manera de ser fonamental del propi cos, remarcant i accentuant el seu caràcter passiu. Aquesta força no desapareix tampoc en l'estat de repòs i, per tant, no és mai, en cap cas, principi de moviment. Amb la voluntat de generalitzar encara més aquest perfil, Newton substitueix a la revisió Xb (o A) de la Portsmouth Collection la paraula «cos» per la paraula «materia», amb l'objectiu de subratllar encara més, si es pot, aquest estatus de passivitat general de tots els cossos quan no són alterats per cap força externa. «Materiae vis insita est potentia resistendi qua corpus unumquodque quantum in se est perseverat in statu suo vel quiescendi vel movendi uniformiter in directum»¹⁶⁵. Àdhuc més tard va acabar anomenant-la «vis inertiae». Quedava clar, doncs, que el que altera el moviment d'un cos és la força impresa sobre ell –com deixarà entreveure a la hipòtesi segona- i que el canvi del moviment ha de ser proporcional a la quantitat d'aquesta força. I precisament en la quantificació d'aquesta «vis impressa» es trobava la possibilitat d'una ciència de la dinàmica.

La tercera i última de les definicions té un marcat caràcter instrumental: «Et resistantiam quae est medii regulariter impediens». «I [anomeno] resistència a la propietat d'un medi que impedeix regularment el moviment». Newton haurà d'emprar d'ara endavant, no només en el tractat *De motu*, sinó també als *Principia* definitius, un tecnicisme per a descriure tota mena de força inhibidora del moviment, i deixa clar que la paraula triada és «resistència». D'aquesta manera especialment breu, Newton dona per conclosa a la versió que va enviar per a ser registrada, l'exposició de les *Definitiones*, tot introduint-hi tres conceptes que considerarà fonamentals i previs a tot discurs: força centrípeta («vis centripeta»), força inherent («vis insita») i, finalment, resistència («resistentia»). Així ho trobem en tots els exemplars, tant en la còpia de la Royal Society com en els tres exemplars I, II i III de la Portsmouth Collection. És remarcable, tanmateix, el fet de trobar afegida a la versió III una quarta i curiosa definició que no consta en cap dels altres exemplars coneguts: «Exponentes quantitatum sunt aliae quaevis quantitates proportionales expositis», que equival a «Els representants de quantitats són altres quantitats qualssevol proporcionals a les considerades»¹⁶⁶.

[Hypotheses].¹⁶⁷ Acte seguit, Newton entra a considerar les quatre hipòtesis. La primera ve enunciada així: «Resistentiam in proximis novem propositionibus nullam

¹⁶⁴ Vegi's 162. [«La força inherent, innata i essencial d'un cos és el poder pel qual persevera en el seu estat de repòs o de moviment uniforme en línia recta, i és proporcional a la quantitat del cos»].

¹⁶⁵ Vegi's 162. [«La força interna de la *matèria* és el poder de resistència pel qual un cos resta de manera indefinida en el seu estat de repòs o de moviment en línia recta»].

¹⁶⁶ Tanmateix, aquesta peculiar Def. 4 de la versió III concorda parcialment amb la Def. 18 que Newton introdueix a Xa: «Exponentes temporum spatiorum, motuum celeritatum et virium sunt quantitates quaevis proportionales exponendis». [«Els representants de temps, espais, moviments i forces són altres quantitats qualssevol proporcionals al que s'exposa»].

¹⁶⁷ Les versions I i II de la Portsmouth Collection, exactament igual que la versió registrada a la Royal Society, contenen exactament les mateixes 4 hipòtesis (Hyp. 1, 2, 3 i 4). La versió III de la Portsmouth

esse, in sequentibus esse ut corporis celeritas et medii densitas conjunctim». «La resistència en les properes nou proposicions és nul·la; i en totes les següents [és] com la velocitat del cos i la densitat del medi». Efectivament, aquesta és la consideració: la resistència és nul·la en els casos dels quatre teoremes i dels cinc primers problemes, mentre que en els dos últims problemes del tractat Newton estén els resultats al cas que hi hagi resistència sobre el mòbil.

La segona hipòtesi diu: «Corpus omne sola vi insita uniformiter secundum rectam lineam in infinitum progredi nisi aliquid extrinsecus impediatur». «Qualsevol cos que estigui només sota l'efecte de la seva força inherent avançarà uniformement en línia recta fins a l'infinit a menys que alguna cosa externa li impedeixi». A la versió III (o D) de la Portsmouth Collection, on les quatre hipòtesis s'han convertit en cinc «leges», Newton determina que «el canvi del moviment és proporcional a la força impresa i que es produeix segons la línia recta en direcció de la qual s'imprimeix l'aital força» (Lex 2). Aquesta millorada versió III deixa clar que el moviment dels cossos és una combinació entre la força inherent interna i una «vis impressa» que actua des de l'exterior que li impedeix perseverar en la línia recta. Si bé la definició 2 es referia al moviment rectilini exclusivament, ara Newton arrodoneix una concepció general del moviment basant-se explícitament en la combinació de la força inherent que postula la llei d'inèrcia i una segona força «impresa» de caràcter ben general. Enunciada aquesta segona hipòtesi i tenint ben present la primera definició, queda clar que Newton ja ha adoptat del tot la visió de la gravitació que Hooke li instava a valorar durant la correspondència de 1679-1680: en cap de les tres definicions ni en la resta del tractat es fa menció de cap força centrífuga real i efectiva, la qual cosa indicava a les clares que Newton havia abandonat de manera definitiva la creença que el moviment circular era causat per la compensació i anul·lació mútua que es donava entre una força que pateix el mòbil a allunyar-se del centre i una altra que l'obliga a dirigir-se al centre, de manera que el missatge del *De motu* era ben transparent: el moviment circular s'explica únicament mitjançant la combinació de la llei d'inèrcia i la força centrípeta. Just la tesi que Hooke ja defensava des del 1666.

El famós paral·lelogram que Newton esbossa a la versió de la Royal Society quan comença a tractar el primer teorema (vegi's Figura 10) pretén il·lustrar aquesta combinació de forces que expliquen el moviment del mòbil sobre un centre. A més, la tercera hipòtesi deixa clara aquesta idea: «Corpus in dato tempore viribus conjunctis eo ferri quo viribus divisim in temporibus aequalibus successive». «En un temps donat, un cos és arrossegat per la combinació de les [dues] forces fins al lloc on seria arrossegat per les mateixes forces si actuessin per separat una rere l'altra en temps iguals». Newton tracta les dues forces, la centrípeta i la inherent –o inèrcia– com avui en dia tractem amb vectors. Als *Principia*, aquesta hipòtesi apareix en els corol·laris 1 i 2 de la tercera llei del moviment.

Collection, tanmateix, no presenta cap de les 4 hipòtesis; però al seu lloc ofereix 5 *leges*, cosa que no es troba en cap de les considerades versions del *De motu*. Les 5 *leges* de III són: 1. «Sola vi insita corpus uniformiter in linea recta semper pergere si nil impediatur»; 2. «Mutationem status movendi vel quiescendi proportionalem esse vi impressae et fieri secundum lineam rectam qua vis illa imprimatur»; 3. «Corporum dato spatio inclusorum eosdem esse motus inter se sive spatium illud quiescat sive moveat id perpetuo et uniformiter in directum absque motu circulari»; 4. «Mutuis corporum actionibus commune centrum gravitatis non mutare statum suum motus vel quietis. Constat ex lege 3»; i finalment, 5. «Resistentiam medii esse ut medii illius densitas et corporis moti sphaerica superficies et velocitas conjunctim». Cal dir, d'altra banda, que l'esborrany Xb tampoc inclou hipòtesis però, en canvi, sí ofereix 6 *leges* properes a les de la versió III. Xa, com sabem, no conté res més que 14 definicions.

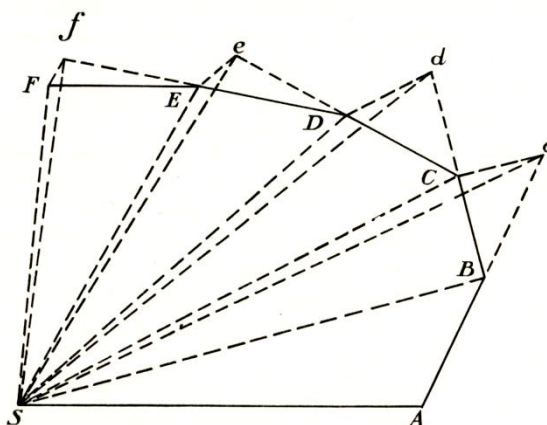


Figura 10

Finalment, la quarta hipòtesi diu: «Spatium quod corpus urgente quacunq̄ue vi centripeta ipso motus initio describit esse in duplicata ratione temporis». «L'espai descrit per un cos al principi del seu moviment per acció de qualsevol força centripeta és proporcional al quadrat del temps». Això indica que Newton estava tractant amb infinitesimals. Aquesta quarta hipòtesi és la que Newton introdueix als *Principia* a l'enunciar el Lema X del Llibre I.

[Lemmata].¹⁶⁸ Un cop exposades les definicions i les hipòtesis, abans d'entrar a les 11 proposicions que formen els seus teoremes i problemes, Newton enuncia encara dos lemes. El primer diu: «Parallelogramma omnia, circa datam ellipsin descripta, esse aequalia inter se. Patet ex Conicis». «Tots els paral·lelograms traçats sobre una el·lipse donada són iguals [en àrea] entre si. Se segueix de les seccions còniques». I per acabar, el segon lema: «Quantitates differentii suis proportionales sunt continue proportionales. Ponatur A ad A-B ut B ad B-C, et C ad C-D, &c. dividendo fiet A ad B, ut B ad C, [ut C] ad D, &c.». «Les quantitats proporcionals a les seves diferències són contínuament proporcionals. Assumint que A és a A-B com B a B-C, i C a C-D, etc., aleshores, per divisió, tenim que A és a B com B a C, i C a D., etc.». O dit d'altra manera: que si $A/(A-B)=B/(B-C)=C/(C-D)$, aleshores $A/B=B/C=C/D$, etcètera.

La informació que Newton aporta en aquestes definicions, hipòtesis i lemes introductoris –escrita per pròpia mà o per la mà d'algú altre, fos simplement un amanuense o fos algú altre que realment tingués coneixements de física i matemàtica i sabés, per tant, de què s'estava parlant- pretén ser absolutament necessària per a un bon seguiment del tractat sencer. Com es pot veure les diferents versions que ens han arribat no deixen de ser distintes redaccions que inclouen la mateixa informació, malgrat que, efectivament, està organitzada de manera alternativa. És cert que, en alguns punts, les diferents versions introdueixen un contingut informatiu que podem no trobar en les altres; però a grans trets, si deixem de banda un estudi absolutament detallat de les redaccions, notem que el gruix de la informació queda bastant ben

¹⁶⁸ La versió que tractem, la de la Royal Society, inclou 2 lemes (Lemm. 1 i 2). Curiosament, la versió I de la Portsmouth Collection no inclou cap lema després de les hipòtesis i passa directament als teoremes. La versió III, en canvi, inclou 4 lemes (Lemm. 1, 2, 3 i 4): els lemes 3 i 4 de III coincideixen amb els lemes 1 i 2 de l'exemplar de la Royal Society que estem tractant; el lema 2 coincideix amb la hipòtesi 4 de la versió de la R.S. i de la versió I, tot i que hi afegeix una llarga exposició demostrativa; el lema 1 diu: «Corpus viribus conjunctis diagonalem parallelogrammi eodem tempore describere quo latera separatim», que és una estranya formulació del contingut de la hipòtesi 3 de les versions de la R.S. i de les versions I i II. La versió II conté 2 lemes, però venen numerats com a Lemm. 3 i Lemm. 4, la qual cosa fa pensar que van ser afegits a II més tard, després de la redacció de III.

definit. Cal no perdre de vista, a més, que el contingut que trobem no només en les definicions, hipòtesis i lemes, sinó també en la resta dels continguts de les diferents versions del *De motu*, no són sinó primeres aproximacions que després tornaran a aparèixer, explícitament o implícita, literalment o reformulades, a totes les línies dels *Principia mathematica*:

«It has been long recognized that the *Principia* was an expansion of a relatively short paper, entitled by Rigaud *Propositiones de Motu*, which we suggest was written in the late summer of 1684, and which was consequently submitted to the Royal Society. In this paper are to be found versions of propositions included in Books I and II of the *Principia*, and of various topics more fully developed in Book III. From it Newton worked up a more elaborate course of lectures which he delivered in the autumn of 1684. And by the winter of 1685, perhaps as a result of pressure from Edmond Halley, he was committed to writing a treatise on a larger scale than he had originally contemplated; as his work proceeded it grew still further».¹⁶⁹

Encara podem afegir que, naturalment, les versions del *De motu* que ens han arribat no deuen representar, ni de bon tros, tota la quantitat de versions que devien de córrer en el seu moment, la qual cosa no només demostra la tasca revolucionària d'aquests manuscrits, sinó que, atès que hom no deuria pas poder tenir accés a totes i cadascuna d'elles, reforça la idea que els continguts eren bastant similars i suficients per a una bona comprensió del que es tractava.

L'objectiu d'aquesta més o menys detallada exposició al voltant de les distintes definicions, hipòtesis i lemes que apareixen al *De motu* amb un caràcter introductorí no és altre que fer veure quines eren les idees més bàsiques a les que havia arribat Newton a finals de 1684 i, que, de fet, mai més ja no l'abandonarien. Si fem un resum del que hem exposat, trobem que, per a Newton, ja és una qüestió imprescindible, a partir almenys de 1684, fixar definitivament els següents punts: 1) plena adopció definitiva del concepte de *força centrípeta*, entesa com a força atractiva que emana des d'un centre; 2) plena admissió del principi d'inèrcia; 3) la necessitat d'abordar els moviments dels cossos des de les distintes situacions de si existeix una força resistent o no; 4) la comprensió del moviment circular com a combinació de la força centrípeta i el principi d'inèrcia; i finalment, 5) la possibilitat de la descomposició de la força resultant en forces separades i a la inversa. A part, és clar, com ja hem vist, d'alguns principis físics i geomètrics. Evidentment, els *Principia* encara hauran d'aportar molts més pressupòsits essencials que totes les distintes versions del *De motu* no incorporen ni podien incorporar; tanmateix, tot el «sistema del món», com a Newton li satisfecia anomenar-ho, pot deduir-se, en últim terme, a partir de l'aplicació convenient d'aquestes cinc idees fonamentals.

¹⁶⁹ A.R. HALL & M.B. HALL, *Unpublished Scientific Papers of Isaac Newton*, p. 231-2: *Manuscripts related to the Principia, Introduction*, Cambridge University Press, 1962. [«Es dona per suposat des de fa temps que els *Principia* foren una ampliació d'un escrit relativament curt, titulat per Rigaud com *Propositiones de Motu*, que suggerim que fou escrit a finals de l'estiu de 1684 i que, conseqüentment, fou presentat a la Royal Society. En aquest escrit s'hi poden trobar diverses versions de proposicions incloses als Llibres I i II dels *Principia*, i uns quants temes més, definitivament més desenvolupats, al Llibre III. D'aquí, Newton en va traure un curs més elaborat de classes magistrals que va lliurar a la tardor de 1684. I durant l'hivern de 1685, potser a causa de la insistència de Halley, va ser empès a escriure un tractat de major extensió del que s'havia proposat originàriament; i a mesura que anava treballant, encara va anar creixent més i més»].

§ 4.3 El que no va sorprendre Halley del *De motu*

Després de l'exposició de les definicions, de les hipòtesis i dels dos lemes, Newton comença, pròpiament dita, l'anàlisi matemàtica que l'ha de dur a la resolució final del *De motu*: que, donada una força atractiva des del centre inversament proporcional al quadrat de la distància, els planetes han de seguir necessàriament l'òrbita el·líptica que semblen descriure donades les dades experimentals obtingudes. Algunes senzilles consideracions prèvies que hom no ha d'oblidar són: 1) totes les definicions, hipòtesis i lemes anteriorment exposades s'han d'entendre com a premisses que, a partir d'ara, han de ser suposades en cadascun dels teoremes i problemes. 2) Com passarà també als *Principia*, les demostracions extretes dels teoremes es realitzen mitjançant una anàlisi geomètrica i, en cap cas, amb càlcul infinitesimal. 3) Quan cal, Newton afegeix algun corol·lari i algun escoli a alguns dels «teoremes»; als «problemes», si és oportú, només hi afegeix escolis.¹⁷⁰

El primer dels teoremes amb què Newton obre l'anàlisi, el *Teorema 1*, es correspon amb la segona llei de Kepler dels moviments planetaris: «Gyrantia omnia radiis ad centrum ductis areas temporibus proportionales describere», a saber: «Tots els cossos que giren al voltant d'un centre [de força] descriuen àrees que són proporcionals als temps». Com Kepler ja havia mostrat, Newton demostra en termes geomètrics que el radi vector que uneix el centre de força atractiva amb el cos orbital recorre àrees iguals en temps iguals. Si seguim de nou la figura 10, «dividatur tempus in partes aequales, et prima temporis parte describat corpus vi insita rectam AB; idem secunda temporis parte, si nihil impedit, recta pergeret ad *c*, describens rectam Bc aequalem ipsi AB, adeo ut radiis AS, BS, cS ad centrum actis, confectae forent areae aequales ASB, BSc»¹⁷¹. Introdueix a continuació la gravitació o força des del centre: «Verum ubi corpus venit ad B, agat vis centripeta impulsu unico at magno, faciatque corpus a recta Bc deflectere et pergere in recta BC. Ipsi BS parallela agatur cC occurrens BC in C, et, completa secunda temporis parte, corpus reperietur in C»¹⁷². A partir d'aquí, Newton considera les diferents àrees recorregudes pel radi vector com a porcions triangulars: «Junge SC et triangulum SBC ob parallelas SB, Cc aequale erit triangulo SBc, atque adeo etiam triangulo SAB. Simili argumento, si vis centripeta successive agat in C D, E, etc, faciens corpus singulis temporis momentis singulas describere rectas CD, DE, EF, etc, triangulum SCD triangulo SBC, et SDE ipsi SCD, et SEF ipsi SDE aequale erit»¹⁷³. I arribats a aquest punt, Newton duu aquestes sèries a

¹⁷⁰ Entenem que un «teorema» és una afirmació que pot ser deduïda i, per tant, demostrada, a partir d'altres afirmacions o hipòtesis d'àmbit més general; de la mateixa manera, entenem per «corol·lari» una afirmació lògica que es presenta com a conseqüència immediata del teorema demostrat. És diferent la naturalesa de l'«escoli», en tant que normalment s'entén com a breu comentari explicatiu o valoratiu del teorema o del corol·lari, sense que tingui cap mena de participació en la pròpia activitat demostrativa.

¹⁷¹ Vegi's 162. [«Dividim el temps en intervals iguals i suposem, en el primer interval de temps, que el cos descriu la línia AB per la seva força inherent; d'igual manera, suposem en un segon interval de temps que, si res ho impedeix, el cos continuarà recte fins a *c* cobrint una longitud Bc igual a AB, de manera que els radis AS, BS i cS al centre faran que les àrees ASB i BSc siguin iguals»].

¹⁷² Vegi's 162. [«De fet, quan el cos arriba a B, deixem que la força centrípeta actuï sobre ell amb un únic gran impuls, forçant al cos a desviar-se de la línia Bc per tal de continuar per la BC. Dibuixem cC paral·lelament a BS tot trobant-se BC i C i, al finalitzar el segon interval de temps el cos es trobarà a C»].

¹⁷³ Vegi's 162. [«Dibuixi's SC i, degut a les paral·leles SB i Cc, el triangle SBC serà igual al triangle SBc, i també al triangle SAB. Seguint el mateix argument, si la força centrípeta actua successivament a C, D i E, etc., tot causant que el cos descriu els separats segments CD, DE, EF, etc., en separats intervals de temps, aleshores el triangle SCD serà igual a SBC, i SDE igual a SCD, i SEF igual a SDE»].

un límit en què els triangles es farien infinitament petits, tendint a zero cadascun d'ells, mentre que el seu nombre es faria infinit a tota l'òrbita, que és just el que proclamava Kepler tot reclamant Arquímedes. I per tant, Newton acaba: «Aequalibus igitur temporibus aequales areae describuntur. Sunt iam haec triangula numero infinita, et infinite parva, sic ut singulis temporis momentis singula respondeant triangula, cogente vi centripeta sine remissione, et constabit propositio»¹⁷⁴.

Es tracta, d'entrada, d'una demostració general, en el sentit que no fa cap referència a cap mena de particularitat de la força centrípeta ni tampoc a cap tipus de corba determinat. D'una banda, es limita a observar la veracitat general de la llei, i de l'altra, la seva veracitat en el cas concret d'un mòbil en estat inercial amb moviment uniforme. D'altra banda, el teorema només ensenya que una força central centrípeta implica un canvi de moviment en el cos inercial fent acomplir la llei d'àrees; no serà fins als *Principia* que es farà la demostració conversada, a saber: que la llei d'àrees implica necessàriament una força centrípeta que emana des d'un centre.

«In *De motu* (Theor. 1) as in the *Principia* (Prop. 1), Newton begins by showing that the area law follows from the assumption that a body with an initial inertial motion is acted on by a force continually directed toward the point about which the areas are reckoned. This proof is general in that there is no reference to any particular condition of force or to any specified curve; Newton merely shows how the area law is related to inertial motion in any central force field. Additionally, as we have seen, Newton shows that the area law holds in the special case of a null force field for a body with uniform rectilinear (i.e., inertial) motion. In the *Principia* (but not in *De motu*), Newton then proves the converse (Prop. 2), that the area law implies a force continually directed to the point about which the equal areas are reckoned».¹⁷⁵

Aquest primer teorema no afegeix cap corol·lari ni cap escoli. A més, tal i com hem mostrat que està escrit al *De motu*, aquest primer teorema no aporta cap justificació de les igualtats entre triangles que està afirmant. No obstant això, aquesta justificació –que depèn de l'aplicació de la llei dels paral·lelograms– apareix per fi als corol·laris de la Proposició 1, Teorema 1 dels *Principia*. Als *Principia*, Newton fa gairebé exactament la mateixa exposició del teorema que al *De motu*, però ara la justificació de les afirmacions implícites la desenvolupa en sis corol·laris. Valgui el que hem dit fins ara per tenir plena consciència, d'una banda, de la manera de procedir de Newton en les seves demostracions, extensiva també als *Principia*, i de l'altra, diguem-ho així, de l'esperit més generalista, àdhuc, d'alguna forma, pobre en algunes justificacions, del propi *De motu*.

¹⁷⁴ Vegi's 162. [«Així doncs, àrees iguals es descriuen en temps iguals. Suposem ara que aquests triangles són infinits en nombre i infinitament petits de manera que la força centrípeta actuï sempre sense remissió, corresponent a intervals individuals de temps triangles individuals, i aleshores queda acomplerta la proposició»].

¹⁷⁵ I.B. COHEN, *The newtonian Revolution*, p. 259, Cambridge University Press, 1980. [«Tant al *De motu* (Teorema 1) com als *Principia* (Teorema 1) Newton comença mostrant que la llei d'àrees se segueix de suposar que un cos amb moviment inercial inicial rep l'acció d'una força dirigida contínuament cap al punt respecte al qual es computen les àrees. Aquesta demostració és general en la mesura que no fa referència a cap condició de la força en particular ni a cap corba específica; Newton es limita a mostrar que la llei d'àrees es relaciona amb el moviment inercial en qualsevol camp de força central. A més a més d'això, com hem vist, Newton mostra que la llei d'àrees és vàlida en el cas especial d'un camp de força nul·la per a un cos amb moviment uniforme i rectilini (inercial). Als *Principia* (i no pas al *De motu*) Newton demostra després la conversada (Proposició 2), que la llei d'àrees implica una força contínuament dirigida al punt al voltant del qual es computen les àrees iguals»].

El *Teorema 2* és un teorema de summa importància perquè, ara sí, *quantifica la força centrípeta*. Suposant l'existència d'un centre de força immòbil, Newton introdueix «a general theorem plus corollaries, concerning the measure of centripetal force in uniform circular motions»¹⁷⁶. «Corporibus in circumferentiis circulorum uniformiter gyrantibus, vires centripetas esse ut arcuum simul descriptorum quadrata applicata ad radios circulorum». «Les forces centrípetes dels cossos que giren uniformement en les circumferències dels cercles són proporcionals al quadrats dels arcs recorreguts en un mateix temps i inversament proporcionals als radis».

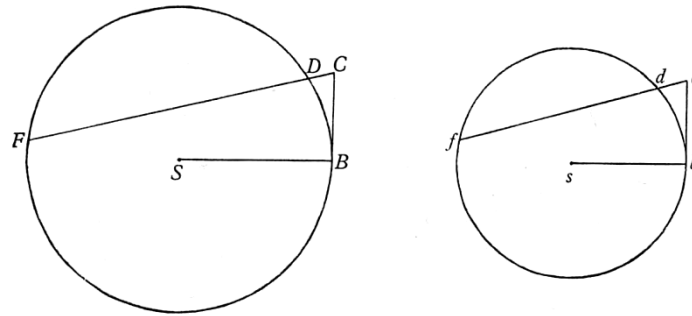


Figura 11

Efectivament, suposem que els cossos B i b (vegi's Figura 11) que orbiten en les circumferències dels cercles BD i bd descriuen els arcs BD i bd en un mateix temps («simul»). Per la pròpia sola acció de les seves forces inherents (principi d'inèrcia), aquests cossos descriurien les tangents BC i bc. Les forces centrípetes, que ara ja no es consideren com a impulsos discrets, com passava al Teorema 1, sinó com a contínues dutes al límit, desvien els cossos de la tangent cap a les circumferències, i, en conseqüència, aquestes forces centrípetes poden expressar-se respectivament com els segments de les distàncies CD i cd, que són les distàncies en què la tangent excedeix les circumferències, de tal manera que si CD i cd són a F i f respectivament, aleshores les forces centrípetes són com BC^2/CF és a bc^2/cf ; o com $BD^2/1/2CF$ és a $bd^2/1/2cf$. Newton parla d'uns espais BD i bd molt petits i que decreixen infinitament tendint a zero, de manera que es pot permetre escriure els radis SB i sb dels cercles per a $1/2CF$ i $1/2cf$. I d'aquesta manera es mostra la proposició inicial, a saber, que les forces centrípetes són proporcionals als quadrats dels arcs descrits en un mateix temps –és a dir els quadrats de les velocitats- i inversament proporcionals als radis. Aquesta exposició es troba també a la Proposició 4, Teorema 4 dels *Principia*, gairebé en els mateixos termes. Respecte a escrits anteriors, dubitatius, ara ja queda clar que CD i cd són desviacions dirigides cap al centre i, d'aquesta manera, resta instituïda formalment la força centrípeta. Encara es podrien fer vàries consideracions al paràgraf,¹⁷⁷ però el que és interessant arribats a aquest punt és l'anàlisi dels sis corol·laris –que es converteixen en nou als *Principia*- que Newton afegeix al teorema

¹⁷⁶ *Ibidem.*, p. 259. [«Un teorema general més corol·laris relatiu a la mesura de la força centrípeta en moviments circulars uniformes»].

¹⁷⁷ Herivel encara comenta: «It is also noteworthy that (1) neither here nor in the lectures *de Motu* nor the *Principia* is any justification offered for the proportionality between the deviation and the centripetal force, (2) the fact that the directions of the 'deviation' are not quite parallel to those of the forces is ignored. For a discussion of Newton's use of the 'deviation' as a measure of force see above Part I, Chapter I.3, pp. 19-22», J. HERIVEL, *The Background to Newton's Principia*, p. 290: *Cap X: The Tract De Motu*, Oxford at the Clarendon Press, 1965.

i que, pas a pas, aporten una informació gairebé propedèutica –per ja coneguda pel gruix dels científics del seu moment- al voltant de la naturalesa de la força centrípeta, com a decreixent amb el quadrat de la distància.

El Corol·lari 1 reforça el teorema esmentat i indica que la força centrípeta (F_c) és proporcional a V^2/R , on V és la velocitat orbital i R , el radi circular. «Vires centripetae sunt ut celeritatum quadrata applicata ad radios». Sense tenir ara en compte la massa, es tracta de la formulació que Huygens havia proposat per a una suposada força centrífuga i que el propi Newton ja havia trobat al 1665 mitjançant el mètode del cercle circumscrit en un quadrat, però ara amb el benentès que, en realitat, expressa la força centrípeta i no pas la força centrífuga, que Newton ja va acabar compronent com una pseudoforça.

Seguint el desenvolupament, el Corol·lari 2 afirma que la força centrípeta és, per tant i dit d'una altra manera, proporcional als radis i indirectament proporcional als quadrats del temps periòdics. «Et reciproce ut quadrata temporum periodicorum applicata ad radios». En efecte, com que el temps periòdic, o període (T), s'entén com a directament proporcional al radi –a més radi, més temps en acomplir un període sencer- i indirectament proporcional a la velocitat del cos que orbita –a més velocitat, menys temps en acomplir un període sencer), $T = R/V$, aleshores $V = R/T$ i $V^2 = R^2/T^2$, d'on, si substituïm la velocitat a la fórmula del Corol·lari 1, la força centrípeta queda proporcional al radi i indirectament proporcional al quadrat dels temps periòdics, $F_c = R/T^2$, que és el que Newton afirma en aquest segon corol·lari de manera tan succinta en el *De motu* i de manera més explícita als *Principia*.

Partint de la veritat obtinguda al Corol·lari 2, $F_c = R/T^2$, el tercer dels corol·laris, «Unde si quadrata temporum periodicorum sunt ut radii circulatorum, vires centripetae sunt aequales; et vice versa», pressuposa que si el quadrat dels temps periòdics (T^2) fos proporcional al radi de les circumferències (R), aleshores la força centrípeta seria sempre la mateixa. És clar que si $T^2=R$, la força centrípeta sempre seria constant, $F_c = R/R=1$ i independent del radi. Igualment, seguint el mateix raonament, Newton afirma al Corol·lari 4 que, si pressuposem que el quadrat dels temps periòdics (T^2) fos proporcional al quadrat dels radis (R^2), aleshores la força centrípeta seria indirectament proporcional als radis. «Si quadrata temporum periodicorum sunt ut quadrata radiorum, vires centripetae sunt reciproce ut radii». Efectivament, també es fa clar que si $T^2=R^2$, la força centrípeta sempre seria $F_c=1/R$.

Però al cinquè dels corol·laris, Newton afirma que «si quadrata temporum periodicorum sunt ut cubi radiorum, vires centripetae sunt reciproce ut quadrata radiorum». És a dir, que si, seguint de nou els mateixos raonaments, el quadrat dels temps periòdics (T^2) és proporcional al cub dels radis (R^3), aleshores la força centrípeta serà inversament proporcional al quadrat dels radis. Efectivament, si resulta que $T^2=R^3$, aleshores necessàriament $F_c=1/R^2$.¹⁷⁸

Acabats aquests cinc corol·laris, a la versió I (o B) de la Portsmouth Collection, i no pas a la versió de la Royal Society que segueix Rigaud l'any 1838, trobem que Newton no dubta a afegir al Teorema 2 un únic escoli que clou la informació sobre el teorema. Recordant que l'escoli té com a funció certa explicació o valoració, Newton s'afanya a dir que el cas del cinquè corol·lari és el que és vàlid pels cossos celestes.

¹⁷⁸ Sembla ser que Nicolau Fatio de Duillier (1664-1753), matemàtic i astrònom suís que fou un dels amics íntims de Newton, encara va suggerir Newton una precisió que acabaria convertint-se en el Corol·lari 7 dels *Principia*: es generalitza la raó de la velocitat amb el radi a qualsevol potència n , de tal manera que si el temps periòdic és proporcional a R^n i, per tant, la velocitat és com $1/R^{n-1}$, aleshores la força centrífuga serà com $1/R^{(2n-1)}$. I a l'inrevés.

Diu que, certament, el quadrat dels temps periòdics és proporcional al cub de les distàncies al centre comú al voltant del qual orbiten els cossos celestes. I afegeix que els astrònoms estan d'acord que aquesta proporció és la que manté en òrbita els planetes majors que circulen al voltant del Sol i els planetes menors, llegeixi's satèl·lits, al voltant de Júpiter i Saturn.¹⁷⁹

Òbviamment, fins aquí, Newton no fa altra cosa que reafirmar la tercera llei de Kepler i, a partir d'aquesta i de la llei de la força centrífuga de Huygens, que ell ha aconseguit per la seva banda, demostra que la força centrípeta ha de disminuir amb el quadrat de la distància, $F_c=1/R^2$. És a dir que, fins al final del teorema segon, el que ha fet Newton ha estat posar en ordre preceptes fonamentals, acceptant que el moviment dels cossos celestes sobre un centre solar pot explicar-se amb suficiència combinant una força centrípeta i el principi d'inèrcia –és a dir, la tesi de Hooke- i deduint a partir d'aquí, matemàticament, l'abast de la força centrípeta. Com ja sabem, aquestes deduccions no tenen gran cosa d'original, atès que, com hem pogut resseguit anteriorment, ja havien estat a l'abast de la majoria de físics de l'època. Si el *De motu* hagués acabat aquí, no hauria impressionat gens Halley. No l'hauria impressionat gens perquè totes aquestes deduccions, que ja altres havien fet, fan *exclusivament* referència a *òrbites circulars*, a circumferències, tal i com queda explícit a les seves deduccions. El que Halley i els seus amics Wren i Hooke volien sentir era que una força centrípeta que disminuís amb el quadrat de la distància podia assegurar una òrbita el·líptica. Que assegurava una òrbita circular ja ho sabien ells. Però com que les mesures de les posicions dels cossos planetaris descrivien corbes el·líptiques, no tenien la seguretat que la força centrípeta disminuís amb el quadrat de la distància. Tenien la seguretat que en un sistema ideal i matematitzat sobre el paper, *i que fos circular*, la força centrípeta havia de disminuir amb el quadrat de la distància, però això no és el que passava a la naturalesa constatable, entesa com a sistema físic no ideal.

S'ha fet inevitable traure de nou del calaix aquestes últimes consideracions per tal de poder, ara sí, contextualitzar-les en el contingut acurat i precís del *De motu*. En aquest sentit, l'estructura de l'opuscle és una bona metàfora del recorregut intel·lectual de l'estat de la física al segle dissetè. Malgrat que fos necessari incloure'n els preceptes pertinents, Newton, fins al final del Teorema 2, avança amb precisió però amb certa pressa, atès que sap ben bé que el que hi ha escrit no aporta gairebé avenços a la física coneguda o, com a mínim, sap que són pensaments que no li són estrictament del tot propis o que estaven a l'aire de l'ambient intel·lectual, tot i que ell s'esforçarà a polir-ne el contingut per tal de fer-lo més acurat. Newton sap que els grans avenços començaran amb el Teorema 3; i sap que, quan Halley rebi l'opuscle, serà a partir d'aquí que es quedarà bocabadat.

§ 4.4 El que va sorprendre Halley del *De motu*

Llavors, Newton enceta el *Teorema 3* deixant enrere el pressupòsit d'una òrbita circular i introdueix la figura el·líptica. Cohen titlla de «highly original» la mesura que fa Newton de la força centrípeta quan diu que «Si corpus P [vegi's la Figura 12, esquerra] circa centrum S gyrando describat lineam quamvis curvam APQ; et si tangat

¹⁷⁹ «Casus Corolarii quinti obtinet in corporibus coelestibus. Quadrata temporum periodicorum sunt ut cubi distantiarum a communi centro circum quod volvuntur. Id obtinere in Planetis majoribus circa Solem gyrationibus inque minoribus circa Iovem et Saturnum iam statuunt Astronomi». A més, als *Principia*, Newton afegeix a l'escoli que Wren, Halley i Hooke ja havien observat aquestes proporcions.

recta PR curvam illam in puncto quovis P, et ad tangentem ab alio quovis puncto Q agatur QR distantiae SP parallela, ac demittatur QT perpendicularis ad distantiam SP; dico quod vis centripeta sit reciproce ut solidum $(SP^2 * QT^2)/QR$, si modo solidi illius ea semper sumatur quantitas, ubi coeunt puncta P et Q». ¹⁸⁰

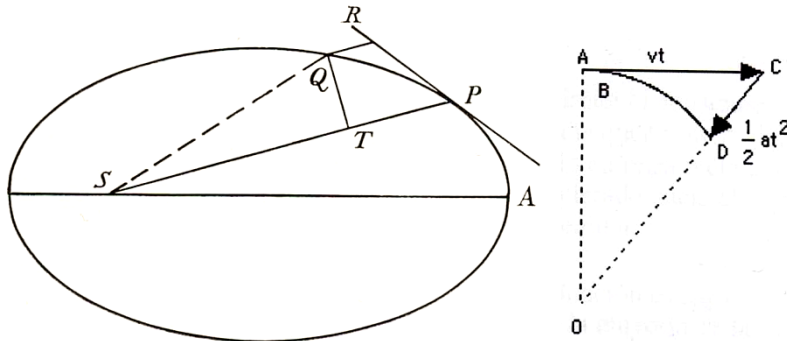


Figura 12

En efecte, la força centrípeta f_{sp} actuant sobre l'arc indefinidament petit PQ en un temps indefinidament petit dt , produeix una desviació total RQ de la trajectòria inercial PR –és a dir, la tangent a l'òrbita en el punt P- i, un cop dibuixat QT perpendicularment a SP, llavors $RQ = \frac{1}{2}f_{sp}dt^2$.¹⁸¹ Com que el temps indefinidament petit dt de P fins a Q és proporcional al sector SPQ, aleshores $dt = \frac{1}{2}SP*QT$ i, per tant doncs, $dt^2 = \frac{1}{4}SP^2*QT^2$, o $dt^2 \propto SP^2*QT^2$, atès que a nivells tan minúsculs $\frac{1}{4}$ pot ser menyspreat. Si substituïm $dt^2 \propto SP^2*QT^2$ a $RQ = \frac{1}{2}f_{sp}dt^2$ –menyspreant també $\frac{1}{2}$ -aleshores queda clar que $RQ \propto f_{sp}*SP^2*QT^2$, i per tant: $f_{sp} \propto RQ/(SP^2*QT^2)$, una quantitat que acabarà sent exacta ($f_{sp} = RQ/(SP^2*QT^2)$) quan, com diu Newton, P i Q coincideixin en el límit. En definitiva, és una nova manera de poder quantificar la força centrípeta en una òrbita el·líptica.

Aqueix tercer teorema, Newton l'enunciarà més endavant als *Principia* en la Proposició 6 i el demostrarà mitjançant cinc corol·laris. Al *De motu*, en canvi, Newton afegeix a aquest teorema un corol·lari, i només un, però molt clar: si es dóna qualsevol figura orbital i es dóna un punt en ella sobre el qual recau tota la força centrípeta, llavors es pot trobar quina llei de força centrípeta fa que el cos orbiti seguint el perímetre de l'esmentada figura. La raó $(SP^2 * QT^2)/QR$ proporcional a aquesta força és clarament calculable. I afegeix que, puix que ja es pot calcular la força centrípeta de qualsevol figura orbital, aleshores, aportarà alguns exemples

¹⁸⁰ Vegi's 162. [«Si el cos P [vegi's la Figura 12, esquerra] que orbita al voltant del centre focal S descriu una línia corba APQ; si la línia recta PR toca a la corba en un determinat punt P; si d'un altre punt qualsevol Q de la corba es dibuixa la línia QR fins a la tangent de tal manera que QR sigui paral·lela a SP; i si s'afegeix el segment QT de tal manera que sigui perpendicular a SP; aleshores la força centrífuga serà inversament proporcional a la raó $(SP^2 * QT^2)/QR$, sota condició que aquesta quantitat es prengui com la resultant al límit quan els punts P i Q coincideixen»].

¹⁸¹ Tal quantitat es fonamenta en el teorema de Pitàgores. Considerem la trajectòria circular AD d'un cos orbitant respecte a un centre de força O (vegi's Figura 12, dreta). Si el cos hagués seguit el seu moviment inercial hauria recorregut AC. L'espai recorregut hauria estat $AC=vt$. Així doncs, els dos catets són $OA=R$, i $AC=vt$, i la hipotenusa és $OC=R+x$, sent $x=CD$. Per Pitàgores: $(R+x)^2=R^2+v^2t^2$; d'on: $R^2+2Rx+x^2=R^2+v^2t^2$; que queda: $v^2t^2=2Rx+x^2$. Si l'interval de temps t és molt petit, x és molt més petita que 2R i pot menysprear-se; d'on $v^2t^2=2Rx$, i si x és aclarida, aleshores $x=\frac{1}{2}(v^2/R)t^2$. Com que v^2/R és l'acceleració centrípeta a, aleshores $x=CD=\frac{1}{2}at^2$.

d'aquesta asseveració en diversos «problemes» que resoldrà a continuació.¹⁸² I acabat aquest corol·lari laconic –que als *Principia* es converteix en tres–, Newton ataca els tres primers «problemata» del *De motu* basant-se en el resultat que ha aconseguit en aquest tercer teorema.

Els tres exemples aplicats al Teorema 3 que mostren els tres «problemata» prenen tres situacions distintes, a saber: 1) el cas d'una òrbita circular en què el centre d'atracció es troba en algun punt de la pròpia circumferència i no pas en el centre radial –*Problema 1*; inexistent als *Principia*, on, en canvi, assumeix a la Prop. 7 el cas particular on el centre d'atracció esdevé un punt qualsevol intern als límits de la circumferència; 2) el cas d'una òrbita el·líptica equiangular en què el centre d'atracció coincideix amb el centre de la pròpia el·lipse –*Problema 2*; als *Principia* desenvolupat a la Prop. 10; i 3) el cas d'una altra òrbita el·líptica el centre d'atracció de la qual es troba ara en un dels seus focus –*Problema 3*; als *Principia* a la Prop. 11. Al *De motu* es troben a faltar els problemes que Newton ataca als *Principia* a les Proposicions 8 i 9, on suposa el curiós cas que el centre d'atracció sigui tan llunyà a la pròpia òrbita que hom pot considerar a efectes pràctics que les línies que uneixen aquest centre amb qualsevol punt de l'òrbita es poden prendre com a paral·leles. Com diem, Newton no pren en consideració aquests casos en el *De motu* i, per tant, és de suposar que fou una línia de pensament posterior en l'afany de reunir tots els casos possibles. En tot cas, els tres «problemata» que Newton desenvolupa al *De motu* tenen per objectiu calcular la força centrípeta en tres situacions distintes, seguint sempre, insistim, les conclusions a què ha arribat en el tercer teorema.

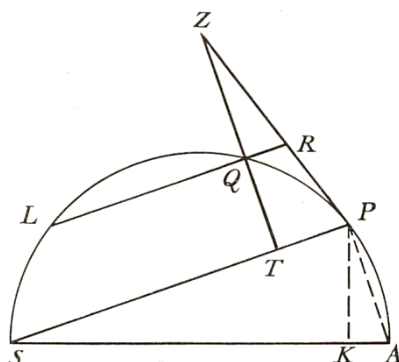


Figura 13

L'asseveració amb què enceta el *Problema 1* és, com sempre, ben transparent: «Gyrat corpus in circumferentia circuli; requiritur lex vis centripetae tendentis ad punctum aliquod in circumferentia». «Sigui un cos que orbita sobre la circumferència d'un cercle i que la llei de la força centrípeta recaigui sobre qualsevol punt de la circumferència» (vegi's Figura 13). És curiós, com el lector potser ja ha considerat, que Newton torni a tractar amb òrbites circulars quan en el Teorema 3 ja ha començat a treballar amb òrbites el·líptiques. S'entén, tanmateix, que el retorn a l'estructura circular té un caràcter merament instrumental, en el sentit que pretén ser exclusivament una mostra de com l'aplicació de l'aparell conceptual del Teorema 3 pot dur a distintes quantificacions de la força centrípeta segons siguin la figura recorreguda pel mòbil i el centre d'atracció.

¹⁸² «Hinc si detur figura quaevis, et in ea punctum ad quod vis centripeta dirigitur, invenire potest lex vis centripetae, quae corpus in figura illius perimetro gyrare faciet. Nimirum computandum est solidum $(SP^2 * QT^2)/QR$ huic vi reciproce proportionale. Eius rei dabimus exempla in Problematis sequentibus».

En tot cas, seguint els arguments geomètrics del tercer teorema, arriba a la conclusió que si en una trajectòria circular el centre d'atracció S es troba en algun punt de la pròpia circumferència, aleshores la força centrípeta sobre el mòbil en el punt P ha de ser inversament proporcional a la raó entre la cinquena potència de SP i el quadrat de SA: SP^5/SA^2 . «Ergo vis centripeta reciproce est ut SP^5/SA^2 , id est (ob datum SA^2) ut quadrato-cubus distantiae SP. Quod erat inveniendum». Afegeix a aquest primer problema un petit i curiós escoli, que desapareix del tot als *Principia*, on afirma que si el cos P girés fins a coincidir amb el centre S, el cos no seguiria la seva òrbita circular sinó que prendria el camí de la tangent.¹⁸³

Com hem dit, Newton no il·lustra el mateix plantejament als *Principia*, puix que a la Proposició 7, que en principi correspondria als continguts del Problema 1, suposa com a centre puntual de la força centrípeta *un punt qualsevol* intern a la pròpia circumferència –amb la condició implícita que no pertanyi al segment de l'eix major– en lloc d'un punt del perímetre del cercle. L'enunciat de la Prop. 7 ho manifesta amb claredat: «Gyretur corpus in circumferentia circuli, requiritur lex vis centripetae tendentis ad punctum quodcunque datum». «Si un cos gira en la circumferència d'un cercle, trobi's la llei de la força centrípeta que tendeix a un punt donat qualsevol». En aquest cas, el desenvolupament geomètric de la qüestió el duu a trobar una força centrípeta inversa com el producte del quadrat del radi vector SP i el cub del segment que uneix el mòbil amb l'extrem oposat de l'eix major VP, dividit tot pel quadrat del diàmetre que és l'eix major AV, és a dir: $(SP^2 \cdot VP^3)/AV^2$.

Al *Problema 2*, en canvi, s'abandona definitivament la consideració de l'òrbita circular i Newton s'endinsa en l'anàlisi quantitatiu de la força centrípeta en el cas d'una òrbita el·líptica equiangular, és a dir: es contempla el moviment el·líptic d'un mòbil al voltant d'un centre exacte C (vegi's Figura 14) que proporciona dos radis iguals. «Gyrat corpus in ellipse veterum: requiritur lex vis centripetae tendentis ad centrum ellipseos». Prenent CA i CB com a semieixos de l'el·lipse, GP i DK com a diàmetres conjugats, PF i Qt com a segments perpendiculars als diàmetres conjugats, i seguint l'esquema general de càlcul geomètric exposat al Teorema 3, Newton arriba a la conclusió que la força centrípeta és inversament proporcional en la quantitat $(2BC^2 \cdot CA^2)/PC$; i puix que $2BC^2 \cdot CA^2$ és una quantitat que ja ve donada perquè es coneixen els semieixos, pot dir-se aleshores que la força centrípeta és inversament proporcional al radi vector PC. En termes més generals, per tant, s'afirma que en el

¹⁸³ Es tracta, certament, d'un escoli controvertit i interessant alhora. De fet, tal i com es presenta, aquest *Problema 1* no tracta d'un cos que *orbita* al voltant d'un centre de forces, sinó més aviat d'un mòbil que *cau* sobre un centre d'atracció seguint una paràbola circular. En una situació així, el mòbil no trobaria una situació d'equilibri que li permetés seguir la seva òrbita circular indefinidament. Més aviat sembla que el cas donat al *Problema 1* abordaria algun moment especial de la figura espiral. Podem entendre l'espiral com l'òrbita descendent d'un cos cap a un centre o com la sortida d'un cos des d'un centre del que s'allunya seguint la figura espiral. D'aquesta manera, Newton entén que el moment en què el cos P coincideix amb el centre S, o bé és el moment final d'una caiguda en espiral o bé el *principi* d'una possible espiral futura. En tot cas, en aquest moment, es prengui com es prengui, no existeix cap tangent possible perquè no hi ha trajectòria. L'escoli diu: «Caeterum in hoc casu et similibus concipiendum est quod postquam corpus pervenit ad centrum S, id non amplius redibit in orbem sed abibit in tangente. In spirali quae secat radios omnes in dato angulo vis centripeta tendens ad spiralis principium est in ratione triplicata distantiae reciproce, sed in principio illo recta nulla positione determinata spiralem tangit». [«En aquest i altres casos similars és de suposar que després que el cos arribi a S no tornarà de nou a la seva òrbita sinó que seguirà per la tangent. En una espiral que talli tots els seus radis en un angle donat, la força centrípeta dirigida al *principi* (l'ull) de l'espiral és inversament proporcional al cub de la distància, però en el seu principi mateix no hi ha cap recta de determinada posició que toqui l'espiral. Donada aquesta dificultat teòrica a la seva època, no és estrany que Newton eliminés l'escoli en la redacció dels *Principia*.

cas d'una el·lipse equiangular la força centrípeta és $F_c=1/R$. Així doncs, com afirma a un primer corol·lari que afegeix als *Principia*, la força serà com la distància del cos al centre de l'el·lipse; o a l'inrevés, si la força és com la distància, el cos girarà en una el·lipse que té el seu centre en el centre de forces.¹⁸⁴

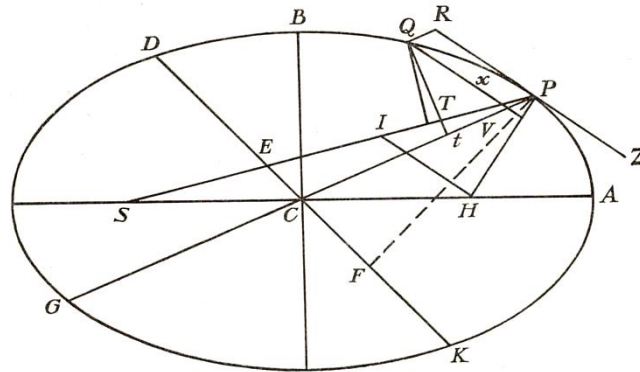


Figura 14

És possible que Halley hagués arribat a aquesta part de la lectura del *De motu* amb les cel·les ben arquejades. Però quan deuria endinsar-se en el *Problema 3*, els ulls li deurien sortir segurament de les seves conques i, probablement, el cor li va fer alguna petita cabriola. Impacient degut a la precisa exposició de Newton, Halley veu, per fi, el que volia veure. Efectivament, el *Problema 3* és el punt àlgid de tot el *De motu* i, de fet, desenvolupa allò que es volia demostrar des que Halley, Wren i Hooke fessin les seves apostes el 24 de gener de 1684. El *Problema 3* considerava el cas d'un mòbil que gira en forma el·líptica al voltant d'un centre de força situat en un dels focus S de l'el·lipse (vegi's, de nou, Figura 14). «Gyrat corpus in ellipsi: requiritur lex vis centripetae tendentis ad umbilicum ellipseos». Una situació que, òbviament, representa la primera de les lleis de Kepler.

Ara, tot l'argument de Newton mereix una especial atenció. Suposem S com a focus superior de l'el·lipse. Traci's SP –sent P, òbviament la posició del mòbil- tallant el diàmetre DK de l'el·lipse pel punt E. Es fa evident que EP és igual al semieix major AC per tal com un cop traçada la línia HI des de l'altre focus H, paral·lela a EC, resulta que, com que CS i CH són iguals, aleshores també són iguals ES i EI; de manera que EP és la semisuma de PS i PI, o també –per ser paral·leles HI i PR, i iguals els angles IPR i HPZ- pot considerar-se la semisuma de PS i PH que, conjuntament, sumen tot l'eix 2AC.¹⁸⁵ A partir d'aquí, traci's la perpendicular QT sobre SP. I anomenant L al «latus

¹⁸⁴ Als *Principia*, Newton afegeix encara un segon corol·lari a aquest *Problema 2* desenvolupat a la Proposició 10 com a *Problema 5*. Afirma que també seran iguals els temps periòdics de les revolucions efectuades al voltant del mateix centre en totes les el·lipses. Els temps mencionats seran iguals en el·lipses semblants –fent referència, per a justificar-ho als Corol·laris 3 i 8 de la Proposició 4; en canvi, en les el·lipses que tinguin l'eix major en comú estan entre si directament com l'àrea total de les el·lipses i inversament com les parts d'àrea descrites en el mateix temps; és a dir, directament com els seus eixos menors i inversament com les velocitats dels cossos en els eixos principals; o el que ve a ser el mateix: directament com els eixos menors i inversament com les ordenades al mateix punt de l'eix comú. En conseqüència –per la igualtat de les raons directes i inverses- en raó d'igualtat. També afegeix un escoli que tracta d'el·lipses que s'allunyen infinitament del seu centre, o sigui, paràboles.

¹⁸⁵ «Esto ellipseos superioris umbilicus S, agatur SP secans ellipseos diametrum DK in E. Patet EP aequalem ese semiaxi majori AC, eo quod, acta ab altero ellipseos umbilico H linea HI, ipsi EC parallela, ob aequales CS, CH aequentur ES, EI, adeo ut EP semisumma sit ipsarum PS, PI, sc. ipsarum PS, PH quae conjunctim totum axem 2AC adaequant».

rectum» de l'el·lipse –o sigui: $2BC^2/AC$ –, aleshores $L*QR$ serà a $L*PV$ com QR és a PV , o sigui, com EP (o AC) és a PC . I $L*PV$ serà a $GV*PV$ com L a GV . I $GV*PV$ serà a QV^2 com PC^2 és a CD^2 .¹⁸⁶ I [quan Q i P coincideixin]¹⁸⁷, QV^2 serà igual a QX^2 , entengui's com si M fos a N . I QX^2 [o QV^2] serà a QT^2 com EP^2 és a PF^2 , és a dir, com CA^2 és a PF^2 o també com CD^2 és a CB^2 .¹⁸⁸

I prenent totes aquestes raons conjuntament, llavors $(L*QR)/QT^2$ serà igual a $(AC/PC) * (L/GV) * (CP^2/CD^2) * (M/N) * (CD^2/CB^2)$, la qual cosa és doncs equiparable a $(AC*L [o bé $2BC^2$]/PC*GV) * (CP^2/CB^2) * (M/N)$ o bé com $(2PC/GV) * (M/N)$; llavors, quan els punts Q i P coincideixin, les raons $2PC/GV$ i M/N seran iguals a la unitat, ja que $2PC$ serà igual a GV i M serà igual a N , d'on s'extrau que $L*QR$ i QT^2 també seran iguals per ser-ne proporcionals. Si multipliquem ambdues parts de la igualtat $L*QR=QT^2$ per SP^2/QR , aleshores ens adonarem que la força centrípeta –que pel Teorema 3 ha de ser $(SP^2 * QT^2)/QR$ – és igual a $L*SP^2$, de manera que ja es pot dir que *la força centrípeta és inversament proporcional a $L*SP^2$* , o si es vol, *inversament proporcional al quadrat de la distància*, puix que la distància és SP .¹⁸⁹

L'argument no deixa de tenir certa complexitat. Se'n podria fer una anàlisi més pregona¹⁹⁰ en la mesura que Newton passa per alt algunes justificacions que hauria considerat ben innecessàries i amb el benentès que nosaltres ens limitem només a exposar l'argument tal i com el mateix Newton ens el mostra. Malgrat algunes petites diferències expositives, la deducció de Newton és ben similar en totes les versions del *De motu* que han sobreviscut i no difereix gairebé gens de la redacció definitiva que es troba als *Principia*. Aquesta redacció definitiva dels *Principia* (Secció 3, Prop. 11) elimina algun element que podria ser causa d'alguna confusió pertorbadora i apareix amb l'ànim de ser clara i transparent fins al punt de poder dir que és la redacció que Newton creuria ideal.

No sabem si l'aposta de Wren era extensiva a qualsevol que fos capaç d'aportar una resolució matemàtica al problema i, per tant, no sabem si Newton va acabar enduent-se el llibre valorat en 40 xílins que Wren va posar com a premi. Però, fos com fos, la solució era correcta. Cohen resumeix molt bé la fita aconseguida per sir Isaac: «Newton is led to the principal fruit of the exercise set by Halley: the derivation of the 'law of centripetal force directed to a focus of an ellipse' (*De motu*, Probl. 3; *Principia*, Prop. 11). It is shown that this force is 'inversely as the square of the distance'. As was the case for the area law and the harmonic law, Newton has transformed Kepler's kinematic or observational rule into a causal principle about the

¹⁸⁶ Entenem per «latus rectum» el segment de recta que passa perpendicular als focus de l'eix major de l'el·lipse i que té per extrems els punts de l'el·lipse que passen pel segment. La longitud del «latus rectum» és coneguda com «amplada focal». En efecte, matemàticament correspon en una el·lipse al doble del quadrat del semieix menor dividit pel semieix major. Sovint se'l caracteritza com a L .

¹⁸⁷ Inserim als claudàtors petits afegitons que apareixen a la versió definitiva dels *Principia*.

¹⁸⁸ «Ad SP demittatur perpendicularis QT , et ellipseos latero recto principali (seu $2BC^2/AC$) dicto L , erit $L*QR$ ad $L*PV$, sicut QR ad PV ; id est ut EP seu AC , ad PC . Et $L*PV$ ad $GV*PV$, ut L ad GV . Et GV et PV ad QV^2 , sicut PC^2 ad CD^2 . Et [punctis Q et P coeuntibus] QV^2 ad QX^2 fiat ut M ad N . Et QX^2 [seu QV^2] est ad QT^2 , sicut EP^2 ad PF^2 ; id est ut CA^2 ad PF^2 sive CD^2 ad CB^2 ».

¹⁸⁹ «Et conjunctis his omnibus rationibus erit $(L*QR)/QT^2$ aequalis $(AC/PC) * (L/GV) * (CP^2/CD^2) * (M/N) * (CD^2/CB^2)$, id est ut $(AC*L [seu $2BC^2$]/PC et $GV) * (CP^2/CB^2) * (M/N)$ sive ut $(2PC/GV) * (M/N)$; sed punctis Q et P coeuntibus rationes $2PC/GV$ et M/N fiunt aequalitatis; ergo et ex his composita ratio $L*QR/QT^2$. Ducatur pars utraque in SP^2/QR et fiet $(SP^2 * QT^2)/QR [=L*SP^2]$. Ergo vis centripeta reciproce est ut $L*SP^2$, id est in ratione duplicata distantiae. Quod erat inveniendum».$

¹⁹⁰ Una bona anàlisi d'aquests principis matemàtics es troba a l'article de DEREK T. WHITESIDE, *The Mathematical Principles Underlying Newton's Principia Mathematica*, Journal for the History of Astronomy, Vol. 1, pp. 116-138, Science History Publications, 1970.

forces in planetary motion»¹⁹¹. Efectivament, Newton dóna, per fi, una explicació causal a les lleis de Kepler que havien estat elaborades a partir d'interminables hores d'observació. Aquest salt a un tercer nivell de concreció en l'afer planetari queda perfectament descrit a l'únic escoli que Newton afegeix al Problema 3 del *De motu*: «Gyrant ergo planetae majores in ellipsis habentibus umbilicum in centro solis; et radiis ad solem ductis, describunt areas temporibus proportionales, omnino ut supposuit Keplerus»¹⁹². Als *Principia*, aquest escoli no apareix. La causa d'aquesta absència és que Newton ja s'havia adonat que, en realitat, aital descripció només seria vàlida en un sistema que tan sols inclogués un Sol immòbil i un únic planeta en òrbita el·líptica. Com que a nivell físic això no ocorre pas –degut a les pertorbacions gravitatòries mútues de tots els planetes del sistema– podria dir-se que, estrictament, tal i com està enunciat, l'escoli és fals o, com a mínim, inexacte. Però en tot cas, al *De motu*, la voluntat de Newton és clara: es mostra la primera satisfacció d'haver trobat una regla matemàtica aplicable causalment al moviment planetari.

De motu no acaba amb el Problema 3. Immediatament, Newton redacta un últim *Teorema 4* –que correspon a la Prop. 15 als *Principia*– que està íntimament lligat amb la tercera llei de Kepler. El Teorema 4 parteix de la base que si la força que exerceix un centre de forces és inversament proporcional al quadrat del radi vector, és a dir, la distància, aleshores se'n segueixen dos conseqüències essencials: 1) que el quadrat dels temps periòdics, tant en cercles com en el·lipses, serà directament proporcional als cubs dels eixos transversals o majors ($T^2=AB^3$)¹⁹³ o, el que és el mateix –tal i com ho enuncia als *Principia* (Prop. 15)–, els temps periòdics són proporcionals als eixos majors elevats a la potència sesquialtera 3/2 ($T=AB^{3/2}$); i 2) que les revolucions completes a les el·lipses es duren a terme en el mateix temps que en els cercles que tinguin el mateix diàmetre que els eixos majors de les el·lipses.¹⁹⁴

Analitzant de nou una figura a nivell geomètric, Newton executa la demostració d'ambdues afirmacions. En el *De motu*, Newton les afirma conjuntament durant l'exposició demostrativa, mentre que als *Principia* la segona de les afirmacions ve redactada en un corol·lari posterior al teorema. Al *De motu*, però, afegeix un escoli relativament extens –inexistent de nou als *Principia*– on Newton es fa ressò de com el Teorema 4 ha de permetre, doncs, determinar les el·lipses planetàries mitjançant alguns mètodes indirectes que Herivel confessa no haver pogut efectuar¹⁹⁵: «Hinc in systemate coelesti ex temporibus periodicis planetarum innotescunt proportionales transversorum axium orbitarum. Axem unum licebit assumere. Inde dabuntur

¹⁹¹ I.B. COHEN, *The newtonian Revolution*, p. 260, Cambridge University Press, 1980. [«Newton assoleix el fruit principal de l'exercici que li havia plantejat Halley: la derivació de la 'llei de la força centrípeta dirigida cap a un dels focus de l'el·lipse' (*De motu*, Probl. 3; *Principia*, Prop. 11). Es mostra que aquesta força és 'inversament com el quadrat de la distància'. Com ocorria amb la llei d'àrees i la llei harmònica, Newton transforma la regla cinemàtica o observacional de Kepler en un principi causal sobre les forces en el moviment planetari»].

¹⁹² Vegi's 162. [«Per tant, els planetes majors giren seguint la forma el·líptica al voltant d'un focus al centre del Sol, i, mitjançant radis traçats al Sol descriuen àrees proporcionals al temps, tal i com Kepler havia suposat»].

¹⁹³ «Posito quod vis centripeta sit reciproce proportionalis quadrato distantiae a centro, quadrata temporum periodicorum in ellipsis sunt ut cubi transversorum axium». I als *Principia* (Prop. 15): «Iisdem positis, dico quod tempora periodica in ellipsis sunt in ratione sesquuplicata maiorum axium».

¹⁹⁴ *De motu*: «Revoluciones igitur eodem tempore in ellipsis perficiuntur ac in circulis quorum diametri sunt axibus transversis ellipseon aequales». I als *Principia*, al corol·lari: «Sunt igitur tempora periodica in ellipsis eadem ac in circulis, quorum diametri aequantur maioribus axibus ellipseon».

¹⁹⁵ J. HERIVEL, *The Background to Newton's Principia*, p. 291, nota 26 a la traducció anglesa (p.285) que fa de la versió B (p. 265): *Cap X: The Tract De Motu*, Oxford at the Clarendon Press, 1965.

caeteri. Datis autem axibus determinabuntur orbitae in hunc modum»¹⁹⁶. I aleshores comença a aportar un seguit de mecanismes pels quals poder calcular, d'una banda, les òrbites de la Terra, Mart, Júpiter i Saturn, i mitjançant un nou mètode de l'altra, les òrbites de Venus i Mercuri. Evidentment, que aquest escoli no estigui present als *Principia* té la mateixa causa que l'absència de l'escoli del Problema 3, a saber: Newton ha descobert que, en el pla físic de la realitat, l'existència efectiva de masses i perturbacions no deixa aplicar aquestes formulacions ideals.

D'ençà aquest punt fins al final del *De motu*, Newton encara planteja quatre últims «problemata». Els Problemes 4 i 5, com ja s'ha introduït al Teorema 4, són exercicis que assumeixen en el seu propi plantejament l'existència d'una força centrípeta dirigida cap a un centre focal que disminueix amb el quadrat dels radis majors, o el que és el mateix, de la distància. En canvi, els Problemes 6 i 7, que clouen el *De motu*, són, en el context global de l'opuscle, bastant particulars en la mesura que Newton introdueix a l'anàlisi del sistema un component que fins ara no s'havia tingut pas en compte: l'existència d'un *medi que ofereixi resistència al moviment*. En efecte, com Newton ja deixava clar a la primera de les seves «hypotheses», tot el *De motu* estava tractat sota la premissa de la inexistència de cap mena de resistència al mòbil en el seu recorregut orbital, la qual cosa encara dona una idea més clara de la idealitat matemàtica del sistema; ens avisava, no obstant això, que les dues últimes proposicions, és a dir, els *Problemata* 6 i 7, no seguirien aquesta assumpció.

El *Problema 4* –corresponent a la Prop. 17 dels *Principia*– pretén determinar el recorregut orbital d'un mòbil des d'un punt qualsevol de l'el·lipse, sent donades la seva velocitat i la seva direcció i, com sabem, assumint que està sotmès a una força centrípeta que disminueix amb el quadrat de la distància. En realitat, ara ja no es tracta de demostrar que donat el recorregut el·líptic d'un mòbil ha d'existir una força inversament proporcional al quadrat de la distància, sinó que donada una força així el mòbil haurà de recórrer una línia el·líptica. «Posito quod vis centripeta sit reciproce proportionalis quadrato distantiae a centro, et cognita vis illius quantitate: requiritur ellipsis quam corpus describet de loco dato cum data celeritate secundum datam rectam emissum».¹⁹⁷ Havent fet els càlculs pertinents, Newton afegeix que si la velocitat del mòbil és suficientment alta, el seu recorregut orbital deixarà de ser una el·lipse per a convertir-se en una paràbola o una hipèrbola. Newton troba que en cert valor del «latus rectum» l'el·lipse s'acabarà convertint en una paràbola: «Nimirum si tanta est corporis celeritas ut sit latus rectum L aequale $2SP+2KP$, figura erit parabola»; i que si aquest valor es traspasa a una alta velocitat, el mòbil operarà en un recorregut hiperbòlic: «Sin corpus maiori adhuc celeritate emittitur movebitur id in hyperbola». Hi ha, tanmateix, una diferència prou significativa que pot passar desapercibuda entre l'enunciació que fa al *De motu* i la que fa als *Principia*. Al *De motu*, Newton planteja la qüestió afirmant que el que busca és el recorregut el·líptic –«requiritur ellipsis»–, mentre que als *Principia* deixa clar que el que busca és la corba resultant –«requiritur linea»– sense fer referència explícita a l'el·lipse. Al *De motu*, els

¹⁹⁶ Vegi's 162. [«Per tant, pel que fa al sistema celestial, es poden conèixer les proporcions dels eixos majors de les òrbites a partir dels temps periòdics dels planetes. Es permet assumir la magnitud d'un eix major. Aleshores els altres vindran donats. Però si els eixos majors venen donats les òrbites podran determinar-se d'aquesta manera»].

¹⁹⁷ Vegi's 162. [«Suposant que la força centrípeta és inversament proporcional al quadrat de la distància, i coneixent-ne la seva magnitud, es requereix trobar l'el·lipse que descriuria un cos a partir de cert punt si venen donades la seva velocitat i la seva direcció»]. A la Prop. 17 dels *Principia*, l'enunciat no és massa diferent: «Posito quod vis centripeta sit reciproce proportionalis quadrato distantiae locorum a centro, et quod vis illius quantitas absoluta sit cognita, requiritur linea, quam corpus describit de loco dato cum data velocitate secundum datam rectam egrediens».

casos de la paràbola i de la hipèrbola només són un comentari adjacent a les demostracions, mentre que als *Principia* queden inclosos en el propi enunciat. Això demostra que Newton, al *De motu*, no té altre objectiu que satisfer les demandes de Halley, que anaven orientades a demostrar que una força centrípeta inversament proporcional al quadrat de la distància duu el mòbil al llarg d'una corba el·líptica. Als *Principia* supera aquesta limitació transitòria. Cohen, de nou, ho deixa ben clar:

«In the *Principia*, however, what is required is to find the orbit in general, the curved line of the projected body's path. The resulting possible trajectory is shown to be an ellipse, a parabola, or a hyperbola, depending on the initial conditions of velocity. This end result does not appear in *De motu*, but only as a kind of afterthought or addendum to a problem expressly stated for ellipses».¹⁹⁸

A la Prop. 17, els *Principia* afegeixen quatre corol·laris i un escoli; malgrat tot, cap d'ells –almenys de forma explícita– fa referència al contingut de l'únic escoli que Newton afegeix al Problema 4 del *De motu*. En aquest únic escoli, Newton s'afanya a observar que amb els càlculs que ofereix el Problema 4 serà possible definir l'òrbita dels cometes i llurs temps periòdics; i encara més: comparant les magnituds orbitals, excentricitats, afelis i les inclinacions respecte al pla de l'eclíptica es podrà saber si el mateix cometa torna i retorna sempre en el nostre cel. «Iam vero, beneficio huius problematis soluti, cometarum orbitas definire concessum est, et inde revolutionum tempora, et ex orbitalium magnitudine, excentricitate, apheliis, inclinationibus ad planum eclipticae et nodis inter se collatis cognoscere an idem cometa ad nos saepius redeat». L'aparició de corbes parabòliques i hiperbòliques –i la possibilitat d'el·lipses immenses– duu Newton a repensar el problema cometari.

El *Problema 5* aborda la tasca de determinar els espais que, en temps donats, recorre un cos caient en línia recta sobre un centre d'atracció que emet una força centrípeta que disminueix amb el quadrat de la distància. «Posito quod vis centripeta sit reciproce proportionalis quadrato distantiae a centro spatia definire quae corpus recta cadendo datis temporibus describit». Aquesta qüestió, Newton la tracta als *Principia* a la Prop. 32, a la Secció 7, dedicada a l'ascens i el descens rectilini dels cossos. L'anàlisi se centra en el cas general d'un cos que no caigui de forma perpendicular cap al centre gravitatori –«Si corpus non cadit perpendiculariter»–, de manera que, com queda ben explicitat a l'únic escoli que acompanya el problema, el cas tractat seria aplicable a la definició dels moviments del projectils en el nostre entorn, suposant, és clar, que no hi hagués cap mena de resistència atmosfèrica sobre el mòbil. «Priore problemate definiuntur motus proiectilium in aere nostro hacce motus gravium perpendiculariter cadentium, ex hypothesi quod gravitas reciproce proportionalis sit quadrato distantiae a centro terrae, quodque medium aeris nihil resistat». Aquesta referència pràctica als projectils que surt explícita al *De motu* no apareix pas a la Prop. 32 dels *Principia*. Una vegada més, es podria dir que es nota una certa precipitació de Newton al *De motu* a l'hora de tractar certs aspectes que necessitaven d'una millor anàlisi. Nogensmenys, és discutible que es tracti realment d'una precipitació: en les primeres redaccions alternatives del *De motu*, Newton no tenia pas la idea de considerar el petit opuscle com una obreta prèvia al gran tractat

¹⁹⁸ I.B. COHEN, *The newtonian Revolution*, p. 263, Cambridge University Press, 1980. [«No obstant això, als *Principia*, el que es demana és trobar en general l'òrbita, la línia corba de la trajectòria del cos projectat. Es mostra que la possible trajectòria resultant és una el·lipse, una paràbola o una hipèrbola, dependent de les condicions inicials de velocitat. Aquest resultat final no apareix al *De motu* més que com a una reflexió o afegit a un problema expressament enunciat per a el·lipses»].

que foren els *Principia*. Ja ha quedat clar que el sentit que va prendre el *De motu* a la ment de Newton no era altre que satisfer la demanda de Halley, centrada en el fet de relacionar l'òrbita el·líptica amb una força centrípeta que disminuís amb el quadrat de la distància. Àdhuc potser li va semblar que el *De motu*, en aquest sentit, cobria més del que era demandat. No va ser fins més tard quan Newton va adonar-se de totes les implicacions concretes que es podien derivar de les explicacions generals del *De motu* i, per tant, no fou fins més tard que va aparèixer al cap de Newton la ferma possibilitat d'escriure els *Principia*. Aquesta nova redacció –pel fet de ser molt més detallada i extensa– requeria d'una altra estructura i, per tant, no són d'estranyar aquestes absències de continguts en aquests llocs determinats. És per això que, estrictament, no és massa acurat parlar de precipitació.

Com a cloenda, l'últim gir que depara el *De motu* són els Problemes 6 i 7, on, com sabem, s'hi introdueix l'existència d'una resistència atmosfèrica i, ben mirat doncs, l'anàlisi pren un camí orientat a abandonar, ni que sigui poc significativament, aquest estatus d'idealitat que ha anat xopant tot l'opuscle. El *Problema 6* analitza el cas dels efectes que ha de produir una resistència uniforme al moviment inercial d'un cos en línia recta sense tenir en compte cap força centrípeta que el traguí de la trajectòria inercial. «Corporis sola vi insita per medium simile resistens delati motum definire». El *Problema 7*, en canvi, aborda els efectes combinats sobre un mòbil inercial de la resistència atmosfèrica i també de la força centrípeta en un medi que fos homogeni. «Posita uniformi vi centripeta, motum corporis in medio similari recta ascendentis ac descendentis definire». Aquestes qüestions –tractades també geomètricament i emprant construccions hiperbòliques– auguren ara estudis més avançats, i Newton les emplaça ja al Llibre II dels *Principia*, concretament, a les seves Prop. 2 i 3. Després d'afegir un llarg escoli al Problema 7 –dedicat també a l'estudi dels projectils– Newton clou l'opuscle sense oferir en el text cap mena de conclusió o paraules finals.

Capítol 5

LA LLEI DE GRAVITACIÓ UNIVERSAL

El complex procés que duu a la publicació definitiva dels Philosophiae naturalis principia mathematica se sustenta en dues novetats conceptuals del pensament de Newton que van esdevenir ítems fundacionals de la nova física: d'una banda, el descobriment de les atraccions mútues de cadascun dels cossos sobre tots els altres, basat en una ajustada lectura de la tercera llei del moviment; i de l'altra, la introducció al sistema de la noció de massa.

§ 5.1 «Eorum omnium actiones in se invicem»

El període de temps que va des del maig de 1684 –quan acceptem que Newton rep la visita de Halley per motiu de la seva consulta- fins al novembre de 1685, és un any i mig que, en termes generals, és confús, enfosquit i que presenta tot un seguit de desinformacions. El cert és que, després de la visita de Halley, Newton es va posar a treballar amb l'afany, el rigor i la concentració que el caracteritzaven; i que, comptat i debatut, al novembre de 1685 Newton ja havia enllestit un primer esborrany del que havien de ser els *Principia*. Aquest primer esborrany del novembre de 1685, unes deu vegades més extens que el *De motu* original, constava de dos llibres, el Llibre I (L1)¹⁹⁹, que dista relativament poc del que hauria de ser el primer llibre dels *Principia*, i un Llibre II (L2)²⁰⁰ sobre el sistema del món que més tard es convertiria en el llibre tercer dels *Principia*. A aquest primer esborrany dels *Principia* de 1685 Newton li va atorgar el títol de «De motu corporum».²⁰¹ En un any, allò que havia de ser un escairít opuscle per a Halley, es va anar convertint ràpidament en un projecte de més gran envergadura. Poc a poc, amb més o menys consciència, al llarg de tot l'any 1685, Newton va anar escrivint tot el gruix d'allò que acabaria esdevenint els *Principia mathematica philosophiae naturalis*.

El primer *De motu* era només un petit farcellet de planes on es donava resposta a la concreta consulta de Halley; l'esborrany dels *Principia* en dos llibres (L1, L2) de finals de 1685, *De motu corporum*, ja era un treball proper a la seva obra mestra i ple de grans i innovadors principis de dinàmica. És realment difícil saber quina va ser

¹⁹⁹ L1 és conegut sovint sota el nom de *Lectiones de motu* pel fet que Newton, com es veurà, en va lliurar unes quantes planes a la Biblioteca de la Universitat, emprades a les seves lliçons de 1684/1685.

²⁰⁰ L2 va ser publicat el 1728 després de la mort de Newton sota el títol *De mundi systemate*, ja que exposava el sistema del món seguint les proposicions que havien quedat demostrades a L1.

²⁰¹ De nou, aquest títol pot confondre's amb alguna versió del *De motu* original. Recordem les següents dades: el *De motu* que Paget va posar a mans de Halley el novembre de 1684 s'ha perdut; la versió I (o B o IXa) del *De motu* de la Portsmouth Collection duia per títol *De motu corporum in gyrum*; la versió II no duu cap títol; la versió III (o D o IXc) duu per títol *De motu sphaericorum corporum in fluidis*; la versió Xa, *De motu corporum in mediis regulariter cedentibus*. Només la versió Xb (o A), duria el mateix títol, *De motu corporum*. Nosaltres, a efectes de major claredat expositiva, anomenem *De motu* qualsevulla de les versions, mentre que els esborranys L1 i L2 de 1685 *De motu corporum*.

l'evolució exacta del pensament de Newton al llarg de tot aquest any i mig: què va passar pel cap de Newton durant aquest període de temps, d'una banda, i en quin ordre van anar evolucionant les seves deduccions, de l'altra, és una cosa força complexa de conèixer. Deixant ara a un costat totes les versions del *De motu* que s'han anat trobant a les distintes col·leccions i que a la seva època havien tingut un àmbit merament privat, el fet és que entre el maig de 1684 i el novembre de 1685 només sobresurten, a nivell públic, el document del *De motu* que Newton registraria a la Royal Society a finals de 1684 i un gruix de planes pertanyents al llibre primer de *De motu corporum* (L1) que va deixar a la Biblioteca de la Universitat de Cambridge a principis de la primavera de 1685 en qualitat de còpia de les seves lliçons magistrals i que són conegudes com les *Lectiones de motu*. A part d'això, res més. Qui vulgui resseguir el pensament de Newton al llarg d'aquest any i mig, tenint només en compte el que va fer-se públic, haurà d'atenir-se a aquests dos documents; qui intenti seguir-li les passes prenent en consideració els documents que van quedar en el seu àmbit privat, haurà d'afegir-hi els diferents esborranys, cada cop més complets, de les distintes versions del *De motu* que hem anat esgranant.

Els continguts de tots aquests documents privats i públics són, principalment, ulteriors desenvolupaments teòrics i matemàtics de tots els principis i idees que ja apareixien al *De motu* –que podríem considerar paradigmàtic i que hem analitzat en el capítol anterior. Tanmateix, el que és d'un interès majúscul és adonar-se que, entre el magma matemàtic de tots aquests documents diversos, Newton aportarà durant aquest període almenys un parell de noves idees que encara no tenien cabuda al *De motu* i que són d'una importància cabdal per a la gestació dels *Principia* en concret i de tota la física moderna en general. Aquestes dues afirmacions podrien passar desapercibudes en la consciència de qui ja coneix els mecanismes de la llei de la gravitació universal, però, de fet, llueixen com a dues grans perles dins de tot el conjunt de demostracions matemàtiques que trobem en aquests documents. D'una banda, 1) l'afirmació que *tots els planetes s'atrauen entre si seguint unes atraccions mútues*; i 2) el *descobriment del concepte de massa* inserit en el marc de la teoria gravitatòria. Són dos nous plantejaments als que, per suposat, ni Halley encara no havia tingut accés mitjançant l'esborrany que va rebre de Newton a mans de Paget, ni tampoc la comunitat científica per l'enregistrament del novembre de 1684. Fins a aquesta data, Newton encara no havia desenvolupat del tot adequadament aquestes conclusions, tot i que potser és possible que en tingués una punyent sospita.

Pot dir-se que, com veurem, aquestes dues idees estel·lars apareixen a la ment de Newton entre finals de 1684 i principis de 1685, tot i que no ens és gens clar el propi procés de creació ni com va ser capaç de deduir-les i integrar-les al corpus temàtic que l'ocupava. S'escau començar ara dirigint la mirada a l'espectacular i contundent afirmació que *tots els planetes s'atrauen entre si seguint unes atraccions mútues*. És palmari que els pensaments de Newton que van desembocar a les primeres versions del *De motu* –inclosa la registrada a la Royal Society al novembre de 1684- estan molt lluny d'afirmar alguna cosa d'aquesta mena. Com hem dit, aquestes versions responien més aviat a la petició concreta de Halley, és a dir, demostraven de manera fefaent la relació entre la llei de la inversa del quadrat de la distància i les òrbites el·líptiques. A tal efecte, el model que es presenta a les primeres versions del *De motu* sempre gira al voltant de la suposició implícita d'un «sistema monocentrípet de dos cossos Sol-planeta», on el centre del Sol és font de la força centrípeta i el planeta, totalment passiu, és l'objecte atret per ella. Es tracta d'un sistema que tan sols pretén descriure quina seria l'òrbita d'un cos que fos atret per un centre seguint la llei de l'invers del quadrat de la distància, amb el benentès que,

d'una banda, l'aital cos fretura de tota mena de força activa i, de l'altra, és vist com desproveït de massa i, per tant, com un mer punt geomètric. Aquesta primitiva suposició teòrica que no té en compte la vertadera realitat física –abundant en planetes o cossos massius– encara encaixa amb el marc d'anàlisi geomètric que s'havia heretat de l'enunciació de les lleis del propi Kepler. Com hem comentat al capítol II, és obvi que un sistema d'aquesta mena no és equiparable a un real sistema del món: només es tracta d'una *estructura primària idealitzada* (EPI) on més aviat el que es resol és una qüestió de geometria, per la qual cosa no es pot considerar que s'inauguri, amb tot el rigor del món, la física moderna.

Però, de sobte, de manera molt rellevant i sorprenent, a l'avançada versió III del *De motu*, en un paràgraf addicional que introdueix a l'escoli que conté el Teorema 4, Newton llença la primera notícia, una vertadera primícia, que el moviment d'un planeta no només dependrà de l'atracció que el Sol exerceixi sobre ell, sinó que també dependrà directament del moviment de tots els altres planetes, i àdhuc afirma que tots ells reben alguna mena d'acció de tots els altres –«eorum omnium actiones in se invicem»:

«Eo Solis a centro gravitatis errore fit ut vis centripeta non semper tendat ad centrum illud immobile, et inde ut planetae nec moveantur in ellipsis exacte neque bis revolvant in eadem orbita. Tot sunt orbitae planetae cuiusque quot revolutiones, ut fit in motu Lunae et pendet orbita unaquaeque ab omnium planetarum motibus conjunctis, ut taceam eorum omnium actiones in se invicem. Tot autem motuum causas simul considerare et legibus exactis calculum commodum admittentibus motus ipsos definire superat ni fallor vim omnium humani ingenii».²⁰²

És una declaració innovadora. De fet, estrictament, massa innovadora. Passar de contemplar un «sistema monocentripet de dos cossos» d'un caràcter més aviat geomètric a afirmar un «sistema pluricentripet de molts cossos» tan proper a una descripció física, demana, a un nivell lògic, haver passat abans per tot un seguit de transformacions conceptuals que no apareixen enlloc en tots els seus documents privats. Pel que fa al moviment planetari, és com si Newton partís d'un principi bàsic –el sistema monocentripet de dos cossos habitual al *De motu* implícit a les lleis de Kepler- i arribés al final del camí –un sistema pluricentripet de molts cossos- sense haver passat per cap de cadascuna de les fases intermèdies que exigeix la pròpia dinàmica de la deducció. En canvi, al Llibre I (L1) del *De motu corporum* de la primavera de 1685 i als posteriors *Principia*, de manera molt més apropiada a la lògica del discurs, Newton no s'estalvia pas passar per cadascuna d'aquestes fases lògiques; la qual cosa indica que Newton no va ser aliè a la necessitat de totes aquestes transformacions intermèdies, però que, en el moment de la redacció de les primeres versions del *De motu* mai les va posar per escrit perquè encara era incapaç d'articular-les tant a nivell conceptual com matemàtic, i va preferir limitar-se a

²⁰² I. NEWTON, *De motu sphaericorum corporum in fluidis*, escoli al Teorema 4, citada per J. HERIVEL a *The Background to Newton's Principia*, p. 297: *Cap IX: The Tract de Motu*, Oxford at the Clarendon Press, 1965. [«Degut a aquesta desviació del Sol del centre de gravitació, la força centripeta no sempre tendeix al centre immòbil i, per això, els planetes ni es mouen exactament en una el·lipse ni retornen dos cops en la mateixa òrbita. De manera que hi ha tantes òrbites per a un planeta com revolucions efectua, tal i com passa amb la Lluna; i l'òrbita d'un planeta qualsevol depèn del moviment combinat de tots els altres, per no parlar de l'acció de cadascun d'ells sobre els altres. Ara bé, si no m'equivoco, la consideració simultània de totes aquestes causes del moviment i la definició de tots ells mitjançant lleis exactes que permetin càlculs convenients excedeix la capacitat de l'enteniment humà»].

registrar a la Royal Society una versió de mínims que tan sols inclogués un sistema monocèntric de dos cossos, ja ben definit i treballat, deixant per més endavant el desenvolupament teòric de totes aquestes transformacions. Només en aquesta versió III del *De motu, De motu sphaericorum corporum in fluidis* –i que està escrita per la mà del seu secretari Humphrey Newton– s’hi atreueix a plasmar el resultat final de tots uns pensaments que li anaven pel cap mentre enllestia el *De motu* menys complex. Es dedueix de tot això que 1) la versió III del *De motu* supera en molt els principis de dinàmica coneguts fins aleshores i és el primer indicatiu d’una vertadera llei de la gravitació universal, tot i ésser un paràgraf de mida mitjana afegit al final d’un escoli; i 2) que en el moment de la redacció d’aquesta versió III –que Herivel situa molt probablement a l’octubre de 1684²⁰³–, abans fins i tot de l’enregistrament de la versió de la Royal Society, Newton ja havia acabat d’assolir pensaments de dinàmica realment rellevants. Resumint: malgrat que li mancava desenvolupar tota l’estructura matemàtica adient, sir Isaac Newton arriba a comprendre la llei de la gravitació universal a la fi de l’any 1684.

§ 5.2 El camí a un sistema pluricèntric universal

Quines són, doncs, aquestes evolucions intermèdies inevitables?²⁰⁴ La *primera transformació* (vegis’ Figura 15, T1) és el pas que es dona d’un sistema bàsic monocèntric de dos cossos Sol-Planeta (a) a un sistema bicèntric de dos cossos Sol-planeta (b) on, vet aquí la novetat, cadascun dels dos cossos es mourà influenciat per una força atractiva que emana de l’altre cos. Hi és gairebé explícita la idea que l’atracció entre el Sol i la Terra és mútua, i així com la Terra és atreta pel centre del Sol seguint una òrbita el·líptica, també el Sol és mogut i atret per la Terra. El cos orbital terrestre ja no es presentaria com a merament passiu, sinó que, en tant que posseeix un centre de gravitació, actua també gravitatòriament sobre el Sol. Aquesta deducció seria extensible a tots els planetes del Sistema Solar respecte al Sol. Cal veure que en aquesta descripció el Sol perd cert estatus especial: deixa de ser un centre estàtic i immutable, un organitzador suprem del sistema, i es converteix en dinàmic i mutable, organitzat alhora pels cossos que orbiten al seu voltant. És evident que aquesta consideració ja s’allunya notablement de la descripció kepleriana. Tot i la revolució que aquest sistema bicèntric significa, encara no representa un sistema real del món: només permet veure el sistema solar com un conjunt de sistemes de dos

²⁰³ J. HERIVEL, *The Background to Newton’s Principia*, p. 97: *Cap VI: Order of Composition and Dating of Manuscripts*, Oxford at the Clarendon Press, 1965: «(...) there can be no doubt that MS. IXc was composed some considerable time before the presentation of the *Principia* to the Royal Society in April 1686, and even possibly before October 1684, the date given on folio I of MS. XI». [«(...) no hi pot haver cap dubte que la versió MS. IXc va ser composta considerablement molt abans que la presentació dels *Principia* a la Royal Society l’abril de 1686, i fins i tot, possiblement abans de l’octubre de 1684, la data que apareix al foli I de MS. XI»]. Això reforçaria la tesi de Herivel que hem fet nostra que Halley no podia haver fet la primera visita a Newton al mes d’agost. No hauria tingut suficient temps per a arribar a pensaments tan avançats. Com que eren pensaments que encara no cabien en un tractat definitiu de demostracions matemàtiques, per ser encara projectes poc definits, Newton hauria optat per enviar a la Royal Society només aquell material merament geomètric que ja havia quedat ben demostrat i definit a les versions anteriors.

²⁰⁴ L’expert estudiós de Newton I. Bernard Cohen ha anomenat «Newtonian Style» aquesta manera acurada de procedir en les successives transformacions. Cohen fonamenta el *newtonian style* en tres fases –o «stages»: la primera seria l’anàlisi de Newton exclusivament matemàtica de sistemes gravitatoris idealitzats on no existeixen magnituds físiques; la segona seria l’aplicació d’aquests principis matemàtics gravitatoris idealitzats a la realitat física; la tercera pertany a l’anàlisi de quina podria ser la causa de la pròpia gravitació a un nivell merament físic.

cossos Sol-planeta independents els uns dels altres, la qual cosa només permetria alhora una anàlisi parcial, i novament ideal, d'estructures troscejades del problema planetari.

La *segona transformació* (T2) vindria donada per l'evolució inevitable d'un sistema bicentrípet Sol-Planeta (b) a un sistema bicentrípet Planeta-Planeta (c) que Newton fa aparèixer com a tesi ferma basada en un simple recurs analògic: «If each planet attracts the sun and is therefore a center of attraction as well as an attracted body, then each planet ought also to attract and be attracted by every other planet»²⁰⁵. Efectivament, si un planeta és capaç d'exercir una força sobre el Sol i obligar-lo a abandonar el seu estatus especial i convertir-lo, doncs, en un «mer cos», es dedueix llavors que dos planetes qualssevol també interactuaran mútuament exercint la seva atracció. És ara quan, per primer cop i de manera revolucionària, es deixa de focalitzar la mirada sobre el sistema «solar» i sorgeix una nova mirada sobre principis més o menys abstractes del comportament gravitatori de dos cossos qualssevol.

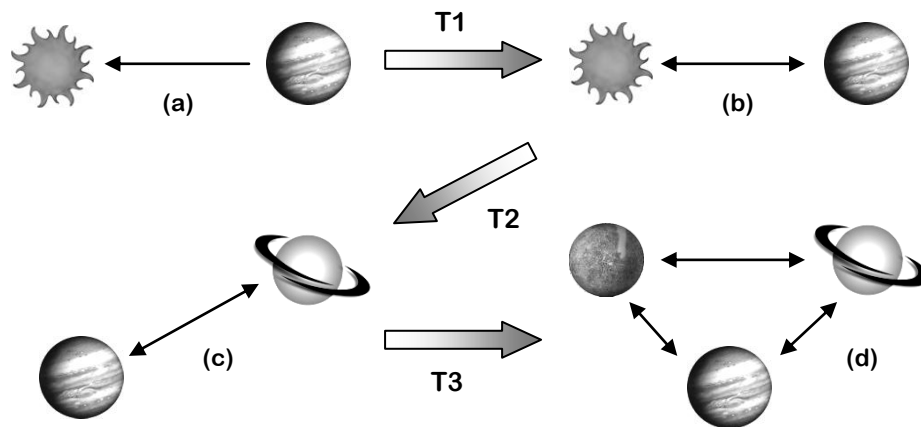


Figura 15

Aquesta nova visió de «gravitació interplanetària» entre dos cossos orbitals qualssevol li va obrir a Newton unes perspectives fins feia poc del tot impensables: una *tercera transformació* (T3) també inevitable el duu a considerar que si entre el Sol i tots els planetes hi ha una relació inequívocament bicentrípet, però, al mateix temps, tots els planetes poden ser considerats també sota una relació bicentrípet respecte a qualsevol altre planeta, aleshores, es pot afirmar 1) que, a un nivell particular, en una relació entre tres cossos s'ha de donar una combinació gravitatòria tricentrípet que processa la naturalesa atractiva dels tres cossos alhora (d); i 2) que, a un nivell general i com a *quarta transformació* (T4, no present a la Figura 15), *tots els cossos del sistema solar* interactuen sobre els altres en una mar complexíssima d'atraccions gravitatòries. Aquesta és, de fet, l'atrevida conclusió sense premisses que Newton exposa a l'escoli del Teorema 4 de la versió III del *De motu* quan afirma que el Sol mai romandrà estàtic degut als moviments que tots els planetes li proporcionen degut a la seva particular força atractiva, i quan diu que «l'òrbita d'un planeta qualsevol depèn del moviment combinat de tots els altres, per no parlar de l'acció de cadascun d'ells sobre els altres», «eorum omnium actiones in se invicem».

²⁰⁵ I.B. COHEN, *The newtonian Revolution*, p. 262, Cambridge University Press, 1980. [«Si cadascun dels planetes atreu el Sol, sent per tant un centre d'atracció i a la vegada un cos atret, aleshores cadascun dels planetes també hauria d'atraure i ser atret per cadascun dels altres planetes»].

Amb aquestes quatre transformacions, Newton s'adona que l'estructura física real del sistema del món –entenent «el món» com el sistema solar- no pot ser descrita atenent exclusivament a visions parcials i reductives de sistemes bicentrípets de caràcter geomètric. Tots els cossos del sistema solar interactuen gravitatòriament entre ells seguint la llei de l'invers del quadrat de la distància, i això duu, inevitablement, a un món físic real farcit de «pertorbacions interplanetàries» que fan que cap planeta mai descriu exactament la mateixa òrbita al voltant del Sol, com afirma a l'escoli mencionat: «De manera que hi ha tantes òrbites per a un planeta com revolucions efectua». Per tant, les pròpies paraules de Newton a l'escoli demostren que ja durant la seva redacció havia arribat, almenys conceptualment, a la visió d'un «sistema pluricentrípet de molts cossos» i, en conseqüència, a la convicció que el Sol i tots els planetes del sistema solar, d'alguna manera, estaven lligats gravitatòriament, malgrat haver omès en els seus papers les transformacions pertinents a què fem referència. La riquesa d'aquest nou descobriment és suficient com per a què, en un primer moment, Newton quedi aclaparat. Uns càlculs que tinguin en compte aquesta quasi infinita allau de pertorbacions gravitatòries interplanetàries que duen a universos diferents a cada instant li semblen, com confessa, inassolibles a la raó humana: «Si no m'equivoco, la consideració simultània de totes aquestes causes del moviment i la definició de tots ells mitjançant lleis exactes que permetin càlculs convenients excedeix la capacitat de l'enteniment humà».

Vegem ara com als *Principia*, en canvi, una vegada madurades a L1, Newton s'afanya per a què quedin ben establertes totes aquestes transformacions. A la Secció 11 del Llibre I, Newton deixa enrere tots els fonaments d'una física monocentrípeta i enceta, de forma brillant, la complexa formalització conceptual i geomètrica d'un món en què tots els cossos del sistema solar s'atrauen entre tots.²⁰⁶ Abans d'endinsar-se en tota una casuística determinada seguint l'ordre de les seves «Propositiones», Newton escriu una breu introducció molt clara que posa de manifest la nitidesa de l'ordre expositiu que ha seguit i que haurà de seguir:

«Hactenus exposui motus corporum attractorum ad centrum immobile, quale tamen vix extat in rerum natura. Attractiones enim fieri solent ad corpora; & corporum trahentium & attractorum actiones semper mutuae sunt & aequales, per legem tertiam: adeo ut neque attrahens possit quiescere neque attractum, si duo sint corpora, sed ambo (per legem corollarium quartum) quasi attractione mutua, circum gravitatis centrum commune revolvantur: & si plura sint corpora, quae vel ab unico attrahantur, & idem attrahant, vel omnia se mutuo attrahant; haec ita inter se moveri debeant, ut gravitatis centrum commune vel quiescat, vel uniformiter moveatur in directum. Qua de causa iam pergo motum exponere corporum se mutuo trahentium, considerando vires centripetas tanquam attractiones, quamvis fortasse, si physice loquamur, verius dicantur impulsus. In mathematicis enim iam versamur; & propterea, missis disputationibus physicis, familiari utimur sermone, quo possimus a lectoribus mathematicis facilius intelligi».²⁰⁷

²⁰⁶ Al llarg de les 10 seccions anteriors, Newton s'ha estat debatent entre una gran quantitat de situacions possibles en què *un cos* veuria alterat el seu principi inercial degut a una força centrípeta donada, és a dir, ha construït un edifici teòric que descriu una situació monocentrípeta. És a partir de la Secció 11 d'aquest Llibre I quan Newton dóna un tomb radical a les seves deduccions i introdueix un model que descriu amb més rigor el sistema real del món. El títol de la Secció 11 és diàfan: «De motu corporum viribus centripetis se mutuo petentium». [«Del moviment dels cossos que tendeixen els uns als altres amb forces centrípets»].

²⁰⁷ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, p. 160, Guil. & John Innys, Regiae Societatis Typographos, 1726. Totes les cites primàries directes que fem a partir d'ara dels *Principia*

Les primeres línies d'aquesta introducció a la Secció 11 deixen molt clar que Newton ha entès que una anàlisi monocèntrica no és altra cosa que un constructe geomètric que, malgrat la seva necessitat lògica, no és, ni d'a prop, cap mena de descripció del sistema real del món, «quale tamen vix extat in rerum natura». Al mateix temps, en aquestes línies Newton és contundent a l'hora d'expressar quina ha de ser l'ordenació del seu projecte: deixa clar al lector que a partir d'ara el tractat s'endinsa en una nova dimensió que es caracteritza per allunyar-se d'una anàlisi matemàtica ideal i apropar-se de manera asimptòtica a una descripció física de la realitat: «Qua de causa iam pergo motum exponere corporum se mutuo trahentium». Aquest camí s'haurà d'iniciar en un primer moment amb una anàlisi de dos cossos que s'atrauen entre si, «si duo sint corpora»; i, en un segon moment, s'haurà de generalitzar al cas que siguin varis els cossos que estan implicats en la interrelació gravitatòria, «& si plura sint corpora». I vistes així les coses, Newton acaba introduint el concepte de «centre comú de gravitació», «gravitatis centrum commune», entès com el punt resultant central de la combinació de les forces gravitatòries que emanen dels dos o més cossos implicats. El paràgraf és lúcid i transparent.

El conegut com a «problema dels dos cossos» en relació bicèntrica –siguin els cossos que siguin, o bé el Sol o bé un planeta qualsevol– Newton el tracta, després d'aquesta introducció, de la Proposició 57 a la 63.²⁰⁸ Les tres primeres proposicions (57-59) tracten del cas general de l'atracció de dos cossos sigui quina sigui la seva llei d'atracció. És amb la Proposició 57 que s'enceta tot un seguit de teoremes generals fonamentals: «Corpora duo se invicem trahentia describunt, circum commune centrum gravitatis, & circum se mutuo, figuras similes»²⁰⁹; la 58: «Si corpora duo viribus quibusvis se mutuo trahunt, & interea revolvuntur circa gravitatis centrum commune; dico quod figuris, quas corpora sic mota describunt circum se mutuo, potest figura similis & aequalis, circum corpus alterutrum immotum, viribus iisdem describi»²¹⁰; la 59: «Corporum duorum S & P, circa commune gravitatis centrum C revolventium, tempus periodicum esse ad tempus periodicum corporis alterutrius P, circa alterum immotum S gyrantis, & figuris, quae corpora circum se mutuo

s'extrauran d'aquesta tercera edició de 1726, firmada i revisada pel propi Isaac Newton. [«Fins aquí he exposat els moviments dels cossos atrets cap a un centre immòbil, tot i que una cosa així no existeixi en la naturalesa de les coses. Puix les atraccions solen donar-se cap als cossos, i les accions dels cossos atraients i atrets són sempre mútues i iguals per la tercera llei: fins al punt que si fossin dos cossos, ni l'atraient ni l'atret podrien estar en repòs, sinó que ambdós (pel Corol·lari 4 de les lleis) giraran al voltant d'un centre comú de gravetat, com amb atracció mútua; i si els cossos fossin uns quants, bé siguin atrets per algun altre i aquest altre pels altres o bé s'atraguin mútuament, s'hauran de moure entre si d'aital manera que o bé el centre comú de gravetat estigui en repòs o bé es mogui en línia recta uniformement. Per la qual cosa, ara passo a exposar el moviment dels cossos que s'atrauen mútuament considerant a les forces centrípetes com a atraccions, tot i que potser, si parléssim en termes físics, més aviat s'haurien de dir impulsos. Però ara ens movem en les matemàtiques i, per tant, deixant de banda disputes físiques, emprarem un llenguatge comú en què puguem ser comprensos més fàcilment pels lectors matemàtics»].

²⁰⁸ Per a una comprensió en termes matemàtics moderns, aconsellem amb insistència, per la seva claredat expositiva i pel magnífic seguiment pas a pas dels *Principia*, l'obra de S. CHANDRASEKHAR, *Newton's Principia for the common reader*, Clarendon Press, Oxford, 1995.

²⁰⁹ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, p. 160. [«Dos cossos que s'atrauen mútuament descriuen figures semblants tant al voltant del seu centre comú de gravetat com un al voltant de l'altre mútuament»].

²¹⁰ *Ibidem.*, p. 161. [«Si dos cossos s'atrauen mútuament amb forces qualssevol, i giren també al voltant del centre comú de gravetat, dic que, amb les mateixes forces i al voltant d'un qualsevol dels dos cossos en repòs, es pot descriure una figura semblant i igual a les figures que descriuen els cossos un al voltant de l'altre amb els moviments mencionats»].

describunt, figuram similem & aequalem describentis, in subduplicata ratione corporis alterius S, ad summam corporum S+P»²¹¹. Assumint aquests teoremes generals, serà només a partir de la Proposició 60, i fins a la 63, que Newton analitzarà el problema dels dos cossos en el cas particular d'una llei d'atracció de l'invers del quadrat de la distància.

Les posteriors tercera i quarta transformacions també queden ben definides als *Principia*. Solucionat el problema dels dos cossos, Newton obre la porta a l'anàlisi de varis cossos, més de dos, en relació pluricentrípeta (Prop. 64-69). La Proposició 64 és un problema general que ha d'assumir-se als teoremes que la succeeixen: «Viribus quibus corpora se mutuo trahunt crescentibus in simplici ratione distantiarum a centris: requiruntur motus plurium corporum inter se»²¹². I, efectivament, a les cinc proposicions posteriors, Newton s'atén, en termes generals i a partir de l'assumpció del problema de la Proposició 64, a dues situacions que s'inclouen dins del marc de les relacions interplanetàries pluricentrípeta: 1) el cas particular de *tres cossos* que s'atrauen els uns als altres, conegut com «el problema dels tres cossos» (Prop. 66, 67 i 68), i 2) el cas general on intervenen un nombre indefinit de cossos (Prop. 65 i 69). Les conclusions a les que arriba amb el tractament del problema dels tres cossos a la Proposició 66 es projecten, alhora, a un sistema de molts cossos. És la Proposició 65 la que presenta la nova situació pluricentrípeta, vàlida per a un sistema qualsevol de més de dos cossos: «Corpora plura, quorum vires descrescunt in duplicata ratione distantiarum ab eirundem centris, moveri posse inter se in ellipsis; & radiis ad umbilicos ductis areas describere temporibus proportionales quam proxime»²¹³. La proposició s'escenifica a partir de dos casos distints dels quals Newton n'extrau tres corol·laris concloents. En el primer dels casos exposa el cas general d'una quantitat indefinida de cossos que orbiten al voltant d'un enorme cos central M, suposant que entre ells la força gravitatòria és tan minsa que el centre de gravetat del sistema mai s'allunya massa del cos central. En el segon dels casos, Newton pressuposa aspectes generals d'un sistema semblant, amb la diferència que la força atractiva entre dos dels cossos que orbiten al voltant de M és suficientment gran com per a tenir un propi centre de gravitació G sobre el que també orbiten. Amb aquests dos pressupòsits, Newton encara amb èxit les properes proposicions.

La Proposició 66 és una de les més famoses dels *Principia*, no només per la seva profunditat conceptual, sinó també per la seva llargària: consta de dos casos als que acompanyen vint-i-dos corol·laris, d'una prosa rica i complexa i, sovint, de difícil comprensió. Tisserand contempla en la proposició una *grande finesse*: «Dans les vingt-deux corollaires de la proposition LXVI, Newton analyse les effets des forces précédentes au point de vue des dérangements du corps P. Les considérations qui le guident sont d'une grande finesse, parfois difficiles à suivre, en raison de la concision du langage»²¹⁴. Malgrat que el mateix Newton, al prefaci de la primera edició dels

²¹¹ *Ibidem.*, p. 163. [«El temps periòdic de dos cossos S i P que giren al voltant del seu centre comú de gravetat C és proporcional al temps periòdic d'un dels cossos P girant al voltant de l'altre S en repòs i descrivint una figura semblant i igual a les figures que resulten al girar un al voltant de l'altre com l'arrel quadrada d'un cos S a l'arrel quadrada de la suma dels cossos S+P»].

²¹² *Ibidem.*, p. 166. [«Si els cossos s'atrauen mútuament amb forces que creixen en raó simple de les seves distàncies als centres, trobin-se els moviments de varis cossos entre si»].

²¹³ *Ibidem.*, p. 168. [«Varis cossos, les forces dels quals decreixen com el quadrat de les distàncies des dels seus centres, poden moure's entre si en el·lipses, i descriure mitjançant radis traçats als focus àrees molt aproximadament proporcionals als temps»].

²¹⁴ F.F. TISSERAND (1845-1896), *Traité de mécanique céleste. Exposé de l'ensemble des théories relatives au mouvement de la Lune*, p.28, Gauthier-Villars et fils, 1894. [«Al llarg dels vint-i-dos corol·laris de la proposició LXVI, Newton analitza els efectes de les forces precedents sota el punt de

Principia, afirma que els principis generals sobre els moviments lunars que han de trobar-se a la Proposició 66 són «imperfectes»²¹⁵, el gran físic francès Pierre Simon de Laplace (1749-1827) no dubta a afirmar que es tracta d'uns dels passatges més impressionants dels *Principia*: «La méthode qu'il [Newton] a suivie me parait être une des choses les plus remarquables de l'Ouvrage des Principes».²¹⁶ La proposició tracta, per primer cop i a un nivell general, «el problema dels tres cossos» que es farà essencial a l'hora de resoldre, a un nivell concret, el problema lunar que trobem més endavant al Llibre III: «Si corpora tria, quorum vires decrescunt in duplicata ratione distantiarum, se mutuo trahant & attractiones acceleratrices binorum quorumcunque in tertium sin tinter se reciproce ut quadrata distantiarum; minora autem circa maximum revolvantur: dico quod interius circa intimum & maximum, radiis ad ipsum ductis, describet areas temporibus magis proportionales, & figuram ad formam ellipseos umbilicum in concursu radorum habentis magis accedentem; si corpus maximum his attractionibus agitetur; quam si maximum illud vel a minoribus non attractum quiescat, vel multo minus vel multo magis attractum, aut multo minus aut multo magis agitetur»²¹⁷.

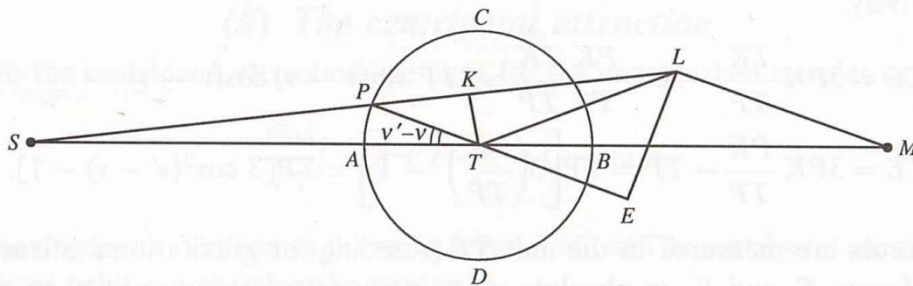


Figura 16

Donats tres cossos S, T, P (Figura 16), els pertinents corol·laris 1-6 estan prioritàriament restringits al cas que l'òrbita no pertorbada descrita per P és circular i coplanària a l'òrbita de T i també que S està allunyat de tal manera que $PK/ST \ll 1$. En aquest context, Newton és capaç d'analitzar-hi certs aspectes com ara les funcions de pertorbació mútues (Cor. 1), el comportament de la força centrípeta (Cor. 6) o les variacions de les àrees implicades (Cor. 2-5). Als Corol·laris 7 i 8, Newton analitza de nou, com havia fet a la Prop. 45, el problema de la rotació de la línia d'àpsides sota la perspectiva dels resultats obtinguts al segon corol·lari. Tot seguit analitza la variació

vista de les pertorbacions del cos P. Les consideracions que el guien són d'una *gran finesa*, de vegades difícils de seguir, degut a la concisió del seu llenguatge»].

²¹⁵ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica, Praefatio ad lectorem*, London, 1687. «Quae ad motus Lunares spectant, (imperfecta cum sint) in Corollariis Propositionis LXVI [...]». [«Pel que fa als moviments lunars (sent imperfectes) als corol·laris de la Proposició LXVI ... »].

²¹⁶ P. SIMON DE LAPLACE, *Mécanique Céleste*, Vol. V, Livre XVI, II, p.367, Ed. Bachelier, Paris, 1825. [«El mètode que va seguir em sembla una de les coses més remarcables de tota l'obra dels *Principia*»].

²¹⁷ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, p. 170. [«Si tres cossos, les forces dels quals decreixen com el quadrat de les distàncies, s'atrauen mútuament i les atraccions acceleratrius de dos d'ells qualssevol sobre el tercer són entre elles inversament proporcionals al quadrat de les distàncies, i els més petits giren al voltant del més gran, dic: que l'interior més pròxim al central i més gran, amb radis traçats fins a ell, descriurà àrees més proporcionals als temps i una figura més propera a la d'una el·lipse amb focus en el punt d'intersecció dels radis, tant si el cos major és pertorbat per dites atraccions, com si roman en repòs no sent atret pels petits o si, sent atret alguns cops molt i altres poc, resultés pertorbat uns cops molt i altres poc»].

de l'excentricitat (Cor. 9), la variació de la inclinació (Cor. 10) i la variació de la direcció del node ascendent (Cor. 11). La resta de corol·laris (12-22) resolen altres conjectures ben específiques que van obrint-se pas al llarg de l'exposició o mancances dels corol·laris anteriors. El que és clar és que la profunda visió i la conspícua clarividència de Newton queden subratllades en aquesta proposició com poques vegades ho havien estat abans.

No posaríem tant l'accent en aquests aspectes més tècnics si no fos perquè el problema dels tres cossos que Newton planteja en aquesta Proposició 66 pot ésser extrapolat al sistema Sol-Terra-Lluna pres aïlladament. En efecte, «it is thus not contrary to Newton's assumptions to identify S with the Sun, T with the Earth (Terram), and P with the Moon (Lunam)».²¹⁸ Els càlculs newtonians en aquesta proposició van possibilitar un coneixement dels moviments terrestres, solars i lunars que mai abans havia pogut ser obtingut. Òbviament també són aplicables al triangle que constitueixen Júpiter o Saturn respecte al Sol i cadascuna de les seves llunes. Laplace fa clara referència a l'aplicació als moviments lunars que fa Newton d'aquesta proposició al Llibre III dels *Principia* i als estudis de Lagrange sobre els moviments de Júpiter i les seves llunes:

«Dans la proposition 66 du premier Livre des Principes, Newton s'est occupé des perturbations du mouvement de plusieurs petits corps qui circulent autour d'un grand corps. Il trouve que le corps le plus intérieur se meut plus vite dans sa conjonction et dans son opposition au corps extérieur, que dans les quadratures. Il a de plus étendu aux satellites, dans le troisième Livre, quelques-uns des résultats de sa théorie lunaire. Mais ce ne fut qu'en 1766 que l'on appliqua l'analyse au mouvement des satellites de Jupiter; l'Académie des Sciences ayant proposé la théorie de ces mouvements, pour le sujet du prix de Mathématiques de cette année. Lagrange auteur de la pièce couronnée, y donne les équations différentielles du mouvement de ces astres, en ayant égard à leur action mutuelle, à l'attraction du Soleil et à l'ellipticité du sphéroïde de Jupiter».²¹⁹

Així és que l'aplicació dels principis geomètrics generals de la Proposició 66 del Llibre I dels *Principia* als moviments de certs astres concrets, la duu Newton a la pràctica al ben llarg del Llibre III, el seu *De mundi systemate*. De fet, el gruix d'aquestes aplicacions estan dirigides gairebé exclusivament a la seva teoria lunar: després d'afirmar a la Prop. 4 que «Lunam gravitare in Terram, & vi gravitatis retrahi semper a motu rectilineo, & in orbe suo retineri»²²⁰, fa servir tot l'armament conceptual de la Proposició 66 del Llibre I per explicar cadascun dels moviments lunars de la Proposició 25 a la Proposició 33. La situació concreta Sol-Terra-Lluna que planteja la Prop. 25 segueix fil per randa l'esquema general de la Proposició 66

²¹⁸ S. CHANDRASEKHAR, *Newton's Principia for the common reader*, p. 237, Clarendon Press, Oxford, 1995. [No és contrari a les assumpcions de Newton identificar S amb Sol, T amb Terra i P amb Lluna].

²¹⁹ P. SIMON DE LAPLACE, *Mécanique Céleste*, Vol. V, Livre XVI, II, pp. 409-10, Ed. Bachelier, Paris, 1825. [«A la proposició 66 del Llibre I dels *Principia*, Newton va ocupar-se de les pertorbacions del moviment de múltiples petits cossos que orbiten al voltant d'un cos més gran. Descobreix que el cos més interior es mou més ràpid en conjunció i en oposició al cos exterior que a les quadratures. Al Llibre III, va aplicar als satèl·lits alguns dels seus resultats en teoria lunar. Però no fou fins el 1766 que es va aplicar aquesta anàlisi als moviments dels satèl·lits de Júpiter, quan l'Acadèmia de les Ciències va proposar la teoria d'aquests moviments com a tema del premi de Matemàtiques d'aquest any. Lagrange, l'autor de la peça guanyadora, hi aporta les equacions diferencials del moviment d'aquests astres, comptant la seva atracció mútua, l'atracció del Sol i l'el·lipticitat de l'esferoïde de Júpiter»].

²²⁰ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, p. 396. [«La lluna gravita cap a la Terra i és sempre desviada del moviment rectilini i retinguda en la seva òrbita per la força de la gravetat»].

del Llibre I, tractant de trobar les forces del Sol i de la Terra per tal de pertorbar els moviments de la Lluna. Com recorda Laplace, «a de plus étendu aux satellites [...] quelques-uns des résultats de sa théorie lunaire», Newton intenta estendre aquests resultats als moviments dels satèl·lits jovians i saturnians, però no en reïx pas massa, puix que els resultats són massa generals i tenen tan sols una intenció comparativa. Per això, seguint l'esquema lunar de la Prop. 4, Newton afirma a la Proposició 5 que «planetas circumjoviales gravitare in Jovem, circumsaturnios in Saturnum, & circumsolares in Solem, & vi gravitatis suae retrahi semper a motibus rectilineis, & in orbibus curvilineis retineri».²²¹ Fa, en aquest punt, tan sols una descripció general de la gravitació com a tret propi de tots els planetes del sistema solar, i hi inclou Venus, Mercuri i la resta de planetes, «nam venerem, mercurium, caeterosque esse corpora eiusdem generis cum Jove & Saturno». Només més tard, a la curta Proposició 23, Newton procura «motus inaequales satellitum Jovis & Saturni a motibus lunaribus derivare». Es tracta tan sols d'una declaració d'intencions de demostrar que el principi que regeix per al moviment lunar és extensible a tots els satèl·lits de Júpiter i Saturn. Però en cap cas es fa una anàlisi acurada d'aquests moviments, tot i que intenta donar un seguit de proporcions comparatives. Sí que és cert que, inclosa en altres proposicions del mateix llibre, es respira sempre la idea que tot allò que pugui dir-se dels principis lunars és aplicable a qualsevol planeta del sistema. Però el cert és que no es passa d'aquí.

Veiem al seu text que, insatisfet amb l'anàlisi newtoniana de les llunes jovianes, Laplace esmenta el premi atorgat l'any 1766 a Joseph-Louis de Lagrange (1736-1813) per l'Acadèmia de les Ciències de Paris pel seu assaig sobre les desigualtats en els moviments de les llunes de Júpiter. Laplace entén que aquest assaig ha de ser considerat, pròpiament, el primer estudi satisfactori al voltant del tema tractat, en la mesura que els resultats que aporten les equacions diferencials que hi apareixen s'adeqüen a la realitat i a les observacions. Laplace qualifica la tasca de Lagrange d'«anàlisi sublim», i el gran matemàtic Leonhard Euler (1707-1783) no pot reprimir la seva admiració cap aquest treball: «Now it is all the more interesting for me to know how M. Lagrange overcame these difficulties in his work that obtained the prize, and since I do not have grounds to doubt the success of his solution I can flatter myself with the hope that theoretical astronomy has been brought in our time to the highest degree of perfection»²²². Tots aquests èxits, no obstant això, no haurien pogut tenir lloc sense l'espectacular tractament del problema dels tres cossos que Newton duu a terme a la Proposició 66 del Llibre I dels *Principia*.

Efectuada l'anàlisi del problema dels tres cossos, Newton ja va entendre que era necessària una última transformació: la pròpia dinàmica del seu treball exigia que *tots els cossos s'atreuen entre si els uns als altres seguint una llei de gravitació*. Una formulació més clara ha de dir que cadascun dels cossos «del sistema del món» atrau a tots els altres cossos i és atret, al mateix temps, per cadascun d'ells. Justament això és el que intenta expressar amb el famós «eorum omnium actiones in se invicem» que, sorprenentment, es troba de manera tan prematura al Teorema 4 de la versió III

²²¹ *Ibidem.*, p. 399. [«Els satèl·lits de Júpiter graviten cap a Júpiter, els de Saturn cap a Saturn, i els planetes solars cap al Sol, i degut a la força de la gravitació són contínuament desviats dels moviments rectilinis i retinguts en òrbites curvilínies»].

²²² Citat en traducció anglesa per S. GINDIKIN, *Tales of Mathematicians and Physicists*, p. 222, Ed. Springer, 2007. [«Per a mi, ara, el més interessant és saber com Lagrange va superar aquestes dificultats al treball que va guanyar el premi, i com no tinc cap motiu per dubtar dels resultats puc congratular-me amb l'esperança que l'astronomia teòrica hagi arribat ja a la nostra època al grau més alt de perfecció»].

del *De motu*. És a la Proposició 69 del Llibre I dels *Principia* on Newton intenta explicar aquesta última transformació, com a llei general: «In systemate corporum plurium A, B, C, D, &c., si corpus aliquod A trahit caetera omnia B, C, D, &c., viribus acceleratricibus quae sunt reciproce ut quadrata distantiarum a trahente; & corpus aliud B trahit etiam caetera A, C, D, &c. viribus quae sunt reciproce ut quadrata distantiarum a trahente; erunt absolutae corporum trahentium A, B vires ad invicem, ut sunt ipsa corpora A, B, quorum sunt vires».²²³

La primera implicació d'aquesta formulació recau sobre el gruix de tots els planetes, satèl·lits i cometes *coneguts* en el «sistema del món». Es pot interpretar, correctament, que Newton afirma que tots els cossos observats estan subjectes a aquesta llei d'atracció recíproca de tots entre tots. Aquesta interpretació només faria referència a tot el sistema celeste observable del que l'ésser humà en té experiència, de manera que tot l'equipatge matemàtic que proporcionen els *Principia* és suficient per a resoldre els diferents moviments dels cossos que es mostren formant el sistema del món. Però el fet és que aquesta interpretació es queda curta. La voluntat de Newton no es limita a considerar la llei d'atracció recíproca com a propietat dels cossos del món observat, sinó que, en un exercici d'abstracció, pretén ultrapassar allò que és merament experimentable, allò que és visible en els cossos tractats, i arribar a una *llei de gravitació universal* que ha de ser aplicada a qualsevol *possible* cos que pugui tenir existència en el món. La llei de la gravitació no ha de ser entesa com un fenomen observat en un reguitzell de cossos a l'abast; ha de ser entesa, més aviat, com un principi universal al que queden sotmesos, de forma irremeiable, tots els possibles cossos materials que ocupin un lloc a qualsevol part de l'espai. Aquesta última transformació conceptual és la que, vertaderament, li dona a la gravitació la seva *universalitat*. «In a final transformation, Newton generalized this concept of force to a universal gravitation, a force that acts mutually on and between any two samples of matter anywhere in the universe».²²⁴

També va contribuir de manera notable a aquesta visió universal de la llei gravitatòria l'estudi dels cometes per part de Newton. A principis de 1681, en el context de l'albirament del gran cometa que va recórrer el cel des del novembre de 1680 al març de 1681, Newton encara estava convençut que els cometes seguien una línia recta, tal i com entenia l'escola kepleriana. En una carta del febrer de 1681, dirigida a James Crompton (1648-1694), intermediari del director de l'Observatori de Greenwich, John Flamsteed, Newton rebutja l'opinió de Flamsteed que els cometes segueixin òrbites corbes. Amb una visió d'aquesta mena era gairebé impossible apostar per una llei de gravitació universal. Tanmateix, a la primera versió del *De motu* de 1684 Newton ja considera corbes les trajectòries dels cometes. En algun moment entre 1681 i 1684, després d'unes quantes cartes dirigides a Flamsteed al llarg de la primera meitat de 1681 i plenes de titubeigs sobre aquest tema, Newton deuria convertir-se i acceptar que els cometes no seguien línies rectes. Que Newton fos el primer que acabés considerant que els cometes són com «alguna mena de

²²³ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, p. 186-7. [«En un sistema de varis cossos A, B, C, D, etcètera, si un cos A atreu tots els altres B, C, D, etcètera, amb forces acceleratrius que són inversament com els quadrats de les distàncies al cos atraient; i un altre cos B atreu també els altres cossos A, C, D, etcètera, amb forces que són inversament com el quadrat de les distàncies al cos atraient; aleshores, les forces absolutes dels cossos atraients A i B seran entre si com els propis cossos A i B, als qui corresponen dites forces»].

²²⁴ I.B. COHEN, *The newtonian Revolution*, p. 263, Cambridge University Press, 1980. [«En una última transformació, Newton va generalitzar aquest concepte de força, convertint-lo en una gravitació universal, en una força que actua mútuament sobre i entre qualsevol parell de trossos de matèria a qualsevulla part de l'univers»].

planetes» pressuposa una última transformació que fa que la força gravitatòria abasti més enllà del sistema del món que ens és visible, més enllà del sistema solar, atès que, a ulls de Newton, quan els cometes es deixen veure pel sistema solar ho fan tot venint de llocs invisibles de l'Univers.

Pel que fa a la paraula «gravitas», ja des de segles enrere, denotava l'estranya força que mantenia els cossos terrestres sobre la superfície de la Terra; en cap cas assenyalava un força atractiva més enllà del món sublunar. El propi Newton és qui va sospitar que la «gravitas» antiga podia estendre's fins a la pròpia Lluna; i qui, després de tots els seus càlculs, deduccions i transformacions, va comprendre que s'havia d'estendre a tot l'espai universal. Al solitari escoli que acompanya la Proposició 69 del Llibre I dels *Principia*, Newton no utilitza en cap cas la paraula «gravitas», com tampoc ho ha fet al ben llarg d'aquest llibre primer ni tampoc ho farà al llarg del segon. En aquests dos primers llibres dels *Principia*, tot i no atrevir-se encara estratègicament a identificar la gravitació terrestre amb la gravitació universal, Newton empra expressions anàlogues que, no obstant això, mostren més ambigüïtat: parla d'«atraccions», «forces centrípetes», «forces acceleratrius», «forces atractives», etcètera. No faltem a la veritat si diem que és cert que, en varis fragments, utilitza l'expressió «commune gravitatis centrum» –centre comú de gravitació–, però no pas com a apel·latiu a cap força definida i universal. Tanmateix, quan al Llibre III es disposa a dur a la pràctica sobre el sistema del món tots els resultats matemàtics obtinguts als llibres anteriors, Newton no dubta ni un instant a deixar enrere les ambigüïtats i, en un escoli famós de la Proposició 5, institucionalitza de manera definitiva el concepte de «gravitas», entesa com a força atractiva universal. Aquest bateig etern i memorable indica per part de Newton la plena assumpció de la última i més abstracta de les seves transformacions. Les paraules que Newton ofereix a la posteritat en aqueix escoli no poden ser més reveladores:

«Hactenus vim illam qua corpora coelestia in orbibus suis retinentur centripetam appellavimus. Eandem iam gravitatem esse constat, & propterea gravitatem in posterum vocabimus. Nam causa vis illius centripetae, qua luna retinetur in orbe, extendi debet ad omnes planetas».²²⁵

Rere aquesta concepció universal de la gravitació s'hereten dues conseqüències inapel·lables que formen part del corpus teòric de la ciència actual. En primer lloc, *la força gravitatòria universal té un abast infinit*. Tenint en compte que la quantitat de força atractiva que un cos massiu produeix sobre un altre depèn inversament del quadrat de la distància, pot dir-se aleshores que mentre hi hagi distància entre dos cossos hi haurà gravitació, per molt gran que sigui la distància, per infinita que fos. En un suposat univers infinit, cadascun dels cossos que s'hi incloguin exerciran una atracció gravitatòria infinita. És evident que en una distància entre dos cossos que tendeixi a infinit la quantitat de força gravitatòria serà del tot dèbil i menyspreable, tendint a zero però sense ser zero. Atès que el valor de la força de la gravetat tendeix asimptòticament a zero a mesura que creix la distància, tindrà un valor nul a una distància infinita. Tots els cossos de l'Univers, infinit o no, són atrets per tots els altres cossos de l'Univers, de manera que el moviment de qualsevol cos de l'Univers està afectat per tots els altres cossos de l'Univers. És per això que una segona

²²⁵ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, p. 399. [«Fins ara hem anomenat *centripeta* la força per la qual els cossos celestes són retinguts a les seves òrbites. Ara ja consta que és la gravetat, i per aquest motiu l'anomenarem així d'ara endavant. Puix que la causa d'aquella força centrípeta per la que la lluna és retinguda en òrbita ha de ser estesa a tots els planetes»].

conseqüència de la pròpia estructura gravitatòria del cosmos és que *es considera absolutament impossible calcular els efectes gravitatoris sobre un cos determinat*. A efectes pràctics es pot fer una predicció molt acurada dels efectes gravitatoris que recauen sobre un cos, tan acurada que s'apropa a l'exactitud, si es té en compte el seu entorn; però, en tot cas, no es pot fer una mesura exacta; tot i així, el dèficit d'exactitud és menyspreable. Nogensmenys, és degut a això que s'entenen bé les paraules de Newton a l'escoli del Teorema 4 de la versió III del *De Motu*, quan afirma que «la consideració simultània de totes aquestes causes del moviment i la definició de tots ells mitjançant lleis exactes que permetin càlculs pertinents excedeix la capacitat de l'enteniment humà».

§ 5.3 La tercera llei del moviment

Totes aquestes transformacions que hem analitzat amb certa cura designen un recorregut conceptual que és de summa importància. Es tracta d'un camí que té el seu punt de partida en una vella imatge kepleriana ben misteriosa: tots els planetes orbiten al voltant del Sol, el centre del món i de l'Univers, enduts passius per una estranya atracció inevitable. El final del camí que emprèn Newton és una nova imatge totalment distinta: tots els cossos massius de l'Univers exerceixen una força atractiva sobre tots els altres i el Sol, doncs, no és l'únic depositari d'aquest poder. El món, arribi allà fins on arribi, és un conglomerat de perturbacions gravitatòries mútues, i cadascun dels trossos de matèria que s'hi encabeixin imprimeix sobre els altres la força de la gravetat. Hi ha un desplaçament conceptual en la més alta jerarquia del món físic: *no és el Sol qui organitza el sistema del món sinó la llei de la gravitació universal*. Tanmateix, per a què aquest camí fos possible, en algun moment puntual i meravellós, Newton va haver de pensar que un cos qualsevol que no fos el Sol havia d'exercir també atracció gravitatòria. Cal esmerçar-se a mostrar què va dur Newton a tenir el pensament que va encetar tota la ciència moderna.

Si ens atenim als *Principia*, la resposta és clara: que tots els cossos s'atraguin mútuament és una conseqüència directa de la «tercera llei del moviment». Al corol·lari primer de la Proposició 5 del Llibre III hi diu obertament: «Et cum attractio omnis per motus legem tertiam mutua sit, jupiter in satellites suos omnes, saturnus in suos, terraque in luna, & sol in planetas omnes primarios gravitabit»²²⁶. A la següent Proposició 7 hi insisteix encara de manera més explícita: «Porro cum planetae cuiusvis A partes omnes graves sint in planetam quemvis B (...), & actioni omni reactio (per motus legem tertiam) aequalis sit, planeta B in partes omnes planetae A vicissim gravitabit»²²⁷. Aquestes dues afirmacions les fa en el context del llibre III en què defineix el nou concepte de «gravitas»; però àdhuc abans, a la proposició 69 del Llibre I, quan encara no ho ha fet i es mou encara sota conceptes ambigus com «atracció acceleratriu», ja es refereix a la tercera llei del moviment com a principi de l'atracció mútua de tots els cossos: «Sed attractio acceleratrix corporis B versus A est ad attractionem acceleratricem corporis A versus B (...), propterea quod vires motrices, quae (per definitionem secundam, septimam & octavam) sunt ut vires acceleratrices & corpora attracta conjunctim, hic sunt (per motus legem tertiam) sibi

²²⁶ *Ibidem.*, p. 399. [«I atès que per la tercera llei del moviment tota atracció és mútua, Júpiter gravita cap a tots els seus satèl·lits, Saturn cap als seus, la Terra cap a la Lluna i el Sol cap a tots els planetes primaris»].

²²⁷ *Ibidem.*, p. 403. [«A més, atès que totes les parts d'un planeta A graviten cap a un altre planeta B (...), i atès que per a tota acció hi ha una reacció igual (per la tercera llei del moviment), el planeta B gravitarà a la inversa cap a totes les parts del planeta A»].

invicem aequales»²²⁸. És clar que Newton, al llarg de tota la redacció dels *Principia* té per cert que l'atracció mútua dels cossos es fonamenta en la tercera llei del moviment.

La *tercera llei del moviment* és un dels tres grans principis de física que Newton enuncia ben al començament dels *Principia*. Després d'enunciar les dues primeres grans lleis²²⁹, Newton deixa ben definida la tercera: «Actioni contrariam semper & aequalem esse reactionem: sive corporum duorum actiones in se mutuo semper esse aequales & in partes contrarias dirigi». *Amb tota acció ocorre sempre una reacció igual i contrària; és a dir, les accions mútues de dos cossos sempre són iguals i dirigides en direccions oposades*. Els comentaris que fa a aquesta llei són molt clars:

«Quicquid premit vel trahit alterum, tantundem ab eo premitur vel trahitur. Si quis lapidem digito premit, premitur & huius digitus a lapide. Si equus lapidem funi alligatum trahit, retrahetur etiam & equus (ut ita dicam) aequaliter in lapidem: nam funis utrinque distentus eodem relaxandi se conatu urgebit equum versus lapidem, ac lapidem versus equum; tantumque impediēt progressum unius quantum promovet progressum alterius. Si corpus aliquod in corpus aliud impingens, motum eius vi sua quomodocunque mutaverit, idem quoque vicissim in motu proprio eandem mutationem in partem contrariam vi alterius (ob aequalitatem pressionis mutuae) subibit».²³⁰

Quan aquesta tercera llei s'aplica al moviment dels cossos celestes resulta que la força gravitatòria que recau sobre tots els planetes des del Sol basant-nos en un sistema monocentrípet es converteix en una força mútua entre el Sol i els planetes, i per tant, es descobreix així la transformació bicentrípeta. El mateix és aplicable a la força que mitja entre els planetes i els seus satèl·lits, com ara, per exemple, la Terra i la Lluna. La conclusió final d'aquesta aplicació continuada és, en termes molt genèrics, la llei de la gravitació universal. Newton ja té clar, doncs, a totes i cadascuna de les transformacions que elabora al Llibre I dels *Principia* que no podria haver-hi llei de la gravitació universal si no existís la tercera llei del moviment. Així per sobre pot semblar una aplicació de la llei una mica òbvia, però el fet és que l'aplicació de tota la física terrestre als fenòmens celestes, com hem explicat en capítols anteriors, no era en aquella època, ni de bon tros, una evidència.

Si anem enrere, a un estadi anterior a la redacció definitiva dels *Principia*, trobem que Newton ja havia descobert aquesta relació entre la tercera llei del moviment i l'existència de la gravitació mútua l'any 1685, quan conclou L2, la versió primitiva del *De mundi systemate*. Hi ha passatges molt transparents a aquest efecte:

²²⁸ *Ibidem.*, p. 187. [«Tanmateix, l'atracció acceleratriu del cos B cap al cos A és proporcional a l'atracció acceleratriu del cos A cap al cos B (...), atès que les forces motrius, que (per les definicions segona, setena i vuitena) són com les forces acceleratrius i els cossos atrets conjuntament, són en aquest cas (per la *tercera llei del moviment*) iguals entre si»].

²²⁹ Efectivament, al Llibre I dels *Principia*, en l'apartat intitulat *Axiomata sive leges motus*, enuncia la primera llei, ja coneguda com la *llei d'inèrcia*: tot cos persevera en el seu estat de repòs o moviment uniforme i rectilini a no ser que sigui obligat a canviar aquest estat per forces impreses sobre ell; i acte seguit, la segona llei: el canvi de moviment és proporcional a la força motriu que se li ha imprès, i segueix la direcció de la línia recta en què se li ha imprès la força.

²³⁰ *Ibidem.*, p. 14. [«Aquell qui empenyi o atragui un altre és empès i atret per l'altre en la mateixa mesura. Si algú prem una pedra amb el dit, també el seu dit és premut per la pedra. Si un cavall arrossega una pedra lligada amb una soga, el cavall és retroarrossegat (per dir-ho d'alguna manera) igualment, atès que la soga estirada en ambdues direccions i amb el propi impuls de contraure's tirarà del cavall cap a la pedra i de la pedra cap al cavall, i tant s'oposarà al progrés de l'un com ajudarà a avançar l'altre. Si un cos qualsevol colpejant sobre un altre cos canviés d'alguna manera el moviment d'aquest segon amb la seva pròpia força, ell mateix patirà a la vegada el mateix canvi en el seu propi moviment i sentit contrari per la força de l'altre cos (per la igualtat de la pressió mútua)»].

«Etenim actio mutua est, facitque corpora conatu mutuo (per *motus legem 3.*) accedere ad invicem (...). Considerari potest corpus unum ut attrahens, alterum ut attractum, sed haec distinctio magis mathematica est quam naturalis. Attractio revera est corporis utriusque in utrumque, atque adeo eiusdem generis in utroque»²³¹. En aquesta matineria i primitiva explicació és veu potser encara amb més claredat els intents de Newton per implicar la tercera llei del moviment en el fet natural de les atraccions mútues, atès que no estalvia esforços en explicar que la gravitació mútua entre dos cossos no es pot considerar com a dues forces distintes tirant cadascuna de l'altre cos, sinó que més aviat l'hem d'entendre com una mateixa força que, a un nivell físic i no matemàtic, s'escenifica com a acció i com a reacció alhora, al mode com més tard als *Principia* entén que la força que fa la pedra sobre el dit i la força del dit sobre la pedra és la mateixa. Però a *De mundi systemate* encara hi ha un passatge prou conegut, una mica feixuc –però molt més gràfic– i que pretén consolidar el seu descobriment, on Newton afirma que:

«Sol trahit Jovem & caeteros Planetas, Jupiter trahit Satellites; & paritate rationis, Satellites agunt in se invicem & in Jovem, & Planetae omnes in se mutuo. Et quamvis binorum Planetarum actiones in se mutuo distingui possint ab invicem, &, ut actiones binae, quibus uterque trahit alterum, considerari: tamen quatenus intermediae sunt, non sunt binae, sed operatio simplex inter binos terminos. Contractione funiculi unius intercedentis possunt bina corpora ad invicem trahi. Causa actionis gemina est, nimirum dispositio utriusque corporis; actio item gemina quatenus in bina corpora: at quatenus inter bina corpora simplex est & unica. Non est una operatio qua Sol v. g. trahit Jovem, & alia operatio qua Jupiter trahit Solem, sed una operatio qua Sol & Jupiter conantur ad invicem accedere. Actione qua Sol trahit Jovem, conantur Jupiter & Sol ad se mutuo accedere (per *motus legem 3.*) &, actione qua Jupiter trahit Solem, conantur etiam Jupiter & Sol ad se mutuo accedere: Sol autem non attrahitur actione duplici in Jovem, neque Jupiter actione duplici in Solem, sed una est actio intermedia qua ambo accedunt ad se mutuo».²³²

És palmari, donats aquests paràgrafs, que Newton, a la segona meitat de 1685, ja s'ha adonat que la llei de gravitació universal no pot sinó ser una conseqüència de la tercera llei del moviment. El que escriu als *Principia* definitius no és altra cosa que

²³¹ I. NEWTON, *De mundi systemate liber*, p. 25, J. Tonson, J. Osborn & T. Longman, London, 1728. [«I això és així perquè l'atracció és mútua i fa que els cossos s'apropin els uns als altres per una tendència mútua (per la *tercera llei del moviment*) (...). Un cos es pot considerar el que atreu, i l'altre l'atret, malgrat que aquesta distinció és més matemàtica que no pas natural. En realitat, l'atracció és de qualsevol dels dos cossos cap a l'altre, sent així de la mateixa mena en cadascun d'ells»].

²³² *Ibidem.*, p. 26. [«El Sol atreu Júpiter i els altres planetes, Júpiter atreu els seus satèl·lits, i de manera similar, els satèl·lits actuen els uns sobre els altres així com sobre Júpiter, i tots els planetes actuen els uns sobre els altres. I si bé les accions de cadascun dels planetes d'una parella sobre l'altre es poden distingir entre si, considerant-se com a dues accions amb què cadascun atreu l'altre, tot i així, en la mesura que es donen entre els mateixos dos cossos, no són dues, sinó una operació entre dos termes. Dos cossos poden estirar l'un de l'altre mitjançant la contracció d'una corda que els uneixi. La causa de l'acció és doble, és a dir, la disposició de cadascun dels dos cossos; l'acció també és doble, puix que s'exerceix sobre dos cossos; però en tant que té lloc entre dos cossos és una i la mateixa. No hi ha, per exemple, una operació per la qual el Sol atregui Júpiter i una altra operació per la qual Júpiter atregui el Sol, sinó que hi ha una operació per la que el Sol i Júpiter proven d'apropar-se l'un a l'altre. Per l'acció amb què el Sol atreu Júpiter, Júpiter i el Sol tendeixen a apropar-se entre si (per la *tercera llei del moviment*), i per l'acció amb què Júpiter atreu el Sol, Júpiter i el Sol proven d'apropar-se l'un a l'altre. A més, el Sol no es veu atret per una acció doble cap a Júpiter, ni Júpiter és atret per una doble acció cap al Sol, sinó que hi ha una acció única entre ells amb què ambdós s'apropen l'un a l'altre»].

un ulterior desenvolupament del mateix pensament que ja reflecteixen les versions primitives L1 i L2. A més, a L1, conegut també com les *Lectiones de motu*, també està ben especificada la tercera llei del moviment, com ocorre als *Principia*. Cal, doncs, tenir present que tant l'enunciació de la tercera llei del moviment com la seva estreta relació amb la llei de la gravitació universal apareixen nítides a l'escenari de la primera versió inacabada i mig embastada dels *Principia*.

En canvi, si anem més enrere encara, a cap versió del *De motu* no hi apareix mencionada la tercera llei del moviment. A la versió I del *De motu*, la registrada a la Royal Society, i a la versió II només s'hi explicita i s'hi contempla la primera de les lleis del moviment, la llei d'inèrcia. A la versió III, *De motu sphaericorum corporum in fluidis*, Newton ja hi afegeix la segona llei del moviment, però no hi ha cap rastre de la tercera. Herivel situava la redacció d'aquesta tercera versió cap a l'octubre o novembre de 1684, la qual cosa significa que a finals de 1684 Newton encara no dóna senyals d'haver arribat a la tercera llei del moviment. Segons aquestes datacions, Newton hauria descobert la tercera llei durant la primera meitat de l'any 1685. Però si això és així, amb tota la càrrega d'objectivitat que pugui tenir, hom topa amb una dificultat que esdevé ben enigmàtica: si a la versió III del *De motu* de finals de 1684 Newton encara no ha assolit la tercera llei del moviment, com és possible que a l'escoli que conté el Teorema 4 hi afirmi amb contundència que «l'òrbita d'un planeta qualsevol depèn del moviment combinat de tots els altres, per no parlar de l'acció de cadascun d'ells sobre els altres»? És molt sorprenent que en aquesta versió tardana, d'una banda, declari d'alguna manera la llei de gravitació universal i que, de l'altra, ni enuncii la tercera llei del moviment ni digui que aquesta atracció «in se invicem» tingui com a fonament la tercera llei.

Naturalment, hi ha la possibilitat que Newton hagués arribat a la tercera llei abans o durant la redacció de la versió III del *De motu* i que no l'hagués posat per escrit. És una opció que podria semblar bastant improbable si tenim en compte que 1) la tercera llei del moviment és una de les fites més notables de tota l'obra newtoniana i que 2) la llei de gravitació universal que expressa a l'escoli del Teorema 4 n'és una conseqüència de dimensions revolucionàries. Per tant, és probable que Newton no hagués assolit la tercera llei abans de 1685. Però en aquest cas, quin altre camí hauria pogut permetre Newton assolir la idea de gravitació universal que no fos l'aplicació directa de la tercera llei? Cohen posa èmfasi en el fet que no tenim cap document que ens informi en què s'hauria recolzat Newton per a escriure el passatge de l'escoli al Teorema 4: «We have no documents that show us how or why Newton came to perceive that planets act gravitationally on one another. But there can be no doubt that in the new paragraph he states unambiguously that there exists a gravitational action of one planet on another, referring specifically and directly to *eorum omnium actiones in se invicem*»²³³. I, després, insisteix en aquesta idea malgrat que no veu altra possibilitat que Newton s'hagués recolzat en la tercera llei del moviment:

«I have assumed that the logic whereby Newton arrived at the concept of mutual gravitational perturbations of planetary orbits must have depended heavily on the third law of motion: that to every action there is also an equal and opposite reaction. But I must repeat that we have no direct evidence to support this point

²³³ I.B. COHEN, *The newtonian Revolution*, p. 266, Cambridge University Press, 1980. [«No posem documents que mostrin com o perquè Newton va arribar a adonar-se que els planetes actuen gravitatòriament els uns sobre els altres. Tanmateix, no pot haver-hi el més petit dubte que en el nou passatge afirma sense ambigüitats que existeix una acció gravitatòria d'un planeta sobre l'altre, al·ludint directament i en especial a *eorum omnium actiones in se invicem*»].

of view, nor do we have any document whatever in which there is an antecedent version of Newton's conclusion concerning *eorum omnium actiones in se invicem*». ²³⁴

Sembla, doncs, que Cohen no veu possible un camí alternatiu a la tercera llei. Es dedueix que Newton hauria arribat a la tercera llei del moviment abans d'escriure la versió III del *De motu* i no hauria cregut convenient redactar-la-hi. Si Cohen encerta, caldria preguntar-se per què Newton no inclou, com diem, cap ni una informació sobre la tercera llei en aquesta versió del *De motu*, donada la seva importància; es difícil de dir, puix que no es tracta de quelcom que necessiti una gran elaboració matemàtica ni necessiti ser treballat abans de fer-ho públic una vegada s'ha aconseguit assolir el principi. Sigui com sigui, Cohen no creu versemblant que el procediment pel qual Newton arriba a la comprensió última de la llei de gravitació universal a les redaccions de L1 i dels *Principia* sigui distint del que el dugué a la versió III del *De motu*: «I see no reason not to believe that this was the very same set of steps that had led him to this concept some few months earlier» ²³⁵. Si no hagués estat així, prevaldria l'enigma de què el va portar a les paraules de l'escoli.

§ 5.4 La *massa* com a quantitat de matèria

La segona gran idea que Newton incorpora als escrits posteriors al primer *De motu* és el concepte de «massa». El mateix mètode de treball de Newton exigeix que la massa hagi de ser un dels últims conceptes a entrar en joc. El punt del que havia partit Newton havia estat la idealització geomètrica d'un sistema on el Sol, font gravitatòria, i els planetes no són més que punts matemàtics sense més atributs que els que pot tenir un punt matemàtic i, per tant, amb absoluta absència de massa (*Principia*, I, mecànica racional). Pas a pas, Newton anirà passant d'una anàlisi geomètrica ideal a una anàlisi que tindrà en compte les magnituds físiques que es donen en el món real (*Principia*, III, mecànica celeste). I la massa és, estrictament, una magnitud física, l'atribut físic dels cossos per excel·lència. Així doncs, la qüestió gravitatòria, pot ben dir-se, no pot ser resolta només a un mer nivell geomètric, en la mesura que la massa no té cabuda en un sistema així, fonamentat en punts ideals. És precisament per això, com havíem comentat i sense afany de repetir-nos en excés, que totes les lleis de Kepler només s'han d'entendre com una *estructura primària idealitzada* (EPI); i és precisament per això, per la introducció d'una magnitud física com la massa, que es pot dir que amb Newton s'inaugura la vertadera física universal moderna, en tant que, per primer cop, unes estructures celestials descrites tan sols geomètricament es desplacen a un nivell físic concret.

Urgeix ara analitzar quin tractament fa Newton del concepte de *massa* des de la concepció del *De motu* fins a les paraules definitives dels Llibre III dels *Principia*. A la primera versió del *De motu* (IXa), la que s'ha tractat extensament en capítol IV i que coincideix amb la versió registrada a la Royal Society de Londres, no apareix enlloc el concepte de massa: Newton opera encara amb estructures geomètriques idealitzades

²³⁴ *Ibidem.*, p. 267. [«He suposat que la lògica amb què Newton va arribar a la idea de perturbacions gravitatòries mútues de les òrbites planetàries ha hagut de dependre notablement de la tercera llei del moviment. No obstant això, he de repetir que no posseïm elements de judici directe que recolzin aquest punt de vista, ni tampoc tenim cap document on aparegui una versió antecedent de la conclusió de Newton relativa a *eorum omnium actiones in se invicem*»].

²³⁵ *Ibidem.*, p. 267. [«No veig cap raó per no creure que es tracti del mateix conjunt de passos que el van dur a la mateixa idea uns mesos abans»].

amb l'afany de respondre la pregunta de Halley. Si fem una ullada a les altres versions del *De motu* de la Portsmouth Collection passa el mateix que al *De motu* original: la versió II (IXb), una reelaboració poc rica de la versió primitiva, tampoc inclou cap cita on es faci ressò de la massa dels cossos; ni tan sols la versió III (IXc), que, com hem vist, sí inclou força avenços, n'aporta cap mena d'informació ni referència. En canvi, als dos documents Xa i Xb que inclou la Portsmouth Collection – esborranys que Herivel no considera pròpiament versions del *De motu* en la mesura que no hi ha gairebé cap ni una de les demostracions que apareixen a I, II i III- hi apareixen per primer cop sengles definicions de la massa o de la quantitat de matèria. Atès que aquests esborranys plens de definicions que Newton anava afegint lentament són posteriors a les tres primeres versions del *De motu*, pot dir-se que Newton és plenament conscient de la importància de la magnitud física de la massa a principis de 1685. Aquest canvi expressa amb força transparència, doncs, l'apropiada evolució que fa Newton d'un sistema merament geomètric a un de físic.

Efectivament doncs, la primera menció del concepte de massa com a variable necessària per a resoldre el problema gravitatori apareix a l'esborrany Xa, conegut sota el títol de *De motu corporum in mediis regulariter cedentibus*. Estem davant, únicament, d'un reguitzell de definicions, lleis i lemes on Newton millora i fa més precises algunes qüestions conceptuals, i a la Definició 11 de les divuit que exposa, sir Isaac hi apunta:

«Quantitas motus est quae oritur ex velocitate et *quantitate corporis* translati conjunctim. Aestimatur autem *quantitas corporis* ex copia materiae corporeae quae gravitati suae proportionalis esse solet. Pendulis aequalibus numerentur oscillationes corporum duorum eiusdem ponderis, et copia materiae in utroque erit reciproce ut numerus oscillationum eodem tempore factarum».²³⁶

En primer lloc, l'expressió «*quantitas corporis*» serà substituïda directament als *Principia* per «*quantitas materiae*» o «massa». «*Quantitas corporis*» encara expressa una certa generalització semàntica, un cert relaxament pel que fa a la precisió dels termes tractats. Per «*corpus*» entendria Newton la totalitat de la matèria que el conforma, tal i com intenta explicar a la definició, però encara és entès com una unitat en si mateixa, com si existissin d'una banda «cossos» i, de l'altra, «matèria». Als *Principia* ja prefereix partir de la base que un «*corpus*» no és essencialment res, sinó que l'únic que existeix és «*materia*» en distintes quantitats. En segon lloc, ja ens instrueix en aquesta primera definició primitiva que «el volum de matèria corpòria és normalment proporcional a la seva gravetat»; en altres paraules: que, per al càlcul de les atraccions gravitatòries, cal tenir en compte la quantitat de matèria que compon un cos, és a dir, la massa, i que l'augment o disminució de massa en aital cos corre paral·lel a l'augment o disminució de gravitació. La demostració d'aquesta afirmació pretén Newton oferir-la mitjançant un suposat experiment amb pèndols, de manera que sembla dir que hi hauria una base empírica en l'adveniment de la variable *massa* en el problema gravitatori. El suposat experiment descriu dues quantitats de matèria del mateix pes sota un efecte pendular, i s'adona que, en aquestes condicions, el

²³⁶ I. NEWTON, *De motu corporum in mediis regulariter cedentibus*. Extret de J. HERIVEL, *The Background to Newton's Principia*, p. 306, Oxford at the Clarendon Press, 1965. [«La quantitat de moviment és allò que es produeix de la velocitat i de la *quantitat d'un cos* conjuntament. I la *quantitat d'un cos* pot ser estimada a partir del *volum de matèria corpòria* que normalment és proporcional a la seva gravetat. Si comptem les oscil·lacions de dos pèndols amb dos cossos d'igual pes, el volum de matèria en els dos casos serà recíprocament proporcional al nombre d'oscil·lacions obtingudes en un mateix temps»].

nombre exacte d'oscil·lacions és el mateix en un temps determinat per a les dues quantitats de matèria distintes. Aquesta és tota la informació que trobem al respecte en aquest esborrany: no torna a fer menció del concepte de «*quantitas corporis*» en tot el que resta del text; no gensmenys, el passatge és d'una importància cabdal en la mesura que, per primer cop, Newton relaciona la massa amb l'acció gravitatòria.

Poc després, en el segon esborrany, *De motu corporum* (Xb), Newton ofereix unes revisions d'aquesta definició i, per segon cop, torna a mencionar la massa i ho fa ara amb unes modificacions importants, tant a nivell lèxic, semàntic com formal. Tot això denota la voluntat de Newton de subratllar la importància dels conceptes. Per començar, es dóna una reordenació psicològica pel que fa a la jerarquia triada de les definicions: ara, les definicions que fan referència a la quantitat de matèria prenen les primeres posicions en el llistat, a diferència de Xa, on la única definició prenia l'onzè lloc entre divuit. I així, ens diu a la Definició 1: «*Quantitas materiae est quae oritur ex ipsius densitate et magnitudine conjunctim. Corpus duplo densius in duplo spatio quadruplum est. Hanc quantitatem per nomen corporis vel massae designo*»²³⁷. A Xa no definia pròpiament que hem d'entendre per quantitat de matèria; ara no només ho fa, apel·lant a la densitat i la magnitud espacial, sinó que la bateja sota el nom de «cos» i, especialment, de «massa». En efecte, és en aquest context de la Definició 1, on, per primera vegada, Newton utilitza el nom concret de «massa». I pel que fa al contingut de la Definició 1 també veiem que és ben distint de l'emprat a Xa.

L'enunciat de Xb que correspondria a la Definició 11 de Xa és, per ser estrictes, la Definició 2: «*Quantitas motus est quae oritur ex velocitate et quantitate materiae conjunctim. Motus totius est summa motuum in partibus singulis, adeoque in corpore duplo maiore aequali cum velocitate duplus est et dupla cum velocitate quadruplus*»²³⁸. L'objectiu d'aquesta Definició 2 és entendre quina cosa pugui ser la quantitat de moviment, «*quantitas motus*», com ho era també a la Definició 11 de Xa; però ara la defineix com el producte de la velocitat i de la «*quantitas materiae*», sense emprar la «*quantitas corporis*» de la Definició 11 a Xa i que suava havia desglossat a la Definició 1. En realitat, el que Newton està definint és el *moment* (p), que encara avui entenem com la magnitud física fonamental de tipus vectorial que resulta del producte de la massa (m) per la velocitat (v), $p = mv$, i que defineix la quantitat de moviment lineal d'un cos. El concepte de «moment» pot semblar poc intuïtiu, tant a nivell semàntic com per una qüestió terminològica, però si, donat un cos que es mou en una direcció, ens preguntessin quina *quantitat* de moviment ve inclòs en l'objecte mòbil, no podríem sinó respondre que aquesta quantitat és definible com el producte de la *quantitat* de velocitat que duu el mòbil, és a dir, la pròpia velocitat, per la seva *quantitat* de matèria, és a dir, la seva massa.

Als ulls de Newton, d'aquestes definicions ençà, es torna tan rellevant la noció de massa en els fonaments de la teoria física clàssica de la gravitació que, poc temps després, no dubta ni un sol instant a inaugurar els *Principia* amb una definició de massa. En efecte, així s'inicia la primera plana dels *Principia*, amb aquesta cèlebre Definició 1: «*Quantitas materiae est mensura eiusdem orta ex illius densitate et*

²³⁷ I. NEWTON, *De motu corporum*, Xb. Extret de J. HERIVEL, *The Background to Newton's Principia*, p. 315, Oxford at the Clarendon Press, 1965. [«La *quantitat de matèria* és allò que surt de la seva densitat i de la seva magnitud. Un cos el doble de dens en un espai doblat la multiplica per quatre. Designo com a *cos* o *massa* a aquesta quantitat»].

²³⁸ *Ibidem.*, p. 315. [«La quantitat de moviment és allò que es produeix de la velocitat i de la *quantitat de matèria* conjuntament. El moviment total és la suma del moviment de les parts individuals, i per tant, en un cos el doble de gran amb la mateixa velocitat el moviment és duplica, i amb el doble de velocitat, es quadruplica»].

magnitudine conjunctim»²³⁹. És una definició molt propera a la donada a Xb, en termes de densitat i magnitud. El desenvolupament d'aquest enunciat és també ben clarificador: «Aer densitate duplicata, in spatio etiam duplicato, fit quadruplus; in triplicato sextuplus. Idem intellige de nive & pulveribus per compressionem vel liquefactionem condensatis. Et par est ratio corporum omnium, quae per causas quascunque diversimode condensantur. Medii interea, si quod fuerit, interstitia partium libere pervadentis, hic nullam rationem habeo. Hanc autem quantitatem sub nomine *corporis* vel *massae* in sequentibus passim intelligo. Innotescit ea per corporis cuiusque pondus: nam ponderi proportionalem esse reperi per experimenta pendulorum accuratissime instituta, uti posthac docebitur»²⁴⁰. Aquesta explicació de la massa, com a magnitud efectivament física, es troba a l'apartat inicial i introductori de les *Definitiones* previ al Llibre I i, per tant, Newton encara no es veu obligat, i vet aquí que ho eludeix, per les restriccions del seu propi mètode que, en el Llibre I, només haurà en compte una anàlisi matemàtica que defugi aspectes íntimament físics. En acabat d'aquesta primera definició, Newton passa a definir el moment, com feia a Xb: «Quantitas motus est mensura eiusdem orta ex velocitate et *quantitate materiae* conjunctim»²⁴¹.

A mode de resum d'aquestes qüestions definitòries, vegi's adequadament que la noció de massa és una noció que està en contínua evolució a la ment de Newton. No es menciona ni és pensada a les primeres versions del *De motu*, però a mesura que avancen les exigències del propi discurs, Newton es veu constret a fer-la aparèixer en els esborranys de definicions que apareixen quasi paral·lelament a les esmentades versions. Àdhuc en el context d'aquests esborranys, la mateixa noció de massa pateix modificacions, tant a nivell lèxic com semàntic. De ser anomenada «quantitat de cos» passa a convertir-se en «quantitat de matèria» i, finalment, «massa». En aquesta evolució es veu també l'escalada jeràrquica del concepte, passant a ser una definició tan primordial que acaba ocupant el primer lloc en la redacció dels propis *Principia*.

El concepte de massa originari que maneja Newton deriva directament de la primera llei del moviment: la llei d'inèrcia, que diu que tots els cossos perseveren en el seu estat a menys que una força extrínseca –«vis impressa»- els alteri, demana que existeixi una força inercial –«vis insita, vis inertiae»- que representi una resistència al moviment. Ho deixa ben clar a la Definició III del Llibre I: «Materiae vis insita est potentia resistendi, qua corpus unumquodque, quantum in se est, perseverat in statu suo vel quiescendi vel movendi uniformiter in directum»²⁴². En realitat, no obstant això, aquesta força inercial no és pròpiament una força, sinó l'efecte proporcional de la quantitat de matèria, és a dir, la massa. Per tant, el que tradicionalment venia a considerar-se una força inercial no pot ser altra cosa que la massa o quantitat de matèria que posseeix un cos en el seu estat inalterat per cap força extrínseca. Newton

²³⁹ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, p. 1. [«La *quantitat de matèria* és la mesura de matèria que surt de la seva densitat i volum conjuntament»].

²⁴⁰ *Ibidem.*, p. 1. [«L'aire dos voltes més dens, també a un doble espai, és quàdruple; en triple espai, sèxtuple. El mateix ha de pensar-se de la neu o de la pols condensats per compressió o líquüefacció. I aquesta és la raó mateixa per a tots els cossos que, per qualsevol causa, es condensin de modes distints. No tinc aquí, en canvi, cap raó per a un medi, si és que hi fos, que travessi lliurement els intersticis de les parts. Aquesta quantitat l'anomeno *cos* o *massa*. Es manifesta pel pes de qualsevol cos, atès que, mitjançant alguns experiments molt exactes amb pèndol, vaig trobar que era proporcional al pes, com es mostrarà més endavant»].

²⁴¹ *Ibidem.*, p. 1. [«La quantitat de moviment és la mesura de moviment que s'obté de la velocitat i de la *quantitat de matèria* conjuntament»].

²⁴² *Ibidem.*, p. 2. [«La *força interna* de la matèria és una capacitat de resistir per la qual un cos, depenent només d'ell mateix, persevera en el seu estat de repòs o moviment uniforme i rectilini»].

entén, doncs, que existeix una «massa inercial» (m_i). I valgui dir que és Newton qui, per primer cop, entendrà que aquesta massa inercial d'un cos no és el mateix que *el pes* d'un cos, en la mesura que la massa és una constant i el pes varia segons la distància del cos a la Terra, per la llei de gravitació universal.

Però, a mesura que desenvolupa els *Principia*, Newton introdueix un nou concepte de massa, el de «massa gravitatòria» (m_g). S'entén per massa gravitatòria la propietat d'un cos que és responsable de la força gravitatòria que exerceix sobre un altre cos i, per tant, és un concepte ben distint del de massa inercial, que defineix la propietat d'un cos que mesura la seva resistència davant d'una acceleració produïda per una força externa. Aquesta última definició és independent del tipus de força que actua, i en conseqüència, el concepte de massa inercial no va lligat per a res a la força gravitatòria. La resistència que posa un cos a ser mogut no és, teòricament i *strictu sensu*, el mateix que la quantitat de força gravitatòria que aquest cos fa recaure sobre un altre. No obstant això, ocorre que, des d'un punt de vista experimental, la massa inercial i la massa gravitatòria coincideixen, $m_i = m_g$. Newton mateix, amb l'objectiu de comparar els valors numèrics d'ambdues masses, va realitzar amb pèndols uns experiments que van donar com a resultat una equivalència aproximada d'un 1 per 1000. En termes clàssics, aquesta equivalència era un fet sorprenent que s'havia d'acceptar no pas per deducció lògica sinó per comprovació empírica.²⁴³ A efectes pràctics, doncs, Newton entén que en les formulacions no cal mantenir la distinció entre m_g i m_i i que hom pot fer convergir ambdues nocions en un mateix valor m .

El camí que dugué Newton a la necessitat de tenir en compte, a nivell físic, la massa dels cossos fou vertaderament escrit. L'any 1670, Jean Picard (1620-1682)²⁴⁴ havia aconseguit unes noves mesures del radi de la Terra. Els resultats que va obtenir donaven un valor de 6329 quilòmetres, molt propers al valor real d'un radi mitjà de 6371 quilòmetres, la qual cosa significa un error de desviació de tan sols un 0'66%, gairebé menyspreable. Els càlculs que Newton havia fet a mitjans dels anys seixanta per obtenir la caiguda de la lluna si la força de la gravitació era inversament proporcional al quadrat de la distància havien donat un resultat poc satisfactori, un 21'5% d'error aproximat. Un dels motius d'aquest error era el valor que havia pres com a mesura del radi de la Terra, uns deficients 5344 quilòmetres. El nou valor que aportaven els treballs de Picard devien semblar-li a Newton molt suggerents, i, de fet, se suposa que a principis de 1685 va tornar a fer els càlculs tenint en compte aquests valors, si és que en realitat no els havia fet abans.

Al *De motu* original no hi havia cap referència a aquesta *prova lunar*. Però es dóna el cas que, de nou, a la versió III del *De motu* de la Portsmouth Collection, a un nou escoli que afegeix al final del Problema 5, trobem que Newton ja hi afirma que «computanti mihi prodiit vis centripeta qua luna nostra detinetur in motu suo

²⁴³ PAUL A. TIPLER, *Física para la ciencia y la tecnología*, cap. 11, p. 329, Ed. Reverté, 2003. «Actualmente la equivalencia entre m_g i m_i se encuentra establecida aproximadamente en 1 parte en 10^{12} . Por tanto, de todas las leyes físicas, la equivalencia entre las masas gravitatoria e inercial es una de las mejores establecidas. La equivalencia entre las masas gravitatoria e inercial es la base del llamado *principio de equivalencia*, que es fundamento de la teoría general de la relatividad de Einstein». Una de les conseqüències d'aquesta equivalència és que, si es deixa de banda la resistència de l'aire, tots els objectes propers a la Terra cauen amb la mateixa acceleració. Això significa que per a qualsevol cos, el quocient m_g/m_i és el mateix.

²⁴⁴ Astrònom i jesuïta francès, fou nomenat professor d'astronomia al Collège de France de Paris l'any 1665. Havent treballat algun temps amb Gassendi, l'any 1666 va accedir a l'Acadèmia Reial de les Ciències. Efectivament, malgrat les seves moltes tasques en el camp de l'astronomia de mesura, se'l recorda fonamentalment pel força acurat mesurament del radi terrestre que va publicar a *Mesure de la Terre* (1671).

menstruo circa terram ad vim gravitatis his in superficie terrae, reciproce ut quadrata distantiarum a centro terrae quamproxime»²⁴⁵. Si tenim en compte que, com hem dit, la versió III deuria haver estat escrita al voltant del mes d'octubre de 1684 segons els càlculs de Herivel –o segons altres càlculs com a molt tard al gener de 1685-, es dedueix que Newton ja havia fet alguns càlculs pràctics molt aviat, conjugant les seves lleis del *De motu* i els valors de Picard, bastant abans de la redacció de L1 i L2. El fet és que es tracta d'una admirable concordança: «This is the demonstration that terrestrial gravity, if projected out to the moon by a diminishing factor of the inverse-square law, provides exactly the centripetal force for the moon's acceleration»²⁴⁶. En efecte, a aquestes alçades la seva teoria matemàtica sobre els papers del *De motu* coincideix amb les observacions, de manera que la força centrípeta que ha d'existir en el món celeste sembla no diferenciar-se en absolut de la gravetat dels cossos a la superfície de la Terra. Els continguts del *De motu* quedaven, òbviament, reforçats.

Aquesta demostració era el principi de la unificació definitiva de les dinàmiques terrestre i celeste. Fixem-nos de nou –amb l'esperança de no ser massa reiteratiu- en el procés lògic que duu fins aquí: en Kepler, una munió de mòbils que segueixen la forma el·líptica al voltant d'un centre focal mantenen unes relacions matemàtiques ben determinades; aquestes relacions es mostren com a un conjunt de lleis celestials, i apareixen com a aïllades de tot fenomen terrestre, aïllades en especial del fet que els cossos caiguin sobre la superfície de la Terra. A més, en Kepler, no es dona cap causa d'aquests moviments celestials: simplement són i es limita a donar-ne les seves correlacions. A un nivell merament ideal, les lleis de Kepler s'apliquen als planetes que orbiten entorn del Sol, entenent el Sol i els propis planetes com a simples punts espacials desproveïts de cap tret físic. A nivell matemàtic són lleis de ple dret, però només es poden considerar hipòtesis quan es baixa al nivell físic: «Kepler's three laws of planetary motion are not strictly or exactly true in the world of physics and are true only for a mathematical construct, an imagined realm in which mass points (which do not react with one another) revolve in orbit about either a mathematical center of force or a central attracting body fixed in a system (...). Implies that these 'laws' are laws only in the realm of mathematics or of the imagination and that in the realm of physics they are planetary *hypotheses*».²⁴⁷

Quan s'intenta donar una explicació, també ideal si es vol, del perquè d'aquests moviments, es descobreix que un vector en direcció a un dels focus de l'el·lipse que representi una força que disminueixi amb el quadrat de la distància afectant la inèrcia rectilínia del mòbil, li produirà una òrbita el·líptica i explicarà les relacions matemàtiques de Kepler –Problema 3 del *De motu*. Fins aquí, movent-nos encara a un nivell ideal, en cap cas s'entén que aquesta força centrípeta que brolla d'un centre i

²⁴⁵ I. NEWTON, *De motu sphaericorum corporum in fluidis*, escoli al Problema 5, citada per J. HERIVEL a *The Background to Newton's Principia*, p. 298: *Cap IX: The Tract de Motu*, Oxford at the Clarendon Press, 1965. [«Els meus càlculs revelen que la força centrípeta per la qual la nostra lluna és arrossegada en el seu moviment mensual al voltant de la Terra és a la força de gravitació a la superfície de la Terra molt aproximadament com l'invers del quadrat de la distància des del centre de la Terra»].

²⁴⁶ I.B. COHEN, *The newtonian Revolution*, p. 265-6, Cambridge University Press, 1980. [« Es tracta de la demostració de què la gravetat terrestre, si es projecta fins a la lluna amb un factor de disminució de la llei de l'invers del quadrat, subministra exactament la força centrípeta per a l'acceleració lunar»].

²⁴⁷ *Ibidem.*, p. 266. [«Les tres lleis de Kepler del moviment planetari no són estrictament vertaderes en el món físic, sent tan sols vertaderes per al constructe matemàtic, un àmbit imaginat on els punts de massa (que no reaccionen entre si) giren en òrbites sigui al voltant d'un centre matemàtic de força o d'un cos atraient central fix en un sistema (...). Implica que aquestes 'lleis' només ho són en l'àmbit de les matemàtiques o de la imaginació, mentre que en el camp de la física constitueixen hipòtesis planetàries»].

actua sobre el mòbil de trajectòria el·líptica pugui identificar-se alhora amb la gravetat dels cossos sobre la mateixa superfície de la Terra, però posa sobre la taula el fet que pugui existir una força centrípeta *real i física*, no ideal, que mantingui els planetes en les seves òrbites observades. Sobre el paper, els càlculs que prenen com a centre focal de l'el·lipse el Sol semblen mostrar l'existència d'una força centrípeta que brolla del Sol i que ordena els cossos celestes en el seu moviment. Quan Newton trasllada aquest plantejament 'Sol-planetes' a la relació 'Terra-lluna', s'adona que la caiguda de la lluna deguda a la força centrípeta sobre un centre que fos la Terra, és proporcional als valors de la pròpia gravetat terrestre si l'esmentada força disminueix amb el quadrat de la distància. De manera que *la gravitació dels cossos sobre la superfície terrestre (gravitas) és deguda a la mateixa força que manté la lluna en el seu moviment orbital*. Certament, era tan revolucionari com poc creïble:

«The correlation of the moon's orbit with the acceleration of gravity assumed that the inverse-square law holds, not only at the distance of the moon but also at the surface of the earth. All the particles of the vast earth, stretching out in every direction beyond the horizon, combine to attract an apple a few feet above its surface at Woolsthorpe or at Cambridge with a force dependent, not on the apple's distance from the surface, but on its distance from the center of the earth. Was such a notion credible?»²⁴⁸

I és aqueixa la pregunta que es fa Westfall: «By what right could he extend the ancient word *gravitas* (heaviness), applied to the apple, both to the attraction that holds the moon and to the attraction of the sun?»²⁴⁹. Clarament, aquest dret no s'hauria fet efectiu si Newton no hagués pres les mesures de Picard sobre el radi de la Terra; quan al 1666 Newton intenta els mateixos càlculs, tot seguint la seva intuïció genial, i s'adona que el marge d'error era massa ampli, malgrat la sospita, no pot unificar, de cap manera, una suposada força centrípeta i la «gravitas». Per suposat, als anys seixanta era una idea descabellada i, per tant, es va quedar a un calaix i ningú en va saber res. Quan ara, amb els nous valors de Picard, la seva idea subministra uns càlculs tan exactes, no dubta en ensenyar-ho al món i el món, és clar, s'esvalota.

Tots aquests pensaments, doncs, queden implícits a l'escoli del Problema 5 de la versió III del *De motu* de la Portsmouth Collection. Però no els farà públics fins a l'aparició dels *Principia*. Efectivament, és al famós enunciat de la Proposició 4 del Llibre III de mecànica celeste on Newton afirmarà i demostrarà definitivament, basant-se en els mesuraments ja especificats i després de proveir-nos de tot un seguit de càlculs adequats, que «et propterea vis qua Luna in orbe suo retinetur, si descendatur in superficiem terrae, aequalis evadit vi gravitatis apud nos, ideoque (per reg. I & II) est illa ipsa vis quam nos gravitatem dicere solemus»²⁵⁰. Acte seguit, com

²⁴⁸ R. WESTFALL, *Never at rest: a biography of Isaac Newton*, p. 427, Cambridge University Press, 1983. [«La correlació de l'òrbita lunar amb l'acceleració de la gravetat assumia que la llei de l'invers del quadrat era aplicable, no només a la distància de la lluna, sinó també a la superfície de la Terra. Totes les partícules de la vasta Terra, estenen-se en totes direccions, més allà de l'horitzó, es combinen per a atraure una poma situada a uns pocs peus per sobre de la seva superfície, a Woolsthorpe o a Cambridge, amb una força que depèn, no de la distància de la poma a la superfície, sinó de la seva distància al centre de la Terra. Era això una noció creïble?»].

²⁴⁹ *Ibidem.*, p. 429. [«Amb quin dret podia estendre l'antiga paraula *gravitas* (pesadesa), aplicada a la poma, a l'atracció que retenia la lluna i a l'atracció del Sol?»].

²⁵⁰ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, p. 397. [«I, per tant, la força amb què la lluna és retinguda en la seva òrbita, si descendís fins a la superfície terrestre, resulta igual a la força de la gravetat entre nosaltres, i per això (per les regles I i II) és aqueixa mateixa força que nosaltres solem anomenar *gravetat*»].

ja hem vist anteriorment, Newton extrapola aquesta revolucionària deducció a la resta de planetes i satèl·lits: « Gravitas igitur datur in planetas universos »²⁵¹, és a dir, que tots els planetes són desviats de la seva trajectòria rectilínia per la força de la gravetat, la mateixa que actua a la pròpia superfície de la Terra. No hi ha cap motiu per no fer aquesta extrapolació, atès que allò que es vàlid per a la lluna, ha de ser també per a tota la resta de planetes del sistema del món, puix que tots ells estan sotmesos a les lleis de Kepler.

Què te a veure tot això amb allò que ens interessa: l'aparició del concepte de «massa»? Una vegada s'ha universalitzat la gravitació, Newton no oblidava que, per la tercera llei del moviment, no hi ha acció sense reacció. Si la força de la gravetat, com havia demostrat, és la força que atrau la Lluna cap a la Terra, aleshores, per reacció, la Terra també serà atreta cap a la Lluna. De la mateixa manera, si cadascun dels planetes és atret pel Sol, el Sol també serà atret per cadascun dels planetes. Segons Newton, aquesta facultat recíproca de gravitar, és a dir, la força de la gravitació, és *proporcional a la quantitat de matèria (o massa) que posseeix cadascun dels cossos*. De manera evident, la massa no pot ser presa en consideració en la mecànica racional merament geomètrica que Newton emprava en el Llibre I dels *Principia*, però es fa obligatòria quan es baixa al nivell físic, puix que és l'única magnitud física fonamental que pot ser la causa de la pròpia gravitació. «Debido al carácter dual y recíproco de la fuerza de la gravedad, la proporcionalidad no puede establecerse por relación a un solo cuerpo, sino que *debe incluirse la masa de los dos cuerpos en interacción*»²⁵². En definitiva: podria existir un món on els cossos centrals atraguessin els objectes circumdants, plenament actius i sense ser ells afectats gravitatòriament perquè ells són les úniques fonts de gravetat, la qual cosa faria irrellevant la quantitat de matèria dels objectes orbitals; però aquest món, *de facto*, no pot existir ni existeix, atès que per la tercera llei, la d'acció i reacció, els cossos centrals, ja no només actius sinó ara també passius, també es veuen afectats gravitatòriament pels objectes circumdants; i, si això és així, la resultant gravitatòria d'aquest fet només pot ser determinada proporcionalment si tenim en compte la massa dels cossos implicats. La massa ha de ser, per pura necessitat, l'altre ingredient fonamental, com demostra Newton amb pèndols, per a la nova llei gravitatòria.

La deducció matemàtica moderna d'aquests aspectes teòrics segueix l'esquema de la Figura 8 del capítol III. Suposem un planeta de massa m_p que orbita al voltant del Sol. La segona llei de la dinàmica postula que, per a què aquest planeta mantingui l'acceleració al voltant del Sol, és necessari que actuï sobre ell una força F , el valor de la qual ve donat per: $F = m_p a$ (vegi's Figura 17). Sabem que l'acceleració a és, en un sistema de moviment circular uniforme, el quocient entre el quadrat de la velocitat i el radi del sistema, $a = v^2/r$. I sabem també que la velocitat uniforme és el doble del producte entre el radi i el número π , $v = 2\pi r/T$. Podem calcular el quadrat de la velocitat i a la fórmula resultant hi podem fer la substitució sobre el temps aplicant la tercera llei de Kepler, que dona la relació dels orbes celestes al voltant del Sol. Desenvolupant els càlculs –com passava a la Figura 8 del capítol III- obtindrem la fórmula que ens mostra la proporcionalitat entre la força gravitatòria i el producte de l'invers del quadrat de la distància amb una constant $4\pi^2/k$, a la qual anomenem c . Ara, tanmateix, la força gravitatòria també apareix, naturalment, com a proporcional

²⁵¹ *Ibidem.*, p. 399. [«La gravetat es dona, doncs, a tots els planetes»].

²⁵² A. RIOJA/J. ORDÓÑEZ, *Teorías del Universo, Vol. II. De Galileo a Newton*, cap. 5.4.3, p. 215, Ed. Síntesis, 1999.

a la massa m_p del planeta que orbita al voltant del Sol. La constant c , $4\pi^2/k$, s'ha d'entendre com la constant de proporcionalitat dels planetes respecte al Sol.

Però el que ara Newton introdueix és la tercera llei del moviment, que diu que a tota acció hi respon una reacció, i això significa que, en el nostre exemple, la força gravitatòria que el Sol exerceix sobre el planeta m_p ha de ser de la mateixa intensitat que la força amb què el Sol és atret pel mateix planeta. Atès que el Sol és ara l'objecte passiu, en tant que és atret pel planeta m_p canvia la perspectiva, i si ara entenem com a centre el propi planeta i al Sol com a l'objecte orbitant, si volem deduir la quantitat de força que rep l'astre rei haurem de tenir en compte també la seva massa (M_s). Tot això implica que la constant c ha de ser proporcional a la massa del Sol, $c = GM_s$. Aquest fet, amb la substitució pertinent, ens duu a la formulació última on la força gravitatòria entre un planeta m_p i el Sol és proporcional al producte de les seves masses i inversament proporcional al quadrat de la distància que els separa.²⁵³

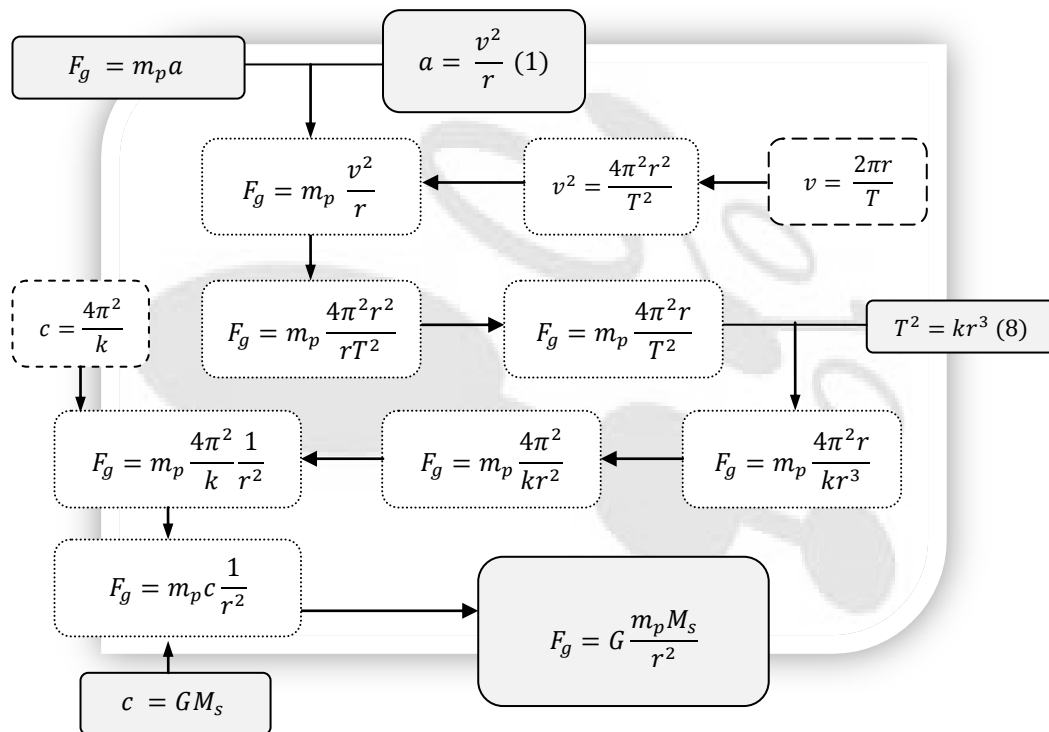


Figura 17

«Gravitatem in corpora universa fieri, eamque proportionalem esse quantitati materiae in singulis»²⁵⁴. D'aquesta manera enuncia, desenvolupa i generalitza Newton a la famosa Proposició 7, sense fer-lo explícit, el contingut que s'oculta rere aquesta fórmula arxiconeguda i el que pròpiament és el dividend $m_p M_s$. I aixecant un

²⁵³ Podria pensar-se que G està associada o que d'algun mode sigui dependent del Sol. Però el fet és que, per la tercera llei del moviment, el Sol i el planeta tenen una relació recíproca i simètrica, de manera que G no està més associada a un que a l'altre. G és la constant de gravitació universal. La determinació empírica de la constant l'any 1798 fou un mèrit del físic i químic anglès Henry Cavendish (1731-1810). El valor de la constant que trobà Cavendish fou $G = (6,693 \pm 0,048) \cdot 10^{-11} m^3 kg^{-1} s^{-2}$. Actualment es considera el valor més ajustat $G = (6,67259 \pm 0,00085) \cdot 10^{-11} m^3 kg^{-1} s^{-2}$.

²⁵⁴ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, p. 403. [«La gravetat es dona a tots els cossos i és proporcional a la quantitat de matèria existent en cadascun d'ells»].

dels monuments més grans de la modernitat, quan comença a desenvolupar la proposició exposa, de manera eloqüent i definitiva, que «planetas omnes in se mutuo graves esse iam ante probavimus, ut & gravitatem in unumquemque seorsim spectatum esse reciproce ut quadratum distantiae locorum a centro planetae. Et inde consequens est (per prop. LXIX. Lib. I & eius corollaria) gravitatem in omnes proportionalem esse materiae in iisdem»²⁵⁵. En atenció a això, després de tots aquests desenvolupaments teòrics, si, fent la generalització pertinent, prenem dos planetes qualssevol de masses m_1 i m_2 , separats per una distància r , queda constituït al cap darrer el fet universalment conegut que *la força gravitatòria és directament proporcional al producte de les masses o quantitat de matèria que contenen els cossos (m_1 i m_2) i inversament proporcional al quadrat de les seves distàncies (r).*

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (11)$$

§ 5.5 La publicació dels *Principia*

En una carta a Halley del 20 de juny de 1686²⁵⁶, Newton informa que durant l'estiu i la tardor de 1685 i també els primers mesos de 1686, en ple hivern, va enllestir una ampliació i reestructuració del primer llibre, L1, del *De motu corporum*. Per un costat, va acabar d'afinar alguns aspectes de la mecànica racional sobre el moviment dels cossos en un espai sense resistència, i, per l'altre, va afegir força proposicions sobre els fenòmens en medis resistents. Tot aquest treball va dur a què L1 fos extensíssim, i fou aleshores quan Newton va decidir, convençut, arraconar aquesta estructura i convertir L1 en dos llibres diferents que acabarien sent la pròpia nova estructura última dels *Principia*: d'una banda el Llibre I, que estaria íntegrament dedicat al moviment dels cossos sense resistència, i de l'altra, el Llibre II, on s'analitzava el moviment dels cossos sota resistència de fluids. L'antic L2, el *De systemate mundi*, que revisaria una mica més tard, acabaria esdevenint el Llibre III dels *Principia*, entès com a aplicació directa al món físic de les conclusions a què havia arribat als dos primers llibres. S'encetava així l'última transformació formal abans de la publicació de la seva obra magna.

A la primavera de 1686, ben bé a final d'abril, Newton va considerar que el nou Llibre I ja estava definitivament enllestit i, després que Humphrey en fes la còpia corresponent i, segurament després de rellegir-se'l –com li manava la seva natural desconfiança, tan vivaç i punyent al llarg de tota la seva vida-, va enviar-lo via Dr. Vincent (1635?-1722)²⁵⁷ a la Royal Society amb el nou títol de *Philosophiae naturalis principia mathematica*. Newton mateix ho confirma en un manuscrit trenta anys més tard: «The *Book of Principles* was writ in about 17 or 18 months, whereof about two months were taken up with journeys, & the manuscript was sent to the Royal Society in spring 1686; & the shortness of the time in which I wrote it, makes me not

²⁵⁵ *Ibidem.*, p. 403. [«Ja hem provat que tots els planetes graviten entre si, i també que la gravetat cap a cadascun d'ells considerat individualment és inversament proporcional al quadrat de la distància des de cada lloc al centre del planeta. De la qual se'n segueix (per la Proposició 69 del Llibre I i els seus corol·laris) que la gravetat cap a tots és proporcional a la matèria que hi ha en ells].»

²⁵⁶ I. NEWTON, *Carta a Edmund Halley*, 20 de juny de 1686. Pot consultar-se a D. BREWSTER, *Memoirs of the life, writings and discoveries of Sir Isaac Newton*, Vol. 1, p. 402, Edinburgh, 1855.

²⁵⁷ Nathaniel Vincent, científic amateur i membre de Clare Hall a Cambridge, membre de la Royal Society entre 1683-1687 i readmès al 1694, és un personatge secundari conegut sobretot per la seva gran contribució de traduir a l'anglès, per primer cop, els ensenyaments de Confuci.

ashamed of having committing some faults»²⁵⁸. El 21 d'abril de 1686, Halley havia advertit la Royal Society que Newton aviat enviaria l'obra i, efectivament, Thomas Birch en deixa constància en la seva obra sobre la història de la Royal Society: «Dr. Vincent presented to the Society a manuscript treatise entitled *Philosophiae naturalis principia mathematica*, and dedicated to the Society by Mr. Isaac Newton, wherein he gives a mathematical demonstration of the Copernican hypothesis as proposed by Kepler, and makes out all the phaenomena of the celestial motions [...]. It was ordered, that a letter of thanks be written to Mr. Newton; and that the printing of his book be referred to the consideration of the council; and that in the meantime the book be put into the hands of Mr. Halley, to make a report thereof to the council»²⁵⁹. Pel que sabem, d'altra banda, sembla ser que Newton també estava ja bastant satisfet dels Llibres II i III, però encara no s'havia decidit pas a lliurar-los ni publicar-los, atès que encara hi volia fer una bona munió de retocs.

Puix que, després d'aquesta ordenança, passaven els dies i no es prenia cap decisió respecte a aquesta publicació, el 19 de maig de 1686 Halley va posar de nou en una reunió la qüestió sobre la taula i la Royal Society va determinar finalment «that Mr. Newton *Philosophiae naturalis principia mathematica* be printed forthwith in quarto in a fair letter; and that a letter be written to him to signify the Society's resolution, and to desire his opinion as to the print, volume, cuts, &c»²⁶⁰. Halley va escriure Newton informant-lo d'aquesta decisió i dient-li a la vegada que ell mateix es faria càrrec de les despeses de la publicació, car la Royal Society estava passant per vertaderes penúries econòmiques. Mentrestant, Newton estava acabant de revisar el Llibre II, i afegint sobretot al Llibre III uns càlculs per a derivar la distància de la lluna a la Terra en cadascun dels seus punts de l'òrbita.

En aquestes circumstàncies, sobtadament, va ocórrer quelcom que despertava velles sensacions. A través d'una carta de Halley, molt neguitós, escrita al 22 de maig de 1686, i també d'uns informes que havia rebut de Paget, Newton va assabentar-se que Hooke no només l'estava criticant durament sinó que afirmava per tot Londres que li havia plagiat la llei segons la qual la gravitació és proporcional als quadrats de les distàncies al centre. Halley, que coneixia la ira de Newton, ja suava per allò que pogués passar quan Newton se n'assabentés, però pensava que era inevitable dir-li abans que li arribés a les oïdes per altres fonts; i gens segur de poder aplacar la còlera de Newton, li diu a la carta:

«There is one thing more that I ought to inform you of, viz., that Mr. Hooke has some pretensions upon the invention of the rule of the decrease of gravity being reciprocally as the squares of the distances from the centre. He says you had the

²⁵⁸ I. NEWTON, Add. Ms 3968.9, 101-2. Extreta de H.W. TURNBULL, *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 2, p. 411, Cambridge University Press, 1959. [«El Llibre dels Principis va ser escrit en 17 o 18 mesos, dels quals un parell els vaig ocupar en viatges, fins que el manuscrit fou enviat a la Royal Society a la primavera de 1686. La brevetat del temps en què ho vaig escriure no fa que m'avergonyeixi d'haver-hi comès alguns errors»].

²⁵⁹ T. BIRCH, *The History of the Royal Society of London*, IV, p. 479-80, A. Millar in the Strand, Londres, 1756. [«El Dr. Vincent va presentar a la Societat un tractat manuscrit titulat *Philosophiae naturalis principia mathematica*, dedicat a la Societat per Mr. Isaac Newton, on ofereix una demostració matemàtica de la hipòtesi copernicana proposada per Kepler, i on explica tots els fenòmens dels moviments celestes [...]. Es va ordenar que es redactés una carta d'agraïment a Mr. Newton; que se sotmetés a la consideració del Consell la publicació del llibre, i que, mentrestant, el llibre quedés a les mans de Mr. Halley per a què n'elaborés un resum per al Consell»].

²⁶⁰ *Ibidem.*, p. 484. [«Que els *Philosophiae naturalis principia mathematica* de Mr. Newton fossin publicats sense demora en una edició en quart de caràcter llegibles i que se li escrivís una carta per a comunicar-li la decisió de la Societat i demanar-li l'opinió sobre la impressió, el volum, mides, etc.»].

notion from him, though he owns the demonstration of the curves generated thereby to be wholly your own. How much of this is so, you know best, as likewise what you have to do in the matter, only Mr. Hooke seems to expect you should make some mention of him in the preface, which 'tis possible you may see reason to prefix. I must beg your pardon, that 'tis I that send you this ungrateful account; but I thought it my duty to let you know it, that so you might act accordingly, being in myself fully satisfied, that nothing but the greatest candour imaginable is to be expected from a person, who has of all men the least need to borrow reputation». ²⁶¹

Ben mirat, segons el que ens diu Halley, Hooke no faltava del tot a la veritat. Hooke no negava tot el mèrit de Newton pel que fa al gran desenvolupament deductiu i matemàtic del Llibre I dels *Principia*, però volia que es reconegués que el punt de partida havia estat l'intercanvi epistolar que havien mantingut els anys 1679-1680, i en concret, la idea de l'invers del quadrat de la distància que Hooke instava Newton a tenir en compte. D'entrada, Newton va atabalar-se poc, però a mesura que passaven els dies s'anava inflant de la seva ira, en silenci, i va començar a repassar tota la correspondència amb Hooke d'aquella època. Newton no podia suportar aquesta demanda, tant perquè possiblement considerava que Hooke no havia fet gran cosa més que recuperar alguns dels pensaments de Borelli, com perquè trobava indigne de Hooke el prec de ser mencionat en un prefaci amb el baix propòsit de voler eternitzar-se a costelles d'altri.

I Newton, endut per aquesta ira creixent, agafà els esborranys que encara tenia sobre la taula dels Llibres II i III i eliminà el nom de Hooke que, per deferència, havia escrit en alguns passatges. I el 20 de juny de 1686, Newton explota i escriu Halley dient-li que ha sabut per altres fonts –sense dubte l'informe de Paget– que Hooke continuava difamant-lo; i que era hora que sabés en detall com havien anat les coses en aquella correspondència de 1679-1680. Tota aquesta carta és un al·legat contra Hooke, i la ràbia que mostra Newton és aclaparadora. Hi ha passatges que són molt devastadors: «Now is not that very fine? Mathematicians that find out, settle & do all the business must content themselves with being nothing but dry calculators & drudges & another that does nothing but pretend & grasp at all things must carry away all the invention as well of those that were to follow him as of those that went before». I encara: «That in my answer to his first letter I refused his correspondence and told him I had laid philosophy aside [...]; I expected to heare no further from him, could scarce perswade my self to answer his second letter, did not answer his third, was upon other things»; i després li diu que d'això de mencionar-lo en el prefaci, de cap de les maneres: «And why should I record a man for an invention who founds his claim upon an error therein & on that score gives me trouble? He imagines he obliged me by telling me his theory, but I thought myself disobliged by being, upon

²⁶¹ E. HALLEY, *Carta a Isaac Newton*, 22 de maig de 1686. Extreta de D. BREWSTER, *Memoirs of the life, writings and discoveries of Sir Isaac Newton*, Vol. 1, p. 400, Edinburgh, 1855. [«Hi ha una cosa més sobre la que hauria d'informar-lo, i és que Mr. Hooke té algunes pretensions sobre la invenció de la regla segons la qual la disminució de la gravetat és proporcional als quadrats de les distàncies del centre. Diu que vostè va prendre d'ell aquesta noció, malgrat que reconeix que la demostració de les corbes que se'n deriven és exclusivament invenció de vostè. Ningú millor que vostè coneixerà allò que pugui haver-hi de cert, de la mateixa manera que ningú millor sabrà què s'hagi de fer al respecte. Només puc comunicar-li que Mr. Hooke sembla esperar que el mencioni en el prefaci que segurament vostè voldrà escriure. Li prego disculpi que sigui jo qui l'informi d'aquest afer, però vaig creure que era el meu deure fer-li saber per tal que pogués actuar en conseqüència, estant plenament convençut comestic que cap altra cosa pot esperar-se sinó el més gran candor imaginable d'una persona qui, entre tots els homes, seria la menys necessitada de reputació»].

his own mistake, corrected magisterially, and taught a theory, which every body knew, and I had a truer notion of than himself»; i segueix més agressiu: «Should a man who thinks himself knowing, and loves to show it in correcting and instructing others, come to you, when you are busy, and not withstanding your excuse press discourses upon you, and through his own mistakes correct you, and multiply discourses; and then make this use of it, to boast that the taught you all he spake, and oblige you to acknowledge it, and cry out injury and injustice if you do not?».²⁶²

El resultat d'aquest empipament ferotge va ser l'amenaça sobre Halley de no publicar el Llibre III. Halley, que era un home conciliador, s'estirava els cabells. Va suggerir a Newton que la publicació del Llibre III era una necessitat, va lloar Newton fins l'extenuació, va satisfer els seus precos duent a terme una investigació favorable a Newton; fins i tot, li va fer entendre que les actuacions de Hooke no havien estat tan severes com ell s'imaginava. Aquest devessall de llagoteria va calmar Newton. Fins i tot, es va repensar incloure de nou el nom de Hooke en algun passatge del Llibre III, i si bé és cert que el nom no apareix a tots els llocs on podria aparèixer, apareix almenys on va creure que no podia fer-se una falta davant de la veritat. Les amenaces van ser, doncs, focs d'artifici i poca cosa més; Newton va seguir treballant en el seu Llibre II i, segons sembla extreure's de les seves pròpies paraules, el va acabar del tot a la tardor de 1686, tot i que probablement no ho va fer fins l'hivern de 1686-1687: «The second book I made ready for you in autumn, having wrote to you in sommer that it should come out with the first & be ready against the time you might need it [...]»²⁶³. Les conclusions més essencials d'aquest segon llibre es presentaven com un atac diàfan al pensament cartesià: impossibilitat de la inexistència del buit i negació de la substància etèria, i, per tant, inviabilitat del sistema del món format per vòrtexs.

La Royal Society va desvincular-se de la publicació dels *Principia*. Estava vivint moments molt difícils a nivell econòmic i, a més, no s'havia constituït ni tenia vocació d'editorial, de manera que, en una reunió del 2 de juny de 1686, va fer recaure el pes de la publicació sobre Halley: «It was ordered, that Mr. Newton's book be printed, and that Mr. Halley undertake the business of looking after it, and printing it at his own charge; which he engaged to do»²⁶⁴. Halley va contractar un impressor per al

²⁶² I. NEWTON, *Carta a Edmund Halley*, 20 de juny de 1686. *Ibidem.*, p. 401-405. [«Molt bonic això, oi? Els matemàtics que fan descobriren, consoliden i fan tota la feina han d'accontentar-se en no ser sinó simples i servils calculadors, i en canvi, aquell qui no ha fet res més que pretendre i aferrar-se a totes les coses ha d'apropriar-se, com aquells que el segueixen, de la invenció amb els mateixos drets dels que el van precedir». [«Que a la meua resposta a la seva primera carta, vaig refusar mantenir relacions epistolars amb ell i li vaig dir que ja havia deixat de banda la filosofia [...]; vaig esperar a no saber res més d'ell, em va costar persuadir-me de respondre a la seva segona carta, però a la tercera ja no el vaig respondre, estava ocupat en altres coses». [«I per què hauria de mencionar un home la pretesa autoria del qual la invenció es basa en un error i m'entuja amb això? Ell creu obligar-me explicant-me la seva teoria, i jo en canvi no crec pas tenir-hi cap obligació, havent corregit el seu error com vaig fer; i creu que va alligonar sobre una teoria que tothom coneixia i de la qual jo en tenia un coneixement superior». [«És el comportament d'un home que creu saber i desitja mostrar-ho als altres corregint-los i instruint-los, dirigir-se't quan estàs ocupat i, ignorant les teves explicacions, et pressiona amb discursos, et corregeix basant-se en errors, multiplica els seus discursos i després fa ús de tot això proclamant que et va ensenyar tot el que dius, obligant-te a reconèixer-ho, clamant que seria una injúria i una injustícia no fer-ho?»].

²⁶³ I. NEWTON, *Carta a Edmund Halley*, 13 de febrer de 1687. Extreta de H.W. TURNBULL, *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 2, p. 464, Cambridge University Press, 1959. [«El Llibre II que vaig enllestir per a vostè la passada tardor, havent-li escrit a l'estiu que hauria de publicar-se amb el primer i estar a punt per quan vostè el necessités [...]»].

²⁶⁴ T. BIRCH, *The History of the Royal Society of London*, IV, p. 486, A. Millar in the Strand, Londres, 1756. [«Va ordenar-se que el llibre de Mr. Newton fos publicat i que Mr. Halley es fes càrrec de tot el relatiu a l'edició, també de les despeses, cosa que ell es va comprometre a fer»].

primer llibre, però les coses van alentir-se moltíssim: Newton, no se sap ben bé per què, havia demanat que el llibre no fos publicat abans que concloués el trimestre de Sant Miquel, *Michaelmas*, el 29 de setembre. Degut a això, la impressió va aturar-se i, al mes d'octubre, només s'havien imprès tretze planes. Com narra el mateix Newton, Halley va viatjar a Cambridge a principis de setembre per saber com anava el treball de correcció de Newton, però no en va treure massa aigua clara. Cal afegir que, a més a més, Halley també va tenir problemes. Per algun motiu ben poc conegut, el 29 de novembre de 1686 la Royal Society va endegar un procés contra Halley i va sotmetre a votació si Halley havia de seguir ocupant el càrrec d'ajudant dins de la Societat. El 5 de gener de 1687, el Consell va obrir diligències per investigar Halley: «It was ordered, that Mr. Waller, Mr. Hooke, Mr. Pitfield [...] be a committee to inspect the books of the Society, to see if Mr. Halley had performed his duty in relation to the entries to be made by him»²⁶⁵. Malgrat tot, el 9 de febrer següent, el comitè del Consell va llegir un informe que sostenia Halley en el càrrec i netejava la seva dignitat. No se sap ben bé quina va ser la causa d'aquest atac temporal contra Halley dins de la pròpia Societat. És probable, però, que Hooke i els seus adlèters, amb no massa escrúpols, organitzessin aquesta venjança contra Halley per haver donat impuls als *Principia* i, sobretot, perquè atacar Halley era una manera subtil d'atacar Newton. Hi ha indicis que recolzen aquesta possibilitat, i el mateix Hooke formava part del comitè tafaner, però el cert és que Halley no fa menció en cap intercanvi epistolar privat d'aquesta possible maniobra de Hooke.

Aquests dos esdeveniments, l'estranya reserva de Newton davant la publicació i les accions contra Halley, van alentir moltíssim el procés de les publicacions, però també van oferir Newton un temps preciós per a la revisió, afinament i completesa dels manuscrits. A la carta del 13 de febrer de 1687 a què hem fet referència, Newton comunicava Halley que el Llibre II estava llest per a quan volgués, i de pas, s'alegrava de la resolució favorable a favor de Halley per a mantenir el lloc d'ajudant a la Royal Society i li agraiïa els esforços que feia per a la publicació. Halley va rebre el Llibre II a principis de març de 1687 i va quedar-se absolutament bocabadat: no era pas el petit tractat que Newton li havia promès l'estiu abans, sinó un tractat significativament extens i d'uns continguts, una vegada més, extraordinaris. Halley va quedar-se bocabadat perquè no estava segur del que rebria, atès que no havia vist res del que estava fent Newton després que li enviés el Llibre I; i bocabadat perquè s'adonava que les amenaces de Newton de no publicar el Llibre III semblaven haver passat a millor vida, puix que en el segon tractat feia referència a un tercer tractat sobre el sistema del món. Halley deuria somriure i deuria sentir-se alleugerit perquè tota la responsabilitat que havia pres resultaria un èxit i els riscos econòmics que havia assumit tindrien, vertaderament, el seu premi. I aleshores, Halley, el 7 de març de 1687, escriu Newton reclamant il·lusionat el Llibre III:

«You mention in this second, your third book *De systemate mundi*, which from such firm principles, as in the preceding you have laid down, cannot choose but give universal satisfaction, if this be likewise ready, and not too long to get printed at the same time, and you think fit to send it; I will endeavour by a third hand, to get it all done together, being resolved to engage in no other business till such time as all is done, desiring hereby to clear myself from all imputations of

²⁶⁵ *Ibidem.*, p. 516. [«Va ordenar-se que Mr. Waller, Mr. Hooke i Mr. Pitfield [...] es constituïssin com a comitè per a investigar els llibres de la Societat, per veure si Mr. Halley havia complert les seves obligacions en relació amb les entrades fetes per ell»].

negligence in a business wherein I am much rejoiced to be any ways concerned in handing to the world that that all future ages will admire».²⁶⁶

Un mes més tard, Halley rebia el Llibre III, que estava ben acabat el dia que havia escrit aquesta carta. L'impressor del Llibre I ja havia enllestit la feina i es va fer càrrec de la impressió del Llibre III. Halley es va comprometre en cor i ànima a avançar el procés de publicació una vegada estaven en el seu poder tots els tres llibres de Newton. El processament editorial del Llibre II i del Llibre III van ser gairebé simultanis, i després d'un seguit de problemes d'impressió i de comunicats varis orientats a donar explicacions dels retards i altres qüestions de protocol, el 5 de juliol de 1687 Halley va poder anunciar Newton que, ara sí, la publicació definitiva dels seus *Philosophiae naturalis principia mathematica* ja havia estat enllestida: «I have at length brought your book to an end, and hope it will please you. The last errata came just in time to be inserted. I will present from you the books you desire to the Royal Society, Mr. Boyle, Mr. Paget, Mr. Flamsteed and if there be any else in town that you design to gratifie that way; and I have sent you to bestow on your friends in the University 20 copies, which I entreat you to accept»²⁶⁷.

La recepció dels *Principia* va ser per a alguns complexa i pertorbadora, però per a altres extàtica i imponent. Els *Principia* no estaven en aquella època a l'abast de tothom; només els grans matemàtics podien tenir-hi accés. És veritat que els mètodes matemàtics que els configuraven eren relativament assequibles: Newton no havia utilitzat el mètode fluxional de càlcul que ell mateix havia dissenyat; però la profunditat d'idees, la longitud dels desenvolupaments, la complexitat expositiva, la precisió en els distints diagrames i la novetat que tot plegat suposava, no permetien la lectura a ningú que no posseís pregons coneixements. William Derham (1657-1735), membre de la Royal Society, deia que «to avoid being baited by little smatterers in mathematics [...] he designedly made his *Principia* abstruse; but yet so as to be understood by able mathematicians»²⁶⁸. I el mite de la seva dificultat l'escenifica encara més una ben coneguda anècdota que Conduitt, informat segurament per Martin Folkes (1690-1754), qui ho havia sentit de Newton mateix, escriu a la seva *Miscellanea* que es conserva al King's College de Cambridge: «After Sir Isaac printed his *Principia*, as he passes by the students at Cambridge said 'there goes the man who has writt a book that neither he nor any one else understands'»²⁶⁹. Primeres

²⁶⁶ E. HALLEY, *Carta a Isaac Newton*, 7 de març de 1687. H.W. TURNBULL, *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 2, p. 472, Cambridge University Press, 1959. [«En el seu segon llibre vostè fa referència a un tercer, *De systemate mundi*, que, basat en principis tan sòlid com en l'anterior, està obligat a obtenir universal satisfacció; si aqueix llibre està enllestit, la seva impressió no comporta temps excessiu, i s'avé a ben enviar-lo, jo provaria de publicar els dos junts amb l'ajuda d'una tercera persona, resolt comestic a no dedicar-me a altra cosa fins que l'obra queda conclosa i desitjant alliberar-me de qualsevol imputació de negligència en un afer en què em sento tan orgullós de participar-hi i oferir l'admiració del món en els segles que vindran»].

²⁶⁷ E. HALLEY, *Carta a Isaac Newton*, 5 de juliol de 1687. *Ibidem.*, p. 481. [«Per fi he acabat el seu llibre i confio que li plagui. L'última errata va arribar a temps per a ser corregida. Complint el seu desig, lliuraré còpies en nom seu a la Royal Society, a Mr. Boyle, a Mr. Paget, a Mr. Flamsteed, i a totes aquelles persones que vostè em comuniqui. Li prego que accepti 20 còpies més amb que podrà obsequiar els seus amics de la Universitat»].

²⁶⁸ W. DERHAM, *Keynes Ms. 133*, f. 10. [«Amb el propòsit d'evitar ser acuitat per aquells que posseïssin pocs coneixements en matemàtiques [...] Newton va dissenyar els seus *Principia* de manera abstrusa; però prou com per ser entesos per matemàtics capacitats»].

²⁶⁹ J. CONDUITT, *Miscellanea n. 2*, *Keynes Ms. 130.5*. [«Després que sir Isaac hagués publicat els seus *Principia*, quan passava pel davant d'uns estudiants de Cambridge, va sentir que deien: 'Allí va l'home que ha escrit un llibre que ningú pot entendre, ni ell mateix'»].

commocions a part, el cert és que els *Principia* de Newton, diguem-ho sense dubtar amb veu clara i forta, van ser, d'una banda, tot lluminositat, i de l'altra, una gran font d'innovadores concepcions.

Capítol 6

UN INTERLUDI DOCTRINAL: DEL DÉU DEL DOMINI A LA CIÈNCIA

Abans d'entrar a considerar quins efectes va tenir sobre la teologia el descobriment de la llei de gravitació universal per part de Newton, es fan necessàries, d'una banda, una anàlisi de les coordenades teològiques del segle XVII, i de l'altra i sobretot, del corpus religiós que dominava la mentalitat de Newton. Quina visió tenia Newton de la divinitat, quina era la seva actitud en relació a l'oficialitat, i com hi relacionava l'exercici científic, són assumptes de cabdal rellevància.

§ 6.1 L'ànima religiosa de Newton

Com a fill de l'època en què va viure, sir Isaac Newton va ser un home curull de sentiments religiosos. Però no es pot afirmar que, al llarg de tota la seva vida, aquests sentiments religiosos fossin monolòtics, homogenis o ortodoxos. Més aviat, hom pot sotjar la seva ànima com un espai religiós que patia i forjava diferents evolucions i involucions, que a voltes s'apropava a críptiques heterodòxies i, en altres moments, anhelava retornar a algunes arrels primordials. Frank E. Manuel, en aquest sentit, emfasitza que «between the womb and the tomb Newton underwent a great variety of religious experiences. As he strove mightily to acquire a knowledge of his God and to ward off evil, different kinds of religious concerns were successively in the forefront of his consciousness»²⁷⁰. Aquest fet dificulta o impossibilita una teoria de la religió newtoniana que no sigui polièdrica i ambigua, malgrat que tampoc es pot negar que existeixen un seguit de llocs comuns que defineixen algunes línies teològiques que van perseverar en el pensament religiós de Newton. Farem bé d'analitzar aspectes com ara quina fou l'adequació que Newton va concebre entre la ciència i la religió, la seva concepció senyorial de la Divinitat, els seus arrianisme i antitrinitarisme de caire herètic o, entre altres temes, la possibilitat d'encabir la visió deïsta dins del seu pensament.

No és agosarat de dir que aqueixa heterogeneïtat en el pensament religiós de Newton corre paral·lela a la situació fragmentària que definia el marc espiritual de l'església anglicana durant tot el segle XVII. Al voltant de 1650 existien a Anglaterra més de cent esglésies distintes, moltes integrades en un context anglicà, d'altres moltes rendides a les exigències calvinistes, presbiterianes, mil·lenaristes, quàqueres, anabaptistes; en tots els sectors protestants anglesos, malgrat les diferències de ritual i d'organització eclesiàstica, es compartia una ètica que s'ha anomenat «puritana», que demanava un ascetisme mundà, no claustral, i que entenia que l'objectiu últim de tot ésser humà era la glorificació de Déu i la salvació a través de la realització d'obres

²⁷⁰ F. E. MANUEL, *The religion of Isaac Newton*, p. 5, Oxford Clarendon Press, 1974. [«Des de l'úter fins a la tomba, Newton va experimentar una gran varietat d'experiències religioses. En la seva ferma lluita per poder adquirir coneixement sobre el seu Déu i per protegir-se de la maldat, es van donar en primer pla de la seva consciència successives menes diferents d'interessos religiosos»].

en pro de la utilitat de la comunitat, desentenent-se més de l'oració i la puresa de l'ànima que aixecava com a bandera l'església catòlica continental. El «puritanisme» calvinista permetia una interpretació lliure dels textos sagrats –que es consideraven vertaders però sotmesos a l'anàlisi racional; degut a les seves difuses jerarquies, també optava per una responsabilitat individual de la salut espiritual i les accions justes. Es derivava de tot això l'emergència d'una moral estricta i ascètica que es negociava des del propi individu, sense massa requeriments externs, i un rebuig de l'espiritualitat de mena contemplativa, considerada ociosa, a favor d'una activitat social orientada, d'una banda, al benestar del proïsme, i de l'altra, al treball com a expressió finita de la labor última i alliberadora de l'home. Max Weber, en la seva obra sobre ètica protestant, ens n'alliçona amb gran clarividència:

«Die Welt ist dazu –und nur dazu- bestimmt: der Selbstverherrlichung Gottes zu dienen, der erwählte Christ ist dazu –und nur dazu- da, den Ruhm Gottes in der Welt durch Vollstreckung seiner Gebote an seinem Teil zu mehren. Gott aber will die soziale Leistung des Christen, *denn* er will, daß die soziale Gestaltung des Lebens seinen Geboten gemäß und so eingerichtet werde, daß sie jenem Zweck entspreche. Die soziale Arbeit des Calvinisten in der Welt ist lediglich Arbeit 'in maiorem gloriam Dei'. Diesen Charakter trägt daher auch die Berufsarbeit, welche im Dienste des diesseitigen Lebens der Gesamtheit steht. Schon bei Luther fanden wir die Ableitung der arbeitsteiligen Berufsarbeit aus der 'Nächstenliebe'. Aber was bei ihm ein unsicherer, rein konstruktivgedanklicher Ansatz blieb, wurde nun bei den Calvinisten ein charakteristischer Teil ihres ethischen Systems. Die 'Nächstenliebe' äußert sich –da sie ja nur Dienst am Ruhme Gottes, nicht: der Kreatur, sein darf- in erster Linie in Erfüllung der durch die *lex naturae* gegebenen Berufsaufgaben».²⁷¹

Batejat l'1 de gener de 1643 a la petita església de Colsterworth, a Lincolnshire, Newton va créixer sota el dogma purità de la seva família. No és fàcil resseguir, no obstant això, les seves evolucions teològiques, sovint allunyades de l'ortodòxia: «Isaac Newton was an heretic. But [...] he never made a public declaration of his private faith. He hid his faith so well that scholars are still unravelling his personal beliefs»²⁷². Així doncs, adscriure plenament el pensament religiós de Newton a una determinada església entre la prolífica oferta que existia és una tasca no només gairebé impossible, sinó pròpiament inadequada en la mesura que si alguna cosa particularitza la vida espiritual de Newton és la seva tendència innata a fer-se dissident de tota línia totèmica i, per tant, només podem rastrejar la seva visió

²⁷¹ M. WEBER, *Die protestantische Ethik und der Geist des Kapitalismus*, extret de *Gesammelte Aufsätze zur Religionssoziologie I*, p. 100, Marianne Weber, Tübingen, 1988. [«El món està destinat exclusivament per a honrar Déu; i el cristià elegit tampoc existeix si no és per a augmentar la glòria de Déu dins del món. Ara bé, Déu vol que els cristians facin obra social, atès que vol que la vida social s'adapti en la seva estructura als preceptes i s'organitzi de manera que atengui a aquell fi. El treball social del calvinista en el món únicament es fa *in maiorem gloriam Dei*. I exactament el mateix ocorre amb l'ètica professional, que és al servei de la vida terrenal de la col·lectivitat. En Luter ja vam veure derivar el treball professional especialitzat de l'"amor al proïsme". Però el que en ell era una mirada insegura i una pura construcció mental, constitueix en els calvinistes un element característic del seu sistema ètic. Puix que l'"amor al proïsme" només pot existir per a servir a la glòria de Déu i no a la de la criatura, la seva primera manifestació és el compliment de les tasques professionals imposades per la *lex naturae*»].

²⁷² S. D. SNOBELEN, *Isaac Newton, heretic: the strategies of a Nicodemite*, a: *British Journal for the History of Science*, Vol. 32, p. 381. [«Isaac Newton fou un heretge. Però (...) mai va fer una declaració pública de la seva fe privada. Va amagar tan bé la seva fe que els estudiosos encara intenten desxifrar les seves creences personals»].

religiosa mitjançant la gran multitud de textos que va deixar en matèria teològica i provar de construir-ne la seva concepció privada i peculiar a partir d'esbossos variats. Són molt transparents les paraules de Verlet a aquest respecte: «Il s'est forgé une religion qui lui est propre, mais qui se situe dans la lignée du protestantisme radical de son enfance, ceurgeon anglais du calvinisme connu sous le nom de puritanisme et dont le Lincolnshire, berceau familial, était l'un des fiefs majeurs. Avec les puritains, mais en allant plus loin qu'eux, Newton exploite les potentialités du message de Calvin, radicalisant la rupture avec la tradition catholique»²⁷³. Malgrat tot, àdhuc pel que fa a les seves accions i rituals religiosos, Newton també és esmunyedís: sabem que sovint evitava les misses ordinàries quan era estudiant a Cambridge, i el seu secretari Humphrey Newton confessa que, més tard, «he very seldom went to the chapel, that being the time he chiefly took his repose; and, as for the afternoon, his earnest and indefatigable studies retained him, so that he scarcely knew the house of prayer»²⁷⁴. Conduït ens informa també que, quan esperava la mort al llit fúnebre, no va demanar l'extremunció ni l'última eucaristia: «not receiving the sacrament on his death bed», tot i que pot dir-se que «his whole life was a preparation for another state»²⁷⁵. D'altra banda, però, també sabem que va aportar bones quotes dineràries per a la distribució de bíblies entre les classes desvalgudes, i que cap al final de la seva vida va ser membre d'una comissió destinada a la construcció de cinquanta noves esglésies a tota l'àrea de Londres.

El document religiós més antic de Newton –escrit en alfabet estenogràfic *Shelton shorthand*²⁷⁶- data de 1662 i és un llistat dels pecats que el jove científic de vint anys creu haver comès i que confessa privadament en uns moments de crisi religiosa. Alguns dels pecats llistats fan referència a la seva època de Grantham i Woolsthorpe; d'altres, tanmateix, àdhuc s'ocupen de la seva estada a Cambridge. El puritanisme rigorós amb què havia estat educat es mostra encara força efervescent en una edat tan primerenca: omplen la llista pecats com maleir, tenir mals pensaments, gaudir de somnis impurs, no respectar el diumenge amb tasques que no eren pròpies per al dia del Senyor –sorprenentment: fent cócs, deixant sortir l'aigua a doll, banyant-se en un cubell, conversant ociosament-, no posar atenció en alguns sermons, no estimar prou el Senyor –a saber: pensar més en els diners i el plaer que en Ell, no desitjar els Seus sagraments, no témer-lo i ofendre'l, témer més l'home que no pas a Ell, descuidar les oracions que pertocaven-, desobeir la seva mare o estar

²⁷³ L. VERLET, *La malle de Newton*, p. 46, Éditions Gallimard, 1993. [«Es va forjar una religió que li fou ben pròpia, però que s'emmarca dins de la línia del protestantisme radical de la seva infantesa, aquest relluc anglès del calvinisme conegut amb el nom de puritanisme del qual Lincolnshire en fou un dels dominis principals. Com fan els puritans, però anant encara més lluny que ells, Newton explota les potencialitats del missatge de Calví, radicalitzant la ruptura amb la tradició catòlica»].

²⁷⁴ D. BREWSTER, *Memoirs of the life, writings and discoveries of sir Isaac Newton*, Vol. 2, p. 94, Edinburgh, 1855. [«Molt rarament anava a l'església, aprofitant aquest temps per prendre's sobretot el seu descans; i, quan arribava el vespre els seus estudis infatigables i fervorosos el retenien, de manera que gairebé no coneixia la casa de les pregàries»].

²⁷⁵ J. CONDUITT, *Keynes Coll.*, Ms. 130.07, King's College Library, Cambridge. [«No va rebre els sagraments en el seu llit de mort»]. [«Tota la seva vida va preparar-se per a un altre estat»].

²⁷⁶ Sembla ser que Newton va conèixer l'alfabet Shelton-shorthand quan vivia a Grantham, a la seva època d'adolescència abans d'anar a Cambridge. Es conserven alguns documents escrits de la seva mà amb aquest alfabet. L'ús d'aquest sistema d'escriptura el va dur probablement a interessar-se pels alfabet fonètics; en aquest sentit és rellevant l'article *Isaac Newton as Phonetician* de Ralph W. V. Elliott a la revista *Modern Language Review*, 49, p. 5-12, 1954. Altres autors de l'època, com ara Samuel Pepys o John Locke, empraven l'alfabet Shelton-shorthand; però, en el cas de Newton, sembla comprovat que la principal motivació del seu ús fou poder xifrar els seus pensaments per a què restessin en secret, a banda que li permetia una economia de tinta i paper.

temptat per la mentida. Altres pecats confessats són més significatius, com ara haver desitjat cremar la seva casa amb la seva mare i el seu padrastrre dedins o haver pensat en el suïcidi. A judici de Manuel, aquests curiosos documents estan impregnats «by a sense of guilt and by doubt and self-denigration. The scrupulosity, punitiveness, austerity, discipline and industriousness of a morality that may be called puritanical for want of a better word were early stamped upon his character. He had a built-in censor and lived ever under the Taskmaster's eye»²⁷⁷.

El jove Newton que va arribar a Cambridge era, doncs, un producte espiritual d'una severa educació calvinista. Tanmateix, atesos els grans canvis estructurals de l'Església, moltes de les sectes protestants –que bé podia ser que fossin políticament acceptades en un any determinat i il·legals l'any següent- havien perdut força a partir de 1661 a favor del conformisme més propi de l'anglicanisme. La pretensió calvinista de purificar l'església anglicana de residus espirituals catòlics va entrar en clara fallida. La república de Cromwell es va ensorrar l'any 1660 i Carles II va restablir la monarquia, tornant a la Corona i a l'Església les terres confiscades; el nou parlament va restaurar l'anglicanisme com a cristianisme legal; la *Corporation Act* de 1661 va establir la desposseïció de càrrecs funcionaris a tots aquells que no fossin anglicans; el *Book of Common Prayer* de 1662 deixava en un lloc molt secundari les exigències puritanes; la *Act of Uniformity*, també del 1662, obligava que els clergues fossin ordenats per bisbes anglicans; la *Conventicle Act* de 1664 va prohibir els serveis religiosos que no fossin anglicans. Totes aquestes mesures de la nova monarquia anaven dirigides a una abolició permanent dels usos religiosos dels protestantismes radicals de tarannà calvinista i, per tant, a una distensió dels costums. De fet, no hi havia la intenció ferma d'exterminar el sectarisme religiós, sinó respectar les diferents opcions en cadascuna de les vides privades des d'una oficial unitat teòrica i anglicana. Però el que ja no podia acceptar-se eren els fanatismes religiosos i les persecucions continuades d'uns bàndols contra els altres. Paul Johnson, quan parla de la Restauració a la seva història del cristianisme, afirma que «Anglicanism had, in effect, abandoned the effort to include all, and had accepted the notion of a dissenting body in its midst. The search for unity had ended in failure, and a plural society came into being. The drift from fanaticism was slow, but it was steady and ultimately irresistible. A grudging but increasing respect began to be paid to private opinion in religious matters»²⁷⁸.

Tots aquests fets s'han de situar en un context que té una rellevància cabdal dins de la història del cristianisme. El mateix Paul Johnson, en una anàlisi encertada, ens alligona del canvi de mentalitat que va emergir als voltants de la meitat del segle XVII i que titlla d'històricament transcendent: aquell cristianisme de guerres religioses, de crematoris públics, d'obstinada persecució dels discursos científics, del convenciment absolutista en matèries de religió, de folles supersticions esotèriques, de pors a la bruixeria i de cert menyspreu cap a la vida humana i als afers terrenals, entra en una

²⁷⁷ F. E. MANUEL, *The religion of Isaac Newton*, p. 15-6, Oxford Clarendon Press, 1974. [«D'un sentiment de culpa, dubte i menyspreu de si mateix. L'escrupolositat, l'autocastigament, l'austeritat, la disciplina i la laboriositat d'una moralitat que, a falta d'una paraula més adequada, podria titllar-se de puritana, van quedar gravats en el seu caràcter des de ben aviat. Duia un censor dins seu i va viure sempre sota la mirada atenta d'aquest Jutge»].

²⁷⁸ P. JOHNSON, *A History of Christianity*, p. 332, Simon & Schuster, 2005. [«De fet, l'anglicanisme havia abandonat l'esforç d'incloure a tots i havia acceptat la idea que en el seu àmbit pogués existir un grup inconformista. La recerca de la unitat havia acabat en fracàs i naixia una societat plural. El retrocés del fanatisme fou lent però regular i, en definitiva, irresistible. Va començar a concedir-se un respecte indòcil però cada cop més accentuat per l'opinió privada en qüestions religioses»].

deriva que, ben poc a poc, durà a un relaxament general i a una disminució de la bel·licositat que, tret d'alguns casos aïllats, ja no serà capaç de patir involucions:

«The two decades of the 1640s and 1650s form one of the great watersheds in the history of Christianity. Up to this point, the ideal of the total Christian society, embracing every aspect of man's existence, still seemed attainable; and masses of men were prepared to wage war, to massacre, hang and burn to realize it. Christendom was split, but each of the rival parties saw their system of belief ultimately becoming coextensive with humanity, and themselves bidden by divine command to hasten the process at whatever cost. They were still, in a sense, mesmerized by the Agustinian vision conceived over 1200 years before. With the 1650s we get a change: war and suffering are replaced by exhaustion and doubt, and the European mind seems to sicken of the unattainable objective, and focus on more mundane ends. There is a huge, long-delayed and grateful relaxation of the spirit, a dousing of angry embers».²⁷⁹

Si fem cas d'aquest diagnòstic, Newton, nat al 1642, s'enlairaria com a model d'una generació frontissa. Es conjuguen en la seva ànima religiosa una tradició del tot abnegada, de mirada poruga cap als cels i de vocació universalista, més pròpia de la seva joventut, i un somni de racionalitat i moderació que va anar penetrant suaument en cada instant de la seva vida. Es conjuga en ell la tradició de la màgia, de l'inefable i de la temença amb el sentiment il·lustrat d'una psique crítica, científica i filantròpica. Nogensmenys, aquesta inestable ambivalència també fou la causa que Newton fos molt acurat en el secretisme de les seves creences: els temps que corrien, justament per ser convulsos, no promovien ni heroïques identifications ni aventures públiques; no pas per pors antigues a la foguera, sinó per no tancar-se portes a qualsevol nivell, fos polític o, simplement, dins de la pròpia universitat. Newton mateix, a més, també era conscient de la seva heterodòxia i sabia que no encaixava, per dir-ho d'alguna manera, enlloc; una heterodòxia que es va anar construint, precisament, en aquest ambient de dubte i obertura, i si som sincers, no ens allunyarem massa de la veritat si diem que ni ell mateix sabia del cert a què o a qui pertanyia. Tot i així va aconseguir que «nobody cast aspersions on his Anglican orthodoxy. Never did he join his friends in any public manifesto on matters of doctrine, and when Fatio became entangled in the thickets of activist millenarianism, Whiston of outright arianism, he pushed them away»²⁸⁰. Fatio de Duillier i William Whiston (1667-1752) no foren els únics amics que, dins del seu cercle, acabaren sent sospitosos de desviacions varies respecte a l'ortodòxia: Halley i Gregory eren considerats ateus; Hopton Haynes (1667-1749), ajudant de Newton a la Casa de la Moneda durant trenta anys, era un humanitarista

²⁷⁹ *Ibidem.*, p. 331. [«Les dues dècades de 1640 i 1650 formen una de les grans línies divisòries de la història del cristianisme. Fins aquest moment, l'ideal de la societat cristiana total, que abastava tots els aspectes de l'existència humana, encara semblava assolible i multitud d'homes estaven disposats a fer la guerra, a massacrar, a enforçar i cremar per a assolir-lo. La cristiandat estava dividida, però cada rival creia que el seu sistema de creences estava arribant a ser coextensiu a tota la Humanitat i que ells mateixos havien rebut el mandat diví d'accelerar el procés a qualsevol preu. En cert sentit, encara estaven hipnotitzats per la visió agustiniana concebuda feia més de 1200 anys abans. En la dècada de 1650 observem un canvi: l'esgotament i el dubte reemplacen la guerra i el sofriment; la ment europea sembla sentir-se esgotada davant de l'objectiu inassolible i concentra la seva atenció en propòsits més mundans. Es dona un enorme relaxament de l'esperit, retardat però agraït, com si s'hagués vessat aigua a les brases enceses»].

²⁸⁰ F. E. MANUEL, *The religion of Isaac Newton*, p. 7, Oxford Clarendon Press, 1974. [«Ningú va presentar difamacions a la seva ortodòxia anglicana. Mai es va adherir als seus amics en cap manifest públic en matèries de doctrina, i quan Fatio es va enredar en els matolls del mil·lenarisme activista, i Whiston en els de l'arrianisme declarat, aleshores, se'n va allunyar»].

teològic; el mateix Samuel Clarke va ser acusat d'antitrinitarista; John Locke (1632-1704) va ser sovint censurat per l'ortodòxia degut a la seva visió del cristianisme. De manera que el Newton que descobrim és un home de fermes i profundes conviccions religioses que mai no va voler expressar amb claredat, com si, conscient que aquestes qüestions només podien causar-li inconvenients, només la moderació i la discreció fossin útils per a una vida activa i profitosa. Fins i tot, en un escrit privat que s'ha conservat, Newton manifesta un cert conformisme amb les estructures eclesiàstiques de la seva època si les comparem amb velles estructures, tot i que no es pot descartar un to carregat d'ironia: «Whilst I compare these times with our own it makes me like our own the better and honour our Clergy the more, accounting them not only men of better morals but also far more judicious and knowing. Tis the nature of man to admire least what he is most acquainted with: and this makes us always think our own times the worst. Men are not sainted till their vices be forgotten»²⁸¹.

Hom pot estar temptat a inferir que darrera d'aquest home discret, irònic, que navega entre les aigües, recelós, ambigu i poc doctrinari s'hi amaga, en el pitjor dels casos, un agnòstic que dissimula, i en el millor, un creient poc fervorós. El cert, però, és que Newton representa un paradigma del que hom ha vingut a anomenar una «inward religion», una religió personal i hermètica, emmurallada en els seus límits i abstrusa intramurs, desapadrinada d'institucions humanes; la qual cosa no indica que el seu sentiment religiós no estigués impregnat d'una fe punyent: al contrari, tot indica que Newton experimentava una impertorbable ànsia de Déu, un íntim desig de totalitat. Mai va escriure cap tractat de teologia, ni tampoc cap obra càlida on hagués dibuixat i reflectit les seves sensacions, a l'estil pascalià. Els judicis, emperò, que va fer públics durant la seva vida, tant a nivell epistolar com a nivell oral i que ens han arribat fins a nosaltres, i tots aquells manuscrits sobre matèria religiosa i teològica, dispersos i diversos, que va redactar sense cap afany de publicar-los, han esdevingut testimonis preats de la intensitat amb què el seu esperit va viure les qüestions més transcendents. També és cert que no trobem passió en Newton, ni dolcesa; són, en general, planes i planes farcides de pensaments més aviat laboriosos i que tracten la figura de Déu com aquell qui tracta de descriure un objecte que és indubtable als seus ulls i que creu conèixer bé.

No tenim constància que Newton escrivís res sobre religió o teologia abans de 1672, tot i que probablement ho va fer perquè des dels vint anys i després que hagués arribat a Cambridge, Newton va adquirir uns quants llibres sobre teologia i el seu interès sobre aquestes qüestions era ben creixent. Westfall constata aquest fet: «At that time, Newton was completing his fourth year as a Master of Arts and fellow of Trinity. Within the next three years, he would need to be ordained to the Anglican clergy or face expulsion from the college. The beginning of serious theological study may have stemmed from the approaching deadline. Whatever the cause, the fact itself cannot be denied»²⁸². Se li van fer necessaris una acurada lectura de la Bíblia i una anàlisi profunda de la majoria dels autors patristics. En un quadern dedicat a aquest

²⁸¹ I. NEWTON, *Yahuda Coll.*, Ms. 18, 1, fol. 3. [«Quan comparo aquells temps amb els nostres, em sembla que els nostres són millors i em fan respectar més el nostre clergat, ple d'homes que no només tenen millor moral sinó que també són més assenyats i savis. És la naturalesa de l'home valorar menys allò que coneixen més; i això sempre ens fa pensar que els nostres temps són els pitjors. Els homes no són mai beneïts fins que s'obliden els seus vicis»].

²⁸² R. WESTFALL, *Never at rest: a biography of Isaac Newton*, p. 310, Cambridge University Press, 1983. [«En aquell temps, Newton estava acabant el seu quart any com a *magister* en Arts i membre del Trinity. En els propers tres anys havia de ser ordenat en el clero anglicà o encarar l'expulsió del col·legi. L'inici d'un seriós estudi teològic va poder derivar-se de la proximitat del final d'aquest termini. Fos quina en fos la causa, el fet en si mateix no pot negar-se»].

estudi primerenc, Newton classificava en diferents pàgines varis encapçalaments que abastaven tots els grans temes del cristianisme i, a sota, els comentava: «Attributa Dei», «Deus Pater», «Deus Filius», «Incarnatio», «Christi Satisfactio & Redemptio», «Spiritus Sanctus Deus», etcètera. Eren anotacions variades que fluïen de les seves lectures, però no apareix cap document que presenti una articulació textual amb idees pròpies. Tampoc pot dur-se a terme una datació massa fiable de tots els escrits teològics posteriors a 1672: comentaris a llibres bíblics –molt en especial sobre Daniel i l'Apocalipsi-, una història completa de l'Església, algunes regles per a poder llegir correctament el llenguatge dels profetes, anotacions sobre desviacions herètiques, força planes sobre els pares de l'Església, i un llarg etcètera.

És prou coneguda la dada que Newton, només sobre religió, va escriure prop d'un milió de paraules. I únicament un sol cop, l'any 1690, va tenir la temptació de publicar a Holanda uns escrits on titllava de falsos els textos que s'aportaven com a proves del trinitarisme a Joan i a Timoteu²⁸³; però després que aquests escrits, via Locke, arribessin a la primavera a mans del teòleg francès Jean Le Clerc (1657-1736), es va fer enrere i no ho va permetre ni tan sols de manera anònima. A banda d'aquest conat, només hi ha una obra, *Chronology of Ancient Kingdoms Amended*, que va ser preparada per a la impremta pel propi Newton, tot i que al final no es va publicar. Després de la seva mort, el clergue i nebot seu Benjamin Smith, desitjós de diners per finançar la seva vida bohèmia per Europa, va arranjar alguns materials d'uns textos de Newton que duïen per títol *Observations upon the Prophecies of Daniel, and the Apocalypse of St. John* i els va dur a la impremta el 1733. La resta de manuscrits mai va tenir cap opció de veure la llum i van quedar, primer oblidats, i després dispersats. Només a partir de la famosa subhasta de Sotheby's l'any 1936, el gruix de tota l'obra privada teològica de Newton va poder ser reunida i analitzada per John Maynard Keynes, Abraham Sh. Yahuda i Roger Babson (1875-1967)²⁸⁴, qui, respectivament, van llegar aquests tresors al King's College de Cambridge, a la Jewish National and University Library de Jerusalem i a la Babson Institute Library de Wellesley, a Massachussets. A part d'això, alguns manuscrits encara pertanyen a algunes mans privades i també algunes universitats americanes en conserven uns quants.

La *Keynes Collection* del King's College, pel que fa a escrits religiosos i teològics de Newton, conté escrits francament valuosos: uns quants esborranys d'*Irenicum or Ecclesiastical Polyty tending to Peace*, un esborrany de *A Short Scheme of True Religion*, uns comentaris prou extensos al llibre de l'Apocalipsi, i sobretot, l'escrit contra la visió trinitarista d'Atanasi *Paradoxical Questions concerning the Morals and Actions of Athanasius and his Followers*.²⁸⁵ A la Babson Institute Library²⁸⁶ de

²⁸³ A la primera carta de Joan s'hi llegeix: «Així, són tres els qui donen testimoni: l'Esperit, l'aigua i la sang, i tots tres concorden» (5: 7-8). A la primera carta de Sant Pau a Timoteu, s'hi troba un passatge que molts han utilitzat com a prova de la Santíssima Trinitat: «Sense cap mena de dubte, és gran el misteri de la pietat que es refereix a Jesucrist: Ell, manifestat en el cos, acreditat per l'Esperit; aparegut als àngels, proclamat entre els pobles; cregut en el món, endut en la glòria» (1 Timoteu 3:16).

²⁸⁴ Roger Babson fou un emprenedor economista i analista de mercats americà que va pronosticar el *crash* de 1929 i que va fundar un important reguitzell d'institucions, com ara el Webber College, la Webber International University o l'Utopia College.

²⁸⁵ D. Brewster, a *Memoirs of the life, writings and discoveries of Sir Isaac Newton*, Vol. 2, p. 526, Edinburgh, 1855, ja va publicar l'*Irenicum or Ecclesiastical Polyty tending to Peace*. També publicats per H. McLACHLAN a *Sir Isaac Newton: Theological Manuscripts*, Liverpool University Press, 1950.

²⁸⁶ Un acurat catàleg dels textos a la Babson Institute Library pot trobar-se a 1) *A Descriptive Catalogue of the Grace K. Babson Collection of the Works of Sir Isaac Newton and the Material Relating to Him in the Babson Institute Library, Babson Park, Massachussets*, amb una introducció de Roger Babson, publicat per Herbert Reichner, New York, 1950. 2) *A Supplement to the Catalogue of the Grace K.*

Wellesley hi trobem sobretot esbossos d'un tractat sobre el temple de Salomó, però també fragments diversos d'anotacions variades i de projectes d'una història de l'Església. La Yahuda Collection de Jerusalem, molt extensa, inclou molts manuscrits teològics, històries de l'Església, treballs sobre religió pagana, textos al voltant de profecies i documents que tracten la naturalesa de Crist.²⁸⁷ Altres manuscrits sobre cronologia i distintes versions d'un text magnífic, *Historical Account of Two Notable Corruptions of Scripture*, es troben entre la Yahuda Collection i el New College de la Bodleian Library d'Oxford.

§ 6.2 El Déu Pare del domini

De manera transversal, la gran majoria de documents teològics de Newton que han arribat fins a nosaltres aporten una definició de Déu que s'allunya molt d'estar basada en consideracions metafísiques i racionals i que, en canvi, descriu nítidament la concepció d'un Déu personal. Quan Newton es decideix a fer una concessió sobre afers religiosos a l'Escolí General dels *Principia*, en un passatge celebèrrim i comentat en milers d'ocasions, no dubta a resumir la visió de Déu que havia tingut des de la infantesa i que l'havia acomboiat al llarg de totes les reflexions escrites en privat que havia fet:

«Nam deus est vox relativa & ad servos refertur: & deitas est dominatio dei, non in corpus proprium, uti sentiunt quibus deus est anima mundi, sed in servos. Deus summus est ens aeternum, infinitum, absolute perfectum: sed ens utcumque perfectum sine dominio non est dominus deus. Dicimus enim deus meus, deus vester, deus Israelis, deus deorum, & dominus dominorum: sed non dicimus aeternus meus, aeternus vester, aeternus Israelis, aeternus deorum; non dicimus infinitus meus, vel perfectus meus. Hae appellationes relationem non habent ad servos. Vox deus passim significat dominum: sed omnis dominus non est deus. Dominatio entis spiritualis deum constituít, vera verum, summa summum, ficta fictum. Et ex dominatione vera sequitur deum veum esse vivum, intelligentem & potentem; ex reliquis perfectionibus summum esse, vel summe perfectum».²⁸⁸

És un text fonamental, atès que Newton sap que la inclusió d'aquest passatge a l'escolí representa un matís de declaració oficial que no poden oferir els seus escrits privats. Segons l'escolí, Déu no pot ser entès d'altra forma que no sigui en un sentit feudal, com a «amo», com a «senyor», com a «dominus»; en contraposició, el ser humà només pot ser entès com a «serf», i com a tal la seva relació amb Déu no pot ser

Babson Collection of the Works of Sir Isaac Newton and Related Material in the Babson Institute Library, Babson Park, Massachusetts, compilat per Henry Macomber, Babson Institute, 1955.

²⁸⁷ El catàleg d'aquesta col·lecció, *The Newton Papers*, pot trobar-se íntegrament a la web de The National Library of Israel, http://dlib.nli.org.il/R/?func=collections&collection_id=7856. En un esforç lloable per part de la institució, el lloc ofereix accés directe a cadascun dels documents.

²⁸⁸ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica, Scholium generale*, p. 528. [«Déu és, doncs, una paraula relativa i està en relació amb els serfs: i deïtat és la dominació de Déu, no pas sobre el seu propi cos, com creuen aquells qui per a qui Déu és l'ànima del món, sinó sobre els serfs. Déu és un ens etern, infinit, absolutament perfecte: però un ens qualsevol i perfecte sense domini no és un Déu senyor. Bé que diem 'Déu meu', 'Déu vostre', 'Déu d'Israel', 'Déu de déus', i 'senyor de senyors'; però no diem 'etern meu', ni 'etern vostre', ni 'etern d'Israel', ni 'etern de déus'; no diem 'infinit meu', o 'perfecte meu'. Aquestes denominacions no tenen relació amb els serfs. La veu 'Déu' significa amb freqüència 'amo'; però no tot amo és Déu. La dominació d'un ens espiritual constitueix un déu, la vertadera al vertader, la summa al summe, la fictícia al fictici. I de la veritable dominació se'n segueix que un Déu vertader és viu, intel·ligent i poderós; de les altres perfeccions, que és summe o summament perfecte»].

altra que la d'obediència, submissió i genuflexió. Si l'ésser humà mira cap a Déu en relació d'obediència, Déu mira cap a l'home en una relació de «domini». Insisteix Newton en el fet que un Déu que no fos entès així no pot ser en realitat un Déu, d'acord amb la pròpia definició de Déu: quan ens referim a ell no ens hi referim subratllant cap dels seus atributs, sinó única i exclusivament en tant que usufructuari del món i dels homes. La única manera de definir Déu rau en la relació de servitud i domini: diu més endavant que «veneramur autem & colimus ob dominium. Colimus enim ut servi, & deus sine dominio, providentia, & causis finalibus nihil aliud est quam fatum & natura»²⁸⁹; un Déu que no pogués definir-se en relació de domini i servitud, un Déu infinit, etern i omnipotent però al que no deguéssim obediència, un Déu fred i allunyat, creador però abstracte i no vinculat sobre els homes en una posició de força i exigència, no seria altra cosa que la pròpia naturalesa, que el propi Ser en el seu desenvolupament, i això no és en absolut el que volem dir quan diem Déu. La veracitat i la garantia de Déu com a tal rau en la seva posició de domini, i en aquest sentit, Déu és *pura voluntat d'imposició, de regulació i de mandat*, la qual cosa pressuposa que Déu no és una totalitat òntica de caràcter parmenidi, sinó que és un «ens viu, intel·ligent i poderós». Felipe Ochoa resumeix amb pulcritud aquesta concepció de la dominació: «La omnisciencia, la eternidad, la ubicuidad, etc., no son, de acuerdo con Newton, esencias divinas sino, antes bien, manifestaciones propias que se dan necesariamente en virtud de su naturaleza. Afirmación ésta que rechaza la sobreénfatización o sobrevaloración de su aspecto metafísico en beneficio del dominio que es la manifestación propia del voluntarismo teológico de Newton»²⁹⁰.

Al capítol anterior, ja hem fet referència a un passatge del document *Of the faith which was once delivered to the Saints* inclòs a la Yahuda Collection on Newton afirma que el que caracteritza Déu és el «seu poder universal, irresistible i monàrquic d'ensenyar-nos obediència». No és en va que utilitza el concepte de «monarquia»: un sol i únic poder absolut, infringit sobre els seus serfs, que s'actualitza de manera perenne, despòtica i sacra. Perquè el passatge continua i reforça aquesta concepció, perseverant en la descripció dels *Principia*:

«If the father or son be called God, they take the name in a metaphysical sense as if it signified Gods metaphysical perfections of infinite eternal omniscient omnipotent whereas it relates only to Gods dominion to teach us obedience. The word God is relative and signifies the same thing with Lord and King, but in a higher degree. As we say my Lord, our Lord, your Lord, the King of Kings, and Lord of Lords, the supreme Lord, the Lord of the earth, the servants of the Lord, serve other Lords, so we say my God, our God, your God, the God of Gods, the supreme God, the God of the earth, the servants of God, serve other Gods: but we do not say my infinite, our infinite, your infinite, the infinite of infinities, the infinite of the earth, the servants of the infinite, serve other infinities».²⁹¹

²⁸⁹ *Ibidem.*, p. 529. [«El venerem i li donem culte pel seu domini. Però li donem culte com a serfs, i un Déu sense domini, ni providència ni causes finals no és més que un fat i naturalesa»].

²⁹⁰ F. OCHOA, *Teología voluntarista ilustrada en los conceptos Espacio Absoluto, Tiempo Absoluto y Gravitación Universal*, Revista *Estudios de filosofía*, n. 31, p. 109, Universitat d'Antioquia, Colòmbia.

²⁹¹ I. NEWTON, *Of the faith which was once delivered to the Saints*, Yahuda Ms. 15, 5, fols. 96, 97 & 98. [«Quan el Pare o el Fill són anomenats 'Déu', ells [Leibniz i altres que posaven en dubte la religiositat de Newton] prenen el nom en un sentit metafísic com si significués les perfeccions metafísiques d'infinitud, eternitat, omnisciència i omnipotència quan, en realitat, només fa referència al domini de Déu a ensenyar-nos obediència. La paraula 'Déu' és relativa i significa la mateixa cosa que 'Senyor' o 'Rei', però en un grau més elevat. Quan diem 'Senyor meu', 'Senyor vostre', 'el teu Senyor', 'el Rei de Reis', i 'Senyor dels senyors', 'el Senyor suprem', 'el Senyor de la Terra', 'els servents del Senyor' o 'servir a altres Senyors' el que estem dient és 'Déu meu', 'Déu nostre', 'el teu Déu', 'el Déu de déus', 'el

És molt sorprenent que Newton repeteixi aquesta fórmula amb una regularitat irreprotxable; a un altre document de la mateixa Yahuda Collection, gairebé reitera l'argument de forma idèntica, sempre emfasitzant aquest rebuig del coneixement metafísic de Déu i enaltint la seva essència monàrquica: «For the word God relates not to the metaphysical nature of God but to his dominion. It is a relative word and has relation to us as the servants of God. It is a word of the same signification with Lord and King, but in higher degree. For as we say my Lord, our Lord, your Lord, other Lords, the King of Kings, the Lord of Lords, other Lords, the servants of the Lord, serve other Lords, so we say my God, our God, your God, other Gods, the God of the Gods, the servants of God, serve other Gods»²⁹². Per tant, el famós passatge dels *Principia* no és una ocurrència eventual, no brolla d'una mà que escriu tot perseguint una idea fugaç; Newton ja ha emprat la mateixa formulació en altres textos i pot dir-se, sense exagerar massa, que, als *Principia*, no es tracta sinó d'una fidel reproducció d'una idea que ha estat ancorada al cap de Newton des de fa molt de temps. Manuel considera que aquesta assídua recepta és el fruit d'una reiteració obsessiva, que nosaltres afegim que podria provenir, fins i tot, d'un exercici de tipus memorístic forçat des de la infantesa: «I am more inclined to believe that these were formulas he had repeated to himself over and over again as all great obsessives do, and that they came to mind spontaneously when he felt obliged to write a religious apologia»²⁹³.

Newton també te cura d'identificar sovint Déu amb el Pare, «God the Father». En aquest sentit, seguint la tradició més arrelada del judaisme i del cristianisme, la relació entre Déu i l'home no és només una relació feudal o monàrquica sinó també familiar. Són molts els passatges on Newton apel·la a la figura de Déu com a Pare veritable, identificant-lo molt explícitament amb el Senyor i el Rei. És cert que aquest tret és molt propi de tota la tradició cristiana; tanmateix en Newton es fa un especial èmfasi en subratllar aquest vincle irrompible: «It is a proper epithete of the father to be called almighty. For by God almighty we always understand the Father. Yet this is not to limit the power of the Son, for he doth what soever he seeth the Father do; but to acknowledge that all power is originally in the Father & that the son hath no power in him but what derives from the father for he professes that of himself he can do nothing»²⁹⁴; d'on brolla que aquest vincle amb el Pare és d'una mena l'essència de la qual rau sobretot en la submissió i l'obediència. Quan Newton va nàixer, el seu pare biològic ja havia mort feia dos mesos i escaig; la seva mare, uns tres anys després, va

Déu suprem', 'el Déu de la Terra', 'els servents de Déu' o 'servir altres Déus'; però no estem dient pas 'el meu infinit', 'el nostre infinit', 'el teu infinit', 'l'infinit dels infinits', 'l'infinit de la Terra', 'els servent de l'infinit' ni 'servir a altres infinits']»].

²⁹² I. NEWTON, *Yahuda Coll.*, Ms. 15, 7, fol. 154. [«La paraula 'Déu' no es relaciona amb cap natura metafísica de Déu sinó amb el seu domini. És una paraula relativa i es relaciona amb nosaltres com a serfs de Déu. És una paraula amb el significat de 'Senyor' i de 'Rei', però en grau més elevat. Si diem 'Senyor meu', 'Senyor nostre', 'el teu Senyor', 'altres Senyors', 'el Rei de reis', 'el Senyor dels senyors', 'altres Senyors', 'els servents del Senyor', 'servir a altres Senyors' el que estem dient és 'Déu meu', 'Déu nostre', 'el teu Déu', 'altres déus', 'el Déu de déus', 'els servents de Déu', 'servir a altres Déus']»].

²⁹³ F. E. MANUEL, *The religion of Isaac Newton*, p. 20, Oxford Clarendon Press, 1974. [«M'inclino més a pensar que aquestes eren fórmules que s'havia repetit a si mateix una i una altra vegada com fan els obsessius, i que li venien a la ment espontàniament quan havia d'escriure una apologia religiosa»].

²⁹⁴ I. NEWTON, *Yahuda Coll.*, Ms. 14, fol. 25. [«És un epítet propi del pare el d'anomenar-lo totpoderós, atès que per Déu Totpoderós nosaltres entenem el Pare. No es tracta, no obstant això, de limitar el poder del Fill, puix que ell fa el que veu fer al Pare, sinó d'entendre que tot el poder originalment emana del Pare i que el fill no té poder en ell mateix i que ha de confessar que sense allò que li prové del pare ell no podria pas fer res»].

tornar a casar-se amb el reverend Barnabas Smith, que va convertir-se en el padrastre de Newton. Aquest fet ha causat diversos intents psicoanalítics per part dels seus biògrafs, orientats a clarificar l'argúcia inconscient de Newton de substituir la manca del vertader pare biològic pel Pare dels cels²⁹⁵: la torturada ment de Newton, com sembla que fou en la seva infantesa i joventut, cercava un pare a qui obeir i a qui sotmetre's, un pare que fos referent i guia, un pare vertader que no fos un fals pare com ho era el reverend Smith, un pare, en definitiva, que representava la veritat i la legitimitat. Manuel, de nou, no deixa de fer menció d'aquesta mirada freudiana: «Newton had an especially poignant feeling about the Father who was in heaven, a longing to know Him, to be looked upon with grace by Him, to obey and to serve Him. The sense of owing to progenitors is deep-rooted in mankind, and a child has various ways of attempting to requite the debt; but the demands of a father whose face has never been seen are indefinable, insatiable»²⁹⁶. Sigui com sigui, el Déu Pare de Newton és el Déu de l'Antic Testament: un Déu que obliga, que sotmet; i hem estat incapaços de trobar un fragment del pensament religiós de Newton on la figura del Pare dels cels desencadeni una relació afectiva o amorosa, ni en un ni en altre sentit: ni el Déu del domini, aquest Rei, és un ens que estima, ni tampoc el propi Newton mostra afecte o amor cap a Déu. El Déu Pare no estima no perquè sigui un ens abstracte o un ens impersonal: com a Déu personal és «viu, intel·ligent i poderós», però no estima perquè la seva relació amb les criatures és de domini. I Newton no mostra afecte o amor cap a Déu no perquè fos exclusivament temorós de Déu, sinó perquè en el món de Newton la figura del pare només exigia obediència.

John E. McGuire, fent referència a un manuscrit de principis de la dècada de 1690 (*Keynes Coll.*, Ms. 3965, sect. 13, fols. 541-2 & fols. 545-6) redueix a poques línies un intent de sintetitzar la visió newtoniana de Déu: «Even a casual reading of the manuscript indicates that Newton conceives God as a real person and not as an abstract metaphysical being. God is a living, intelligent, and powerful agent who always and everywhere exists. He is likened to an absolute king who freely decrees the law to all created things»²⁹⁷. Déu, en la seva manera de ser, *actua i legisla*, com a «agent». I ho fa lliurement, «freely». Aquesta «acció lliure» de Déu que McGuire

²⁹⁵ En els moments de l'auge de la psicoanàlisi foren molts els autors que van interpretar molt distints aspectes de la vida de Newton des de les ulleres d'aquest àmbit interpretatiu i curatiu. Loup Verlet, analitzant la psique de sir Isaac, en fixació per la mare i absència del pare, en deixa una anotació a peu de plana que no suggereix cap ambigüitat: «Il va sans dire que, pour Manuel comme pour moi, la psychanalyse n'est pas utilisée pour *expliquer* le génie de Newton, mais pou l'*éclairer*, en précisant les déterminants psychiques qui encadrent son développement. Même dans le contexte de la cure, l'interprétation psychanalytique n'élimine aucunement les multiples contingences qui forment le lot de chacun», L. VERLET, *La malle de Newton*, p. 46, Éditions Gallimard, 1993. [«No cal dir que, tant per Manuel com per a mi, la psicoanàlisi no ha estat utilitzada per *explicar* el geni de Newton sinó per *aclarir*-lo, precisant els determinants psíquics que s'encabeixen en el seu desenvolupament. Fins i tot dins del context del tractament, la interpretació psicoanalítica no elimina de cap manera les múltiples contingències que formen la sort de cadascú»].

²⁹⁶ F. E. MANUEL, *The religion of Isaac Newton*, p. 18, Oxford Clarendon Press, 1974. [«Newton tenia un sentiment especialment intens sobre el Pare que està en el cel, un anhel de conèixer-lo, de trobar la seva gràcia, d'obeir-lo i servir-lo. El sentit de l'obligació cap als progenitors està profundament arrelat en els homes, i un nen te diferents camins de provar de compensar aquesta mancança; però les reclamacions d'un pare a qui mai no se li ha vist ni el rostre són inextingibles, insaciabls»].

²⁹⁷ J. E. MCGUIRE, *Predicates of Pure Existence: Newton on God's Space and Time*, inclòs al recull *Philosophical Perspectives on Newtonian Science*, p. 92, edited by Ph. Bricker & R.I.G. Hughes, Massachusetts Institute of Technology, 1990. [«Adhuc una lectura poc atenta del manuscrit indica que Newton concep Déu com a una persona real i no pas com a una entitat metafísica abstracta. Déu és un actor viu, intel·ligent i poderós que existeix sempre i a tot arreu. És com un rei absolut que, lliurement, decreta la llei a totes les coses creades»].

dedueix del manuscrit expressa amb suficiència que Déu és la «voluntat primigènia», la més pura voluntat; i fruit de la seva voluntat apareix la cosa creada. No hi ha cap possibilitat, entén Newton, de conèixer Déu des de la racionalitat humana, no hi ha cap accés a cap mena d'atribut metafísic: la filosofia, la metafísica, l'ontologia no poden dir res de Déu. Tan sols que, per la seva pròpia definició, és l'ésser que tot ho domina, com a Senyor, com a Rei o Pare, «dominus». És inversemblant tot intent d'accedir a l'estructura de l'entitat divina, com pretenen els racionalistes europeus, Leibniz entre ells, o el Descartes programàtic, a partir de deduccions o construccions lògiques, i per tant, es dona en Newton un «voluntarisme teològic» que rebutja el camí de la teologia racional. Però, en la mesura que Déu és «agent», voluntat i acció, l'únic coneixement de Déu haurà de ser mitjançant l'anàlisi del fruit de les seves accions, no pas a través dels seus atributs metafísics. Newton mateix ho confirma: «The wisest of beings required of us to be celebrated not so much for his essence as for his actions, the creating, preserving, and governing of all things according to his good will and pleasure»²⁹⁸. El fruit de les seves accions és la naturalesa mateixa.

D'aquesta ferma concepció de Déu com a Déu del domini, Senyor i Rei absolut se n'acaben derivant un seguit de conseqüències d'una rellevància cabdal. D'entrada, és obvi que, per a Newton, és idolatria assignar un poder similar al de Déu a qualsevol altra entitat: no hi ha altre domini absolut que el de Déu Pare. Des de ben jove va adonar-se que el sistema trinitari oficial promulgat per l'Església romana constituïa pròpiament una idolatria, puix que assumia la coeternitat i la consubstancialitat del Fill Jesucrist, i, per tant, en tant que anivella el Fill al raser del Pare, el Pare perd l'exclusivitat del seu domini; si el Fill és en tot com el Pare, pròpiament ja no seria el Fill, perquè l'exclusivitat del domini només pot ser del Pare, per pròpia definició. En un passatge anterior ja hem vist que «tot el poder emana del Pare i que el fill no té poder en ell mateix» i que «sense allò que li prové del pare ell [el Fill] no podria pas fer res». Ergo, en tota la mirada teològica de Newton es dona una evident degradació de Jesucrist, qui no pot, ni de lluny, assemblar-se al Pare ni tenir la seva mateixa naturalesa, estant també com està sota el seu domini. Déu Pare posseeix el domini sobre totes les criatures: humanes, naturals i Crist mateix. Adorar Crist com si fos Déu, com fa el trinitarisme, és pròpiament idolatria:

«Newton s'efforce, à partir de la Bible, qu'il cite versets après versets, de montrer que l'idolâtrie ne se limite nullement à l'adoration des faux dieux ou de leurs représentations [...]. Mais Newton va plus loin: c'est l'adoration du Christ, en tant que Dieu, qui est idolâtrique, l'adoration eucharistique étant en quelque sorte une idolâtrie au carré, un crime pire que celui des païens».²⁹⁹

Així doncs, Newton va ser molt curós en les seves declaracions públiques en afers religiosos, perquè era conscient que aquests pensaments eren heretgia, *heretgia antitrinitarista* i *arriana*. L'arrianisme, nascut de la mà d'Arri d'Alexandria (256-336) i declarat herètic en el primer concili de Constantinoble (381), defenia sobretot que Jesucrist era fill de Déu, i per tant diví, però no Déu mateix; durant les primeres

²⁹⁸ I. NEWTON, *Yahuda Coll.*, Ms. 21, fol. 1. [«El més savi dels éssers requereix de nosaltres ser lloat no tant per la seva essència sinó per les seves accions, la creació, la preservació i el govern de totes les coses d'acord amb el seu gaudi i la seva bona voluntat»].

²⁹⁹ L. VERLET, *La malle de Newton*, p. 47, Éditions Gallimard, 1993. [«Newton s'esforça, a partir de la Bíblia, la qual cita vers rere vers, que la idolatria no es limita només a l'adoració de falsos déus o de les seves representacions [...]. Però Newton va encara més enllà: és l'adoració de Crist en tant que Déu el que és realment idolatria, i l'adoració eucarística, d'alguna manera, una idolatria al quadrat, un crim pitjor que el dels pagans»].

disputes cristològiques dels primers segles del cristianisme s'havia discutit molt sobre la verdadera naturalesa de Crist, i Arri va entendre que tant el Fill com l'Esperit Sant tenien un principi, no eren eterns ni inengendrats, i per tant, no es poden concebre sinó com a criatures d'un Déu únic i etern, sotmeses al seu *domini* i a la seva *voluntat*. Recordem que la consubstancialitat («ὁμοουσία») del Pare i del Fill, com a dues entitats que són una mateixa, eterna i inengendrada, va ser ratificada en el concili de Nicea l'any 325: el Fill és «ὁμοούσιον» al Pare; i que, l'any 381, a l'esmentat concili de Constantinoble, es perfila del tot la doctrina de la Santíssima Trinitat a l'incloure l'Esperit Sant com a segona entitat que també és consubstancial al Pare i al Fill, establint com a canònic que l'Esperit Sant ha de ser *adorat* i *glorificat* juntament amb el Pare i el Fill –«συμπροσκυνούμενον καὶ συνδοξαζόμενον». Per a Arri, d'una banda, aquest cànon atacava la unitat i la insuperabilitat de Déu, i de l'altra, es convertia en idolatria des del moment que hom adorava les criatures com si fossin el Déu mateix. En una carta dirigida a Eusebi de Nicomèdia (?-341), un altre arrià que va resistir fins al punt de ser excomunicat, Arri hi assereix:

«ἡμεῖς δὲ τί λέγομεν καὶ φρονοῦμεν καὶ ἐδιδάξαμεν καὶ διδάσκομεν; ὅτι ὁ υἱὸς οὐκ ἔστιν ἀγέννητος οὐδὲ μέρος ἀγενήτου κατ' οὐδένα τρόπον, ἀλλ' οὔτε ἐξ ὑποκειμένου τινός, ἀλλ' ὅτι θελήματι καὶ βουλῇ ὑπέστη πρὸ χρόνων καὶ πρὸ αἰώνων, πλήρης θεὸς μονογενής, ἀναλλοίωτος, καὶ πρὶν γεννηθῆ ἦτοι κτισθῆ ἦτοι ὀρισθῆ ἢ θεμελιωθῆ, οὐκ ἦν. ἀγέννητος γὰρ οὐκ ἦν. διωκόμεθα δέ, ὅτι εἶπομεν· ἀρχὴν ἔχει ὁ υἱός, ὁ δὲ θεὸς ἀναρχός ἐστι. διὰ τοῦτο διωκόμεθα καὶ ὅτι εἶπομεν· ἐξ οὐκ ὄντων ἐστίν. οὕτως δὲ εἶπομεν, καθότι οὐδὲ μέρος θεοῦ ἐστίν οὐδὲ ἐξ ὑποκειμένου τινός».³⁰⁰

En conseqüència, «Jesús es un ser humano inhabitado por el *lógos*. Es decir, quien se encarna en Jesús es un Verbo/Lógos/Palabra de Dios, *que es también una criatura (divina)*. Por tanto, Jesús era en principio un mero hombre; a Jesús no se le puede llamar 'Dios' propiamente, sino de un modo secundario, o mejor terciario, puesto que el Dios que lo habitaba y que había tomado posesión de su alma y de su libertad era también una criatura, por muy divina que fuese»³⁰¹. Per un costat, la doctrina monoteïsta radical del Déu del domini, i per l'altre, doncs, la incapacitat per acceptar el Crist com a «ὁμοούσιον» al Pare, sinó com a criatura no coeterna sota la seva voluntat i, per tant, indigna de ser anomenada Déu, duen Newton a la creença arriana que la Santíssima Trinitat no és una doctrina que reflecteixi degudament la teologia vertadera; i es fa, també, coherentment antitrinitari: no és cert que Déu sigui en un i en tres; ergo, es idolatria adorar l'Esperit i Jesucrist. Tothom convé que Newton fou, estrictament, un heretge, i el seu silenci estava més que justificat: la seva vida i el seu manteniment corrien, paradoxalment, lligats al *Trinity College*. Cap dels

³⁰⁰ ARRI D'ALEXANDRIA, *Carta a Eusebi de Nicomèdia*, extreta d'EPIFANI, *Panarion*, 69.6. [«Però què és això que diem i creiem, i que hem ensenyat i ensenyem? Que el Fill no és increat ni és, de cap manera, part d'un ser increat, ni fet de quelcom prèviament existent, sinó que va ser creat segons la voluntat i el consell [de Déu] abans dels temps i dels segles, pel Déu únic, ple de gràcia i immutable; i abans que fos engendrat, o creat, o determinat o establert, no existia. Però ens persegueixen perquè diem: 'el Fill té un principi, però Déu no té principi'. Per això se'ns persegueix, i perquè diem: 'el Fill va ser fet del no-res'. Però això és el que diem, atès que el Fill no és una part de Déu ni res de quelcom prèviament existent»]. Es pot trobar una edició anglesa comentada: *The Panarion of Epiphanius of Salamis*, Books II, III (Sects 47-80, *De Fide*), translated by Frank Williams, Leiden, 1994.

³⁰¹ A. PIÑERO, *Los cristianismos derrotados*, p. 222, Editorial Edaf, Madrid, 2007. Sobre l'heterodòxia cristiana també és molt rellevant l'obra de B.D. EHRMAN, *Lost Christianities: the Battle for Scripture and the Faith we never knew*, Oxford University Press, 2003, traduïda al castellà com a *Cristianismos perdidos*, Editorial Crítica, 2004.

seus escrits teològics estan escrits en la cal·ligrafia del seu secretari, Wickins: només li va deixar copiar un document que no podia aixecar sospites sobre la seva ortodòxia.

El Newton dels primers anys de Cambridge, el que per primer cop va endinsar-se en estudis teològics, no només anotava i classificava als seus quaderns informació sobre els principals temes de doctrina cristiana; després d'estudiar bé la Bíblia, va sentir la necessitat d'empassar-se tots els textos que havien llegit els grans pares de l'Església, i, en aquest context, va anar a ensopegar també amb totes les desviacions i heretgies que va produir el debat patristic. Als seus quaderns també hi trobem tot un seguit d'encapçalaments que ja insinuen el coneixement que va acabar tenint sobre aquestes qüestions i que va gestionar i confrontar sense obtenir resultats fútils, puix que el va transformar per a la resta de la seva vida: «De haeribus et haeticis», «De Athanasio», «De arrianis et eunomianis et macedonianis» i, sobretot, «De trinitate». En aquesta última entrada, Newton hi va fer comentaris sobre els grans noms del trinitarisme, Gregori Naciancè, Tertulià, Jeremies, Agustí i molts altres, i sobretot, Atanasi, de qui va quedar-ne admirat i en va escriure, una vegada convertit ja a l'antitrinitarisme, una obra on l'atacava amb certa ferotgia per les seves accions i per haver estat l'estendard de la lluita contra Arri i els seus seguidors.

El coneixement que va obtenir de les doctrines dels distints pares de l'Església va ser enciclopèdica, i les infinites lectures i llurs exegesis el van dur a sospitar que als voltants del segle IV s'havia dut a terme la més gran de totes les corrupcions de les Sagrades Escripures amb l'objectiu, per part d'Atanasi i la seva camarilla, d'afavorir el trinitarisme, doctrina que Newton considerava, després de pregones anàlisis, que no brollava pas de les Escripures originals. La paraula «ὁμοούσια» no apareix en cap dels textos sagrats i, per tant, no hauria d'haver estat central en el debat; però Atanasi hauria falsificat Dionís d'Alexandria per tal d'introduir el terme que alimentava la visió trinitària. Newton creia dedicar-se a consciència a desemascarar tots els artificis i paranyes d'alguns pares de l'Església que haurien corromput la doctrina cristiana original, que no era pas trinitarista i que, per tant, haurien construït una institució eclesiàstica basada en la més gran idolatria i heretgia. Newton es veia a si mateix com l'encarregat de tornar l'Església a la puresa dels seus orígens.

Els passatges més famosos on Newton articula l'estudi d'aqueixes corrupcions es troben a *An Historical Account of Two Notable Corruptions of Scripture*, el text que Newton va enviar a Locke l'any 1690 en un intent de publicació a Holanda; es tracta de tres llargues cartes on Newton enumera primer, i argumenta després, quines eren i com van donar-se les corrupcions: en la primera, tracta el cas del passatge bíblic original de 1 Joan 5:7; en la segona, examina 1 Timoteu 3:16; en la tercera es mou entre vint-i-cinc altres corrupcions distintes. Introduïda la primera carta, Newton resumeix: «The history of the corruption, in short, is this. First, some of the Latines interpreted the spirit, water, and blood, of the Father, Son, and Holy Ghost, to prove them one. Then Jerome, for the same end, inserted the Trinity in express words into his version»³⁰². També a la segona missiva sobre Timoteu, per exemple, analitza com el passatge original «[...] gran és el misteri de la pietat que es va manifestar en la carn [...]» havia estat convertit i manipulat en «[...] gran és el misteri de la pietat: Déu es va manifestar en la carn [...]». Com pot veure's, l'anàlisi duta a terme per Newton, extensa, espessa i riquíssima, és una obra d'orfebreria intel·lectual que para esment en petites modificacions que, no obstant això, denoten

³⁰² I. NEWTON, *An Historical Account of Two Notable Corruptions of Scripture*, p. 2., John Green, Londres, 1841. [«En poques paraules, la història de la corrupció és aquesta. Primer, alguns llatins van interpretar l'esperit, l'aigua i la sang com el Pare, el Fill i l'Esperit Sant per demostrar la seva unitat. Aleshores, Jeremies, amb la mateixa finalitat, va inserir la Trinitat explícitament a la seva versió»].

rellevants canvis de sentit, i, preses totes elles en una mirada global, entén sir Isaac, aquestes modificacions van acabar alterant la vertadera religió.

De la corrupció trinitària, Newton farà el salt a una denúncia de corrupció de tota la institució eclesiàstica cristiana. Una denúncia del clientelisme i de la sacra putrescència d'unes jerarquies eclesiàstiques que contrasten, als seus ulls, amb la recerca de valors de l'antiga Església dels temps dels Pares, valors arraconats, ben oblidats i substituïts per afanys de poder i corredisses polítiques que, per la cobdícia, la mentida i el lucre deslegitimen l'acció pontifical de l'Església. En aquest sentit, Newton se sentia un autèntic reformador antipapista que buscava purgar tots els elements catòlics i, per tant, perversos, que no havien acabat de ser expulsats de les pròpies reformes protestants i que dificultaven el retorn a uns hàbits religiosos que derivessin directament de la puresa de les Escriptures. Newton veia en el seu profund arrianisme el camí cap a aquesta neteja de la idolatria i la corrupció general: «It is useful to set Newton's behaviour in the early 1670s against the background of his Arianism. He identified himself with Arius, both intellectually and emotionally. He relived the terrible struggles of the fourth century, when doctrine counted for more than charity, came to see Athanasius as his personal nemesis, and learned to hate him fiercely»³⁰³.

Un altre punt nuclear del credo arrià fou que *només el Pare Altíssim posseeix la capacitat de predir quina serà la línia futura dels esdeveniments*. Hem dit que, per a Newton, no hi ha cap possibilitat de conèixer Déu mitjançant la teologia racional i l'argumentació metafísica, sinó que només és accessible per l'observació de la natura en tant que producte últim de la seva voluntat d'acció des del seu domini; tanmateix, hi ha una altra via que permet conèixer la voluntat de Déu: la seva veu revelada en les Escriptures. En aquest sentit, és coherent que Newton, com molts altres, dediquessin part del seu temps i el seu estudi a l'anàlisi detallada de la Bíblia a la recerca de les profecies que, de manera més o menys encoberta, estarien implícites en aquests escrits sagrats. Rere aquest fet s'amaga un convenciment poc discutible que Déu, per la seva Revelació i la seva veu, hauria transferit informació a l'home del decurs de l'Església i de la història de la Humanitat. Des del punt de vista arrià i calvinista de Newton, el llibre de l'Apocalipsi, amb la seva intenció profètica, estaria identificant la Bèstia amb l'Església catòlica i romana, corrupta i idòlatra, i la tasca del vertader creient hauria de ser desemascarar el llenguatge críptic que embolica subtilment aquesta denúncia divina revelada.

Karen Armstrong explica bé com moltes de les sectes americanes calvinistes coetànies, i també posteriors a Newton, van prendre consciència d'aquesta mitologia satànica que es desprèn de la profecia apocalíptica que identificava l'Església papal amb l'Anticrist. «They developed a religion of hatred, seeing France and the Roman Catholic Church as satanic and utterly opposed to the righteous American *ethos*. As they cultivated these apocalyptic fantasies, they seemed to feel that there could be no redemption, no final deliverance, no liberty, and no millennial peace unless popery was destroyed»³⁰⁴. O més endavant: «In 1774, King George the 3rd became associated

³⁰³ R. WESTFALL, *Never at rest: a biography of Isaac Newton*, p. 318, Cambridge University Press, 1983. [«És profitós enquadrar el comportament de Newton a principis de la dècada de 1670 sota el marc del seu arrianisme. Ell mateix s'identificava amb Arri tant intel·lectualment com emocionalment. Va reviure els terribles conflictes del segle quart, quan la doctrina comptava més que la caritat, i va acabar veient Atanasi com la seva nèmesi personal i aprenqué a odiar-lo amb ferotgia»].

³⁰⁴ K. ARMSTRONG, *The Battle for God*, p. 103, Random House Publishing Group, New York, 2001. [«Van desenvolupar una religió de l'odi amb la qual veien França i l'Església catòlica i romana com a entitats satàniques i completament oposades a l'*ethos* virtuós americà. Mentre desenvolupaven

with the Antichrist when he granted religious freedom to the French Catholics in the Canadian territory conquered by England during the Seven Years War. His picture now adorned the liberty trees alongside pictures of the Papal Antichrist and the Devil»³⁰⁵. Per exemple, el pastor de la Old West Church Jonathan Mayhew (1720-1766) estava convençut que tot un seguit d'esdeveniments polítics emmarcats dins de la guerra dels Set Anys, on Anglaterra i França també lluitaven per les possessions a Amèrica i Canadà, anunciaven el segon adveniment de Crist, que seria la garantia del retrocés del Papat i el principi de la derrota de l'Anticrist.³⁰⁶ Newton, nogensmenys, no va mostrar interès en relacionar la història d'Anglaterra amb profecies bíbliques, i tot i que en algun moment de la seva vida va ser moderadament seduït per la idea d'un segon adveniment de Crist, la veritat és que va centrar-se més aviat en identificar la Bèstia amb l'Església sorgida al segle IV, o el que és el mateix, amb la pròpia gènesi històrica del pensament trinitari: «The year 381 is therefore without all controversy that in which this strange religion of the west which has reigned ever since first overspread the world, & so the earth with them that dwell therein began to worship the Beast & his Image, it is the church of the western Empire & the afforesaid Constantinopolitan Counsel its representative [...]»³⁰⁷.

No podem deixar de mencionar que sabem que Newton, a més, també va ben flirtejar per extensió amb la doctrina herètica dels socinians, malgrat les lluites que aquests mantenien amb el calvinisme oficial al que, des d'un punt de vista teòric, pertanyia Newton. Fundat pel reformador italià Faustus Socinus (1539-1604), el socinianisme també era fonamentalment antitrinitarista, i defenia la naturalesa humana de Crist, qui després de la crucifixió fou immortalitzat per Déu, el Senyor. Els socinians entenien que la creença en Jesucrist oferia la possibilitat d'una vida immortal i eterna semblant a l'obtinguda per l'home Crist, mentre que els incrèduls es condemnaven a la desintegració de l'ànima després de la mort, puix que l'infern és inexistent. El lliure examen de consciència i la racionalitat aplicada per cada individu als escrits sagrats que també proposava el socinianisme van ser elements que van acabar influenciant en la configuració teològica de gran part del puritanisme, i per tant, també de la ment de Newton, molt cautelós a l'hora de deixar-ne transparentar el més mínim indici atesa l'agressiva rivalitat que mantenien els alts càrrecs del calvinisme envers tota espurna sociniana. Quan, al 1658, el rei Jan II Kazimierz de Polònia va decretar que tota l'extensa colònia de socinians que existia en aquest país havia d'abandonar-lo en un termini de tres anys, el corpus cultural socinià va començar un procés de desintegració com a església autònoma i, després d'estendre's encara més per Europa, va acabar integrant-se a altres esglésies unitaristes de concepció arriana, arribant així fins al propi Newton. L'acusació de socinianisme era una acusació greu, demolidora, una de les imputacions herètiques més destructives que hom podia patir: a Anglaterra, l'executat arquebisbe de Canterbury, William Laud (1573-1645) havia estat acusat de socinianisme pel bisbe de Gloucester Godfrey

aquestes fantasies apocalíptiques, sembla ser que pensaven que no podria haver-hi cap redempció, cap alliberament final, cap llibertat i cap pau si no es destruïa el Papat»].

³⁰⁵ *Ibidem.*, p. 108. [«L'any 1774 va arribar-se a associar el Rei George III amb l'Anticrist, quan el monarca va concedir la llibertat religiosa als catòlics francesos del territori canadenc conquerit per Anglaterra durant la guerra dels Set Anys. La seva imatge apareixia al costat dels retrats de l'Anticrist papal i el dimoni»].

³⁰⁶ J. MAYHEW, *Seven Discourses*, p. 168, Portsmouth, 1756.

³⁰⁷ I. NEWTON, *Yahuda Coll.*, Ms. 1.4, fol. 50. [«Sense cap mena de dubte, l'any 381 és el moment en què aquesta estranya religió occidental, que ha regnat des d'aleshores, va començar a estendre's pel món. I d'aquesta manera, la Terra i els que hi habiten van començar a adorar la Bèstia i la seva imatge, que és l'Església de l'imperi occidental i el seu representant, el concili de Constantinoble citat abans»].

Goodman (1582-1656) per la sospita d'haver ordenat càrrecs afins que també eren vistos com a socinians; el laudià John Maxwell (1586-1647), el bisbe de Ross a Escòcia, va ser acusat de papista i socinià pel teòleg presbiterià Samuel Rutherford (1600-1661); també els bisbes anglicans Edward Stillingfleet (1635-1699) i John Tillotson (1630-1694) van ser acusats eventualment de socinianisme. I aquests exemples de persecució generalitzada són suficients per entendre que Newton tingués molts escrúpols a l'hora d'amagar les seves simpaties per la doctrina sociniana.³⁰⁸

Són, doncs, eixos centrals de tot el pensament religiós de Newton una figuració de Déu com a Déu únic del domini i un arrianisme manifest que desguassa en un obert antitrinitarisme i en una confusa activitat profètica envers els fonaments de l'Església romana. Tots dos eixos s'orienten a una teologia que menysprea qualsevulla mitologia deífica de possibles elements terrenals: una moderada desdivinització de Crist, un desdeny calvinista vers la vida monàstica contemplativa en pro d'una religió activa a nivell social i intel·lectual, o una agressiva diatriba dirigida a les estructures institucionals de l'Església, i més en particular, del Papat. En contraposició, els dos eixos tendeixen a definir una teologia que prioritza abans la figura ontològica del Déu Pare etern i omnipotent que no pas tots els tentacles doctrinaris que el vinculen als esdeveniments terrenys. En la mesura que desconfia d'aquesta dimensió mundanal de la religió i que procura tallar aquests tentacles, la mirada teològica de Newton tendeix a obrir un hiat entre el regne de Déu i els esdeveniments del món sensible, la qual cosa justifica la creença de la impossibilitat humana de comprendre la natura divina mitjançant la metafísica i la teologia racional.

Ara bé: pel que fa al seu arrianisme i a la seva concepció del Déu monàrquic, també és veritat que no hi ha possibilitat de saber què n'era la causa i què n'era la conseqüència. Fer-se la pregunta de si fou la seva concepció monàrquica de Déu la que el va dur a abraçar l'arrianisme o si fou l'arrianisme i l'antitrinitarisme adjunt allò que el va portar a tenir la concepció monàrquica del «dominus Deus», és quelcom que titllem impossible de dilucidar. Perquè entenem que ambdós aspectes del pensament teològic newtonià no poden deslligar-se d'una mateixa unitat conceptual, i perquè, de fet, sempre es troben convivint en els documents que conservem. Westfall és també d'aquesta opinió, i ens ben assegura que «to the discussion now in progress on the philosophical source of Newton's conception of God, add the possible influence of Arianism, though I cannot myself see any way to determine which came first, the theological or the philosophical stance. The God of the General Scholium, the Pantocrator supremely dominant over his creation, was not unlike the God that Newton met and recorded in his theological notes, among Arian theologians»³⁰⁹. També James E. Force recolza aquest estès punt de vista: «But whether Newton's theological doctrine of Arianism precedes or follows Newton's voluntaristic theory of the dominion of God (again, I think it more likely that they are

³⁰⁸ H. TREVOR-ROPER, *The crisis of 17th Century*, Cap. IV: *The Religious Origins of the Enlightenment*, Liberty Fund, 1967. [*La crisis del siglo XVII*, Katz Editores, Madrid, 2009]. Hugh Trevor-Roper considera que el socinianisme va acabar sent un clar precursor dels moviments il·lustrats que acabarien configurant els segles venidors. Per a un millor aprofundiment del destí de les agrupacions socinianes a Anglaterra: H.J. MCLACHLAN, *Socinianism in seventeenth-century England*, Oxford, 1951.

³⁰⁹ R. WESTFALL, *Newton's Theological Manuscripts*, extret de *Contemporary Newtonian Research, Studies in the History of Modern Science* 9, p. 130-1, ed. Zev Bechler, Reidel Publishing Company, Dordrecht, 1982. [«Sobre l'actual discussió al voltant de les fonts filosòfiques de la concepció de Newton sobre Déu, afegim-hi la possible influència de l'arrianisme, malgrat que sóc incapaç de trobar la manera de determinar què va ser primer, si la posició teològica o la filosòfica. El Déu de l'Escolí General, el Pantocràtor suprem que domina sobre la seva creació, no és diferent del Déu que Newton troba i testimonia a les seves anotacions teològiques, entre teòlegs arrians»].

logically connected and, hence, emerge together) both emerge early»³¹⁰. En efecte: bé podria ser que els primers pensaments de Newton fossin al voltant de la naturalesa de Déu o bé al voltant d'aspectes cristològics; però, en tot cas, no és factible aclarir-ho, atès que el Newton molt jove que, per primer cop, va agafar la ploma per a les seves sensacions teològiques ja es mostra particip d'ambdues idees.

Cal afegir que aquesta concepció voluntarista de Déu com a monarca, Pare o «dominus» flirteja molt més amb la tradició jueva que no pas amb la cristiana; i que, com és obvi, aquesta desvalorització de la figura de Crist, si bé no elimina l'ànima cristiana de Newton, sí que tendeix més aviat al pol jueu, que no reconeix Crist com a Messies. No són massa els estudiosos que han volgut connectar Newton amb la tradició jueva; tanmateix, és innegable que aquesta connexió va existir en ell, i va existir de manera punyent, més enllà de la tradició exegetica i, perquè no, herètica cristiana. John M. Keynes no va dubtar a afirmar que «Newton was rather a Judaic monotheist of the school of Maimonides»³¹¹. En el seu moment, no es va posar prou de relleu el que amagaven aquestes paraules de Keynes, però a la llum de la recerca esdevenen definitivament exímies: en efecte, a la llibreria de Newton hom va trobar-hi cinc obres del rabí Mosheh ben Maimon, conegut com a Maimònides (1135-1204), un dels grans metges, filòsofs, i sobretot, teòlegs jueus medievals; es tracta de cinc obres que giren al voltant de la seva gran obra, la *Mishná Torah*, un codi sistemàtic compilat des de totes les lleis jueves i des de força passatges del Talmud.

Per tant, Newton coneixia bé el pensament de Maimònides i la *Mishná Torah*: l'havia llegida, pensada i, també, interpretada a partir de comentaristes variats. Dues de les obres comentades que posseïa havien estat editades per Charles Marie de Veil (1630-1685), rabí jueu de la ciutat francesa de Metz que havia estat convertit al cristianisme pel bisbe Jacques-Bénigne Bossuet (1627-1704) i que va acabar tenint un càrrec dins de l'Església anglicana. Newton va llegir de manera detallada tots els comentaris de De Veil sobre Maimònides, fins al punt de recollir tot un conjunt d'anotacions sota l'entrada «On Maimonides». Entre les cinc obres, també hi havia el tractat *De idolatria* de Maimònides, traduït al llatí, editat i comentat per Dionysius Vossius (1612-1642). A més, també tenia el *Tractatus de juribus anni septimi et jubilaei* de Maimònides, editat al 1708 per Johann H. Maius (1688-1732), de manera que, passats ja els seixanta anys, encara no havia perdut l'interès per la teologia jueva.

La influència de Maimònides i de tota la tradició jueva sobre Newton es fa present de manera significativa a l'Escolí General de 1713, tant pel que fa a alguns dels continguts que hi apareixen com pel que fa al ritme expositiu i formal amb què els exposa. La tradició jueva més antiga, en efecte, subratlla habitualment el paper dominant de Déu que hem vist en el pensament de Newton, com a gran monarca, gran Senyor; si alguna cosa caracteritza l'Antic Testament és la lloança i l'obediència a Déu no pas per la seva eternitat o infinitud, sinó precisament per un poder i una voluntat divines que sobrepassen totes les capacitats humanes; no és la jueva una tradició filosòfica i metafísica, sinó sadolla d'elements reverencials que cauen més aviat de la banda afectiva. Molts dels designis divins dels textos jueus, entre ells l'Antic testament, freturen de tota racionalitat i de tot sentit des de la perspectiva

³¹⁰ J.E. FORCE, *Essays on the Context, Nature, and Influence of Isaac Newton's Theology*, p. 79, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1990. [«Però tant si la doctrina teològica arriana de Newton precedeix com si segueix a la seva teoria voluntarista del domini de Déu (i, de nou, crec més probable que estiguin lògicament connectades i que, per tant, brollessin alhora, pot dir-se de totes maneres que sorgeixen ben aviat»].

³¹¹ J.M. KEYNES, *Newton, the man*, The Royal Society Newton Tercentenary Celebrations, Cambridge University Press, 1947. [«Newton fou més aviat un monoteïsta judaïtzant de l'escola de Maimònides»].

humana, però els implicats no actuen qüestionant-los, sinó únicament obeint-los, la qual cosa implica, per un costat, l'assumpció de la incomprendibilitat de la ment divina i, de l'altre, una evident tendència a la temença que els suposa el seu incommensurable poder. Àdhuc l'element de l'amor és visiblement irrellevant, i només s'acabarà accentuant amb l'escissió que significarà la lectura cristiana, molt més tardana. Newton, com hem vist, emprà paraules com «governar», «amo», «serfs», «Senyor», «poderós», «admirar», «reverenciar pel seu domini», totes elles referides al Déu Suprem, i, per si no ha quedat prou clara la seva propensió judaïtzant, no escatima gens ni mica i afegeix també «Déu d'Israel». En tot el llistat d'atribucions i perfeccions, en canvi, no hi apareix ni l'«afecte» ni l'«amor»: una naturalesa divina suposadament eròtica, basada en una «empatia» o en una «amistat» cap als éssers humans i les altres criatures, i sorgida de la infinita «bondat» essencial de Déu, és una dimensió de l'Ésser suprem que, en cap cas, Newton deixa traslluir en cap moment del seu Escolí General.

El tarannà dels pensaments fonamentals de Newton a nivell teològic són gairebé idèntics a les ordres positives amb què s'obre la *Mishná Torah*: «Existeix Déu: “Jo sóc el teu Déu, el teu Senyor”» (Èxode 20:2); «El Senyor és el nostre Déu, el Senyor és l'Únic» (Deuteronomi 6:4); «Tem Déu, el teu Senyor» (Deuteronomi 6:13); «Has de servir a Déu, el teu Senyor» (Èxode 23:25); i a les edicions manuscrites, Maimònides encapçala els seus pensaments dient: «En el nom del Senyor, Amo del món».³¹² Els ítems són els mateixos: senyoratge, servitud i obediència, temença, propietat del món per part de Déu, i, força rellevant, unitat de Déu. Pel que fa a la dimensió formal, Newton, sobretot, també adopta un llenguatge senzill i repetitiu, més orientat a la presa de consciència que no pas a l'argument, trets molt propis dels textos jueus antics, i, a més a més, en molts dels passatges busca pulcrament la sensació de l'incomprendible, de la contradicció, de l'inefable, que, ben exposada, empeny a una ulterior sensació d'omnipotència. Richard H. Popkin no se'n sap estar i assereix que «Newton's statement about God's nature –that God 'is not eternity and infinity, but eternal and infinite, he is not duration or space, but he endures and is present. He endures forever, and is everywhere present'- seems similar to the Judaic attempt to express the inexpressible»³¹³. Que Keynes digués, doncs, que Newton era més aviat «un monoteïsta judaïtzant de l'escola de Maimònides» no era una idea sorgida d'un acte irreflexiu; entre 1936 i 1940, Keynes havia mantingut força converses amb Abraham Shalom Yahuda –l'altre principal adquiridor dels documents de Newton a la subhasta de Sotheby's- i ambdós estaven d'acord que molts d'aquests escrits presentaven línies ben directes amb el judaisme de Maimònides. Yahuda també va afirmar públicament això més d'una vegada, i àdhuc considerava que havia estat ell qui havia demostrat i convençut Keynes d'aquesta idea. L'eco d'aquests pensaments ha quedat ja ben establert i, de nou, Popkin, amb una seguretat significativa, certifica que «Newton's rejection of Trinitarianism may also have involved his absorption of the Jewish notion of God as Lord in the full sense of dominator of all that is»³¹⁴.

³¹² Traiem i traduïm directament tots aquests passatges de l'edició de E. TOUGER, *Mishneh Torah*, Moznaim Pub. 2007. La versió comentada de la *Mishná Torah* de Maimònides que utilitzem és l'editada per I. TWERSKY, *A Maimonides Reader*, Behrman House, Inc., Springfield, USA, 1972.

³¹³ R. H. POPKIN, *Essays on the Context, Nature, and Influence of Isaac Newton's Theology*, p. 5, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1990. [«L'afirmació de Newton sobre la naturalesa de Déu – que Déu 'no és eternitat ni infinitud, però és etern i infinit, no és duració ni espai, però dura i és present. Dura per a sempre i és present a tots els llocs'- sembla propera a l'intent judaïc d'expressar allò que és inexpressable»].

³¹⁴ *Ibidem.*, p. 6. [«Així doncs, el rebuig de Newton del trinitarisme pot haver implicat l'absorció de la noció jueva de Déu com a Senyor, en el sentit més ple de dominador de totes les coses que són»].

§ 6.3 La paraula i l'obra de Déu: religió i ciència

John Conduitt informa que Newton, quan ja era gran, li va fer saber que se sentia molt feliç d'haver estat anglès, ateses, segons ell, les circumstàncies liberals de les que hom podia gaudir en aquest país: «I had the happiness of being born in a land of liberty & in an age where he might speak his mind –not afraid of Inquisition as Galileo was for saying the sun stood still & the earth moved, his works not in danger of being expunged as Descartes's was nor he obliged to go into another country as Descartes was into Holland»³¹⁵. En efecte, a l'Anglaterra de Newton, i des de feia ja bastant temps, no es perseguia ningú per la seva obra científica, tot i que hom podia rebre alguna mena de càstig a causa d'alguna heterodòxia religiosa. Aquesta actitud relaxada va costar més d'assolir-se als països catòlics, però és un fet que a partir de mitjan segle XVII les persecucions, les fogueres i la caça indiscriminada de científics van arribar, a la pràctica, al seu definitiu final. Aquest fet marca els inicis de la societat moderna, on la incompatibilitat entre l'estudi científic i la fe religiosa es dissol de manera efectiva.

El fet que l'Anglaterra de Newton fos més precoç en aquesta laxitud es deu a què el calvinisme i el puritanisme promovien decididament *l'exercici de la raó*. Atès que donaven una certa llibertat individual en la interpretació dels textos sagrats, es penalitzava el discurs únic i es promovia l'intel·lecte en afers religiosos; és evident que aquest funcionament alimentava la proliferació d'heterodòxies, però, no obstant això, la praxi racionalista en sortia beneficiada. L'*actitud racionalista* permetia que els calvinistes i els puritans acomplissin el seu propi programa: 1) la salvació personal ja no havia d'administrar-se per cap institució, sinó que cadascun dels individus n'havia de ser responsable i, per tant, l'individu havia de raonar abans, i executar després, els camins que considerés que l'havien de dur a la glorificació de Déu; 2) la glorificació de Déu no s'havia d'obtenir mitjançant l'oració, sinó per l'obra social sobre la comunitat, i en aquest sentit, el bon purità era el que era útil a la societat, el que aportava beneficis a la comunitat, i s'entenia «utilitat» com a «progrés», i el progrés només pot esdevenir si es dóna una aplicació de la raó sobre els afers humans; 3) la vida recta no pot ésser la que deriva d'una vida natural, en el sentit més instintiu, sinó que la rectitud i la virtut que apropen a la salvació rau en el domini d'un mateix, en la repressió que exerceix la raó sobre les passions, els instints i les pulsions, de forma que la raó es vincula del tot als ideals de l'ascetisme: «Ein waches bewußtes helles Leben führen zu können, war, im Gegensatz zu manchen populären Vorstellungen, das Ziel –die Vernichtung der Unbefangenheit des triebhaften Lebensgenusses die dringendste Aufgabe,- Ordnung in die Lebensführung derer, die ihr anhängen, zu bringen, das wichtigste Mittel der Askese»³¹⁶.

Aqueixa mescla de racionalisme, d'individualisme i de voluntat d'utilitat i de progrés va generar un ambient òptim per al desenvolupament de la ciència empírica,

³¹⁵ I. NEWTON, *Keynes Coll.*, Ms. 130. [«Vaig tenir la sort de nàixer en un país de llibertat i en una època en què hom podia dir el que pensava sense por de la Inquisició com la va tenir Galileu per dir que el Sol estava quiet i que la Terra es movia, sense por de les seves obres i sense el perill de ser esborrat com ho fou Descartes, i sense sentir-se obligat a anar-se'n a un altre país com se'n va sentir Descartes quan va haver d'anar a Holanda»].

³¹⁶ M. WEBER, *Die protestantische Ethik und der Geist des Kapitalismus*, extret de *Gesammelte Aufsätze zur Religionssoziologie I*, p. 117, Marianne Weber, Tübingen, 1988. [«L'objectiu era poder dur a terme una vida conscient i lúcida, en contra d'algunes idees molt esteses; la destrucció de la *naturalitat* del gaudi de la vida instintiva era la tasca més urgent; i posar ordre en el mode de viure d'aquells qui el seguien era el mitjà més important de l'ascetisme»].

justament perquè «el ejercicio intelectual que se valora en el puritanismo no es, sin embargo, el de la razón especulativa que crea ideas y sistemas sin sustentación en lo real, sino el de un intelecto subordinado a lo empírico; el de una razón que se esfuerza por interpretar y organizar la experiencia y que además se pone en acción en la organización del trabajo en sociedad»³¹⁷. Peter Harrison entén que l'austeritat del protestantisme pel que fa a la lectura dels textos –preferint el sentit literal, sospitant de les al·legories i rebutjant l'especulació fantàstica- es va traslladar a la lectura de la naturalesa, que, d'aquesta manera, mitjançant la més pura racionalitat, havia de ser abordada des de l'exercici empíric i experimental, abandonant la lectura carregada de prejudicis teològics i religiosos. Podem llegir al prefaci de la seva obra que «The rise of modern science is linked to the Protestant approach to texts, an approach which spelt an end to the symbolic world of the Middle Ages and established the conditions for the scientific investigation and technological exploitation of nature»³¹⁸; i en algun moment de la seva exposició que «Thus was one of the hallmarks of modernity, the triumph of the written text and the identification of its meaning with authorial intention, to give rise to another –that systematic, materialistic understanding of the world embodied in the privileged discourses of natural science»³¹⁹.

Puix que, doncs, el puritanisme es trobava còmode amb la ciència experimental, es va estendre del tot la idea que hi havia *exclusivament* dos camins per a arribar al coneixement de Déu: o bé *a través de la seva paraula revelada* en els textos sagrats, el *Llibre de les Escripures* –«God's word»-, o bé *a través del coneixement minucios de les seves obres*, és a dir, el món físic o el «Llibre de la Naturalesa» –«God's works». No hi hauria cap altra mena possible de contacte humà amb la persona de Déu si no és per l'observació i estudi de la seva paraula o de la seva creació. No era una idea estrictament nova: Galileu o Kepler ja l'havien esbossada, tot i que sempre van pensar que només la via de la ciència era la via superior, atès que demanava una incansable tasca de «des-cobriments» de les aparences a la que l'interpret dels textos no s'havia d'enfrontar. Ara, en la societat puritana en què va viure Newton, les dues vies, els dos llibres eren perfectament compatibles, i trobem que molts dels científics de l'època havien estat ordenats com a pastors de l'Església anglicana i conciliaven sense cap mena de tensió la seva labor pastoral amb la labor científica: en cap país d'Europa com a Anglaterra hi havia un nombre tan elevat de clergues científics. D'altra banda, molts dels qui no van ser mai ordenats, com ara Newton, no només exercien de científics sinó que treballaven amb fervor en la interpretació dels textos. Al cap i a la fi, des d'un punt de vista objectiu, no hi podia haver cap tipus d'incompatibilitat entre les veritats que Déu havia revelat a les Escripures i la seva pròpia obra, existent i efectiva, i per tant, vertadera. Fins al punt que molts científics, com Newton mateix, entenien la seva tasca com un veritable apropament a Déu, i pot dir-se sense embuts que el científic purità vivia l'exercici del progrés científic i tecnològic amb autèntic sentiment religiós, en una convivència pacífica entre raó i fe. La ciència, per a sir Isaac, era gairebé una tasca que Déu havia imposat als éssers humans.

³¹⁷ J. GRANÉS, *Isaac Newton. Obra y contexto*, p. 40, Universidad Nacional de Colombia, 2005.

³¹⁸ P. HARRISON, *The Bible, Protestantism, and the Rise of Natural Science*, Cambridge University Press, 1988. [«La irrupció de la ciència moderna està connectada amb l'apropament als textos que fa el protestantisme, un apropament que va significar el final del món simbòlic de l'Edat Mitjana i va establir les condicions per a la investigació científica i l'explotació tecnològica de la natura»].

³¹⁹ *Ibidem.*, p. 120. [«Aquesta fou una de les marques distintives de la modernitat, el triomf del text escrit i la identificació del seu significat amb la intenció d'autoria, que alhora en va fer irrompre una altra: la comprensió sistemàtica i materialista del món encarnada en els discursos privilegiats de la ciència natural»].

«Puritans held the view that man could understand God through understanding nature, because God revealed himself in the workings of nature. Therefore science was not antagonistic to religion but rather a firm basis for faith. They felt that since *good works* were a sign, if not a proof, of election to salvation, and that since one could glorify God through social utilitarianism, then science was good because it was an efficient instrument of good works and social improvements. And they valued reason highly because God had chosen man alone to possess it and because it restrained laziness and idolatry». ³²⁰

La raó, comptat i debatut, aplicada als textos i a l'estudi empíric havia de venir a recolzar i a enfortir la fe i, per tant, en el puritanisme, el racionalisme es va convertir en una actitud pia i devota. Si deixem de banda alguns científics que van apropiarse al pensament pansofista³²¹, aquests racionalistes puritans entenien que l'esmentada compatibilitat entre la ciència i els textos només seria possible després d'una clara diferenciació dels fonaments, de la metodologia i de les finalitats de cadascun dels dos àmbits, que havien de quedar nítidament perfilats i determinats. «Those who inclined towards developing the idea of the neutrality, or separateness, or autonomy, of science»³²² eren conscients que el coneixement del llibre de la naturalesa –i, per tant, de l'obra mateixa de Déu i, per tant, de Déu mateix– només es faria efectiu si se'l preservava en tota la seva puresa, sense la contaminació de pressupòsits religiosos que constituïen un altre llenguatge en si mateix, inaplicable fora de la seva pròpia via. Molts d'aquests «filòsofs naturals» o «virtuosi», com s'autoproclamaven, entenien que aquesta independència, sense intromissions, garantia la saviesa objectiva sobre les obres de Déu, i que només aquesta saviesa real serviria per a ajudar a la correcta comprensió dels textos, en la mesura que la veritat és única.

La gran majoria dels membres de la Royal Society eren puritans que pertanyien a aquest grup, partidaris de l'autonomia de la ciència. «De la lista original de miembros de la Royal Society en 1663, cuarenta y dos de los sesenta y ocho de los que se tiene antecedentes religiosos eran decididamente puritanos. Considerando que los puritanos eran minoría en la población de Gran Bretaña, el hecho de que el 62% de los miembros iniciales de la Sociedad tuvieran esa creencia es algo realmente sorprendente»³²³. Els propis estatuts de la Societat pregonaven la simbiosi entre

³²⁰ B. BARBER, *Science and the Social Order*, p. 58, Free Press, New York, 1952. [«Els puritans sostenien que l'ésser humà pot arribar a conèixer Déu aprofundint en la comprensió de la naturalesa, atès que es revela en les seves obres. Per tant, la ciència no s'oposava pas a la religió, sinó que era, més aviat, una ferma base per a la fe. Puix que les *bones obres* eren un signe, si no una prova, que hom estava destinat a la salvació, i que per a glorificar Déu era suficient esforçar-se per ser útil a la societat, els puritans creien que la ciència era bona perquè representava una manera eficient de realitzar bones obres i ascendir socialment. I tenien la raó en alta estima, perquè l'ésser humà era l'únic que havia estat triat per Déu per a posseir-la i perquè minvava la peresa i la idolatria»].

³²¹ La *pansofia* va ser instituïda per Jan Amos Komenský, conegut per Comenius (1592-1670), teòleg, filòsof i pedagog txec. A part de tots els seus principis pedagògics, la pansofia buscava un coneixement universal i integrat, de manera que, malgrat reconèixer la validesa de les dues vies d'apropament a Déu, ciència i religió, entenia que havien de fondre's en una sola via orgànica i sintètica que hauria de substituir l'antiga unió entre el pensament cristià i les filosofies paganes gregues. No acceptava plenament la diferència entre els dos llibres del coneixement de Déu com a activitats separades. Una obra útil sobre el pensament pansofista i la figura de Jan Comenius és: G.E. AGUIRRE, *Juan Amós Comenio*, Centro de Estudios sobre la Universidad, Mèxic, 1993.

³²² F. E. MANUEL, *The religion of Isaac Newton*, p. 27, Oxford Clarendon Press, 1974. [«Aquells que van inclinar-se a desenvolupar la idea de la neutralitat, o separabilitat, o autonomia de la ciència»].

³²³ RENATO ESPOZ LE-FORT, *De cómo el hombre limitó la razón y perdió la libertad*, p. 98, Editorial Universitaria, Santiago de Chile, 2003.

l'aspecte científic de l'home religiosament virtuós i l'aspecte religiós de l'home que desitjava desentranyar els misteris de la naturalesa i, per tant, no tenien com a objectiu dur a la ciència les seves discussions religioses, però sí extraure de la ciència conclusions que poguessin provar els enunciats de la religió. Segons un passatge d'aquests estatuts, els membres de la Societat «are to be applied to further promoting by the authority of experiments the sciences of natural things and of useful arts, to the glory of God the Creator, and the advantage of the human race»³²⁴. Molts teòlegs anglicans, d'altra banda, van optar per una interpretació menys dogmàtica de la religió i, sense desvincular-se del seu lligam al culte anglicà, van deixar la porta oberta al dubte davant de la validesa de la doctrina oficial. Aquests «latitudinaris», com van ser coneguts, van recolzar la idea calvinista de la supremacia de la raó per davant dels costums i de la tradició bíblica: «But you that would not have men follow their reason, what would you have them follow? Their passions? Or pluck out their eyes, and go blindfold? No, you say, you would have them follow authority. [...] But then, as for the authority which you would have them follow, you will let them see reason why they should follow it. And is not this to go a little about? To leave reason for a short turn, and then to come to it again, and to do that which you condemn in others? I being indeed a plain impossibility for any man to submit his reason but to reason; for he that doth it to authority must of necessity think himself to have greater reason to believe that authority»³²⁵; i com a conseqüència d'això, van acceptar bé la racionalitat de la investigació científica aplicada al terreny religiós. Tots els avenços que es feien dins del marc de la tolerància acabaven enaltint la necessitat del coneixement del llibre de la naturalesa si, com a finalitat intermèdia, hom volia conèixer veritablement l'obra de Déu i, com a fi últim, l'essència de Déu mateix.

Els latitudinaris que van emergir de les entranyes de l'església anglicana tenien la intenció d'obrir tant la doctrina com per a què fos possible integrar el màxim d'esglésies que composaven la dispersió ideològica. Podria dir-se que els interessava més l'homogeneïtat religiosa d'Anglaterra que la pruija d'imposar uns trets concrets de doctrina sobre uns altres amb l'objectiu de refer una cristiandat anglicana que assegurés l'equilibri social i polític. «El grupo, compuesto principalmente de altos eclesiásticos anglicanos, entre los que se cuentan arzobispos de Westminster y obispos, tuvo sus orígenes en los 'platónicos' de Cambridge, que ya en principio habían asumido, pese a las profundas diferencias entre ambos, las filosofías naturales de Robert Boyle y de Henry Moore al menos en la medida en que dichas filosofías podían ser aprovechadas a favor de una interpretación determinada de la política

³²⁴ R. MERTON, *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*, p. 235, nota 19, The University of Chicago Press, 1973. [«[Els membres la Royal Society] han d'aplicar-se a promoure, mitjançant l'autoritat dels experiments, les ciències de les coses naturals i de les arts útils per a la glòria de Déu, el Creador, i en benefici de la raça humana»].

³²⁵ W. CHILLINGWORTH (1602-1644), *The works of William Chillingworth*, Vol.1, p. 238, Oxford at the University Press, 1838. [«Però dius que els homes no haurien de seguir llur raó; què faries que seguissin aleshores? Llurs passions? Que s'arrenquessin els ulls i anessin a cegues? No, dius: els faries seguir l'autoritat. [...] Però llavors, pel que fa a l'autoritat que els faries seguir, hauràs de fer-los veure la raó per la qual l'haurien de seguir. I no és això tornar una mica al mateix? Deixar la raó per un moment i després haver-hi de tornar, no és això fer el que condemnes en altres? Sent, doncs, una òbvia impossibilitat per a qualsevol home sotmetre la seva raó a la seva raó, aleshores per a què se sotmeti a l'autoritat es necessita que ell pensi que hi ha una raó més gran per a creure's aquesta autoritat»]. El mot «latitudinari» provenia del llatí «latitudo», ergo, «amplitud»; l'assignació d'aquest adjectiu pretenia doncs subratllar la «màniga ampla» en afers teològics i epistemològics dels membres a qui es referia. A part de la lloança de Chillingworth a la raó, el clergue Jeremy Taylor (1613-1667) també limitava l'autoritat de la pròpia Bíblia, entenent que tret d'algunes de les veritats més simples de la religió natural, és impossible estar segur de no errar si no és amb l'exercici de la raó.

social tanto de la Iglesia como del Estado»³²⁶. Pel que fa al nostre autor, segons Rada, no pot dir-se que els *Principia* de Newton fossin producte d'una organitzada trama latitudinària, però sí que, inevitablement, l'obertura que mostraven els latitudinaris que s'instal·laven dins de la Royal Society, havia forçat Newton a acostar-s'hi: «Sus creencias unitarias –negaba la Trinidad como una quimera papista-, su idea de una sociedad aristocrática y ordenada de acuerdo con la razón, junto con una piedad de corte puritano y la cercanía a su protector Isaac Barrow, entre otras muchas razones, le ubicaron en las filas latitudinarias de modo casi inevitable»³²⁷.

La separabilitat entre ciència i religió ve testimoniada per molts intel·lectuals que van abraçar el discurs científic com a creixement epistemològic, teològic, àdhuc moral de l'ésser humà. Ja Galileu havia expressat la idea que, als ulls del propi Déu, el científic és «superior» a l'interpret dels textos sagrats, en la mesura que s'endinsa en el misteri de l'obra de Déu en lloc d'abalançar-se sobre qüestions que, simplement, ja han estat revelades. I el propi Calví, ja a l'any 1536, postula sense embuts a la seva obra *Institution de la religion chrétienne* la necessitat d'entendre plenament l'obra de Déu: «Au-reste le dernier but de nôtre vie, c'est-à-dire la souveraine félicité, consistant en la connoissance de Dieu, le Seigneur afin que personne n'en fût exclus, n'a pas seulement jetté dans l'esprit des hommes cette semence de religion, dont nous venons de parler, il s'est encore tellement manifesté à eux tous dans ce grand & admirable ouvrage du Monde, & il 'sy fait voir, & s'y présente en tant de manières si merveilleuses & si sensibles, qu'il n'est pas possible d'ouvrir tant soit peu les yeux sans l'y apercevoir toutincontinent. A la vérité son essence est incompréhensible, & infiniment élevée au dessus de tous nos sens, mais il a gravé dans tous ses ouvrages de si éclatantes marques de sa gloire, que tout prétexte d'ignorance est par-là entièrement ôtée aux plus grossiers & aux plus stupides»³²⁸. L'admiració de Calví per la naturalesa com a obra de Déu és un ítem que apareix repetidament a la seva obra, i en conseqüència, demana amb fervor l'exigència de contemplar-la com a vertader viatge cap a la comprensió de Déu mateix: «La droite voye de chercher Dieu, & la meilleure conduite que nous puissions tenir à cét égard, est non de faire des efforts pour examiner témérairement son essence, laquelle nous devons plûtost adorer avec une humilité profonde, que sonder avec une trop hardie curiosité; mais bien pour le contempler dans ses ouvrages, par lesquels il s'approche de nous, se familiarise avec nous, & mesmes se communique à nous»³²⁹. Entén, doncs, Calví, a través d'aquestes paraules seves, que la conseqüència més immediata i inevitable d'aquesta concepció és la lloança i el requeriment de la praxi científica:

³²⁶ E. RADA, *La polémica Leibniz-Clarke*, a la Introducció, p. 24, Ed. Taurus, Madrid, 1980.

³²⁷ *Ibidem.*, p. 27.

³²⁸ J. CALVIN, *Institution de la religion chrétienne*, p. 13, Llibre I, V, 1. Utilitzem la traducció al francès que va fer del llatí Charles Icard, impresa per Hermann Brauer, Bremen, 1713. [«Atès que l'últim fi de la nostra vida, és a dir, la felicitat, consistint com consisteix en la coneixença de Déu, el Senyor, per tal que ningú en fos exclòs, no només ha posat dins de l'esperit dels homes aquesta semença de religió de la que acabem de parlar, sinó que a més a més s'ha manifestat a tots ells mitjançant la seva enorme i admirable obra que és el món, on Ell s'hi deixa veure i s'hi presenta de tantes maneres meravelloses i tan sensibles que es fa impossible obrir el ulls, per poc que sigui, i no apercebre'l. En realitat, la seva essència és incomprendible i infinitament elevada per sobre de tots els nostres sentits; però, en les seves obres, hi ha imprès marques tan rellevants de la seva glòria que qualsevol excusa d'ignorància per part dels més rudes i estúpids cau pel seu propi pes»].

³²⁹ *Ibidem.*, p. 13, Llibre I, V, 9. [«La via més directa de cercar Déu i el millor que podem fer no és pas esforçar-nos en examinar temeràriament la seva essència, que més aviat hauríem d'adorar amb una pregona humilitat que no pas buscar-la amb atrevida curiositat; sinó contemplar-lo per les seves obres, per les que s'apropa a nosaltres, es familiaritza amb nosaltres, i fins i tot, es comunica amb nosaltres»].

«Ceux qui sont versez dans les sciences humaines, ou qui en ont quelque légère teinture, sont capables par les lumières & les connoissances qu'elles leur donnent de pénétrer bien plus avant que les autres dans les mystères de la sagesse divine [...] J'avouë aussi, que pour connôître les mouvements des astres, pour pouvoir marquer la place de chacun d'eux, en mesurer les distances, & en observer les qualitez & les propriétez, il faut avoir une sagacité & une adresse toute particulière, que l'on ne fauroit trouver parmi le commun des homes. Et comme les merveilles de la Providence divine se présentent avec plus d'évidence & de clarté à ceux qui ont acquis ces sortes de connoissances, il est raisonnable aussi qu'à-proportion leur esprit s'éleve plus haut pour en admirer, & célébrer la gloire».³³⁰

Tot i que Maimònides ja havia aspirat a aquesta actitud en plena edat mitjana, l'impuls que en va fer Calví va ser extremadament punyent. Rademaker afirma de Gerardus Vossius (1577-1649), pare de Dionysius Vossius, que també pensava que «a natural knowledge of God, based on scholarly examination of created nature, would perhaps offer a way out of the confusion which the quarreling theologians had caused for so many centuries»³³¹, tot i que no pot oblidar-se que «[Vossius] held firmly to the idea that, besides the truth which man could come to through his own reason, revealed truth is necessary»³³². També Walter Raleigh (1552-1618), l'escriptor i polític anglès que havia estat mariner i corsari, ja havia estat del parer que la vertadera prova de Déu Pare rau en la naturalesa mateixa, i que el seu coneixement és el més vàlid recolzament a la revelació de les Escriptures: «But by his own word, and by this visible world, is God perceived of men; which is also the understood language of the Almighty, vouchsafed to all his creatures, whose hieroglyphical characters are the unnumbered stars, the sun, and moon; written on these large volumes of the firmament; written also on the earth and the seas, by the letters of all those living creatures, and plants, which inhabit and reside therein»³³³. Declaracions similars trobem en el clergue Thomas Sprat (1635-1713), a la seva *History of the Royal Society of London*: «[The natural philosophers] meddle no otherwise with divine things than only as the power, and wisdom and goodness of the Creator is displayed in the admirable order and workmanship of the creatures»³³⁴.

³³⁰ *Ibidem.*, p. 13, Llibre I, V, 2. [«Aquells que estan versats en les ciències de l'home, o que en tenen alguna idea, són capaços, per les llums i els coneixements que en trauen, de penetrar millor que ningú en els misteris de la saviesa divina. [...] Confesso també que per a conèixer els moviments dels astres, per a poder assignar-los a cadascun d'ells un lloc, mesurar-ne les distàncies i observar llurs qualitats i propietats, calen una sagacitat i una disciplina molt particulars que no pot trobar-se entre el comú dels homes. I puix que les meravelles de la providència divina es presenten amb més evidència i claredat a aquells que han adquirit aquesta mena de coneixements, també és raonable pensar que, en proporció, els seus esperits s'enlairen més amunt que cap altre a l'hora d'admirar i celebrar-ne la seva glòria»].

³³¹ C.S.M. RADEMAKER, *Life and work of Gerardus Joannes Vossius*, p. 308, Van Gorcum, 1981. [«Un coneixement natural de Déu, basat en l'examen erudit de la seva creació natural, potser oferiria una sortida a la confusió que les disputes teològiques haurien causat durant tants segles»].

³³² *Ibidem.*, p. 309. [«Va mantenir amb fermesa la idea que, al costat de la veritat que l'home pot obtenir mitjançant la seva pròpia raó, la veritat revelada també és necessària»].

³³³ W. RALEIGH, *The History of the World*, extret de *The Works of Sir Walter Raleigh*, Vol. 2, p. 3, Oxford at the University Press, 1829. [«Per la seva pròpia paraula i per aquest món visible, els homes perceben Déu; [un món] que també és el llenguatge comprès pel Totpoderós, garantit a totes les seves criatures, i que té per caràcters jeroglífics una infinitud d'estels, el sol, i la lluna; escrit sobre l'immens volum del firmament; i escrit també sobre la terra i els mars, i en totes les lletres de totes les seves criatures vivents, i les plantes, que hi habiten i hi resideixen»].

³³⁴ T. SPRAT, *History of the Royal Society of London*, p. 82, printed by J. Martin at the Bell, London, 1667. [«[Els filòsofs naturals] no es mesclarien amb les coses divines si no fos perquè el poder, la saviesa i la bondat del Creador es manifesten en l'admirable ordre i artesanía de les seves criatures»].

De totes maneres, el gran marc de referència que va contribuir a la porositat per la qual regalimava tota la prioritat de la ciència a partir de principis del segle XVII fou el pensament del filòsof Francis Bacon (1561-1626). Bacon no entenia el coneixement d'altra manera que no fos a través del mètode crític de la ciència empírica: fins i tot les veritats revelades de la religió que entressin en contradicció amb la constatació empírica havien de ser revisades. Per a Bacon, només la ciència era garantia d'un nou món que deixaria enrere la foscor de les idees pretèrites i que obriria uns gloriosos temps de progrés i saviesa. Sense veure cap mena de contradicció entre les sagrades Escriptures i l'avenç científic, Bacon va apostar fort pel racionalisme i per la dimissió del mite, i a la seva obra *The Advancement of Learning* (1605) exigeix la plena separació de la ciència i de la religió com a vies de coneixement independents: «Let no man upon a weak conceit of sobriety or an ill-applied moderation think or maintain, that a man can search too far, or be too well studied in the book of God's word, or in the book of God's works, divinity or philosophy; but rather let men endeavour an endless progress or proficiencie in both; only let men beware that they apply both to charity, and not to swelling; to use, and not to ostentation; and again, that they do not unwisely mingle or confound these learnings together»³³⁵. No hi ha rebuig per part de Bacon al llibre de la paraula de Déu; però sí la ferma convicció que la ignorància creix allà on la imprudència, «unwisely», fa confondre el ritme de la naturalesa i la revelació. Aquesta màxima baconiana va presidir des dels seus orígens la Royal Society i el quefer de tots els seus membres i, des de la seva fundació, ningú va publicar un treball científic basat en arguments teològics. La independència de la recerca científica no és només una qüestió de metodologia per a arribar a bon port en la saviesa, sinó una exhortació o una exigència que està inclosa en la pròpia paraula de Déu, fins al punt que Bacon interpreta que una persecució de la mirada científica és injuriosa als ulls de Déu: «For as the Psalms and other scriptures do often invite us to consider and magnify the great and wonderful works of God, so if we should rest only in the contemplation of the exterior of them as they first offer themselves to our senses, we should do a like injury unto the majesty of God, as if we should judge or construe of the store of some excellent jeweller, by that only which is set out toward the street in his shop».³³⁶ I Thomas Browne (1605-1682) encara subratlla:

«The world was made to be inhabited by beasts but studied and contemplated by man; 'tis the debt of our reason we owe unto God, and the homage we pay for not being beasts; without this, the world is still as though it had not been, or as it was before the sixth day, when as yet there was not a creature that could conceive, or say there was a world. The wisdom of God receives small honour from those vulgar heads that rudely stare about, and with a gross rusticity admire his works: those highly magnifie Him, whose judicious inquiry into His acts, and deliberate research into His creatures, return the duty of a devout, learned admiration».³³⁷

³³⁵ F. BACON, *The Advancement of Learning*, p. 10, Oxford Clarendon Press, 1869. [«No deixeu que cap home amb un dèbil sentit de la sobrietat o amb una moderació mal aplicada pensi o mantingui que hom pot anar massa lluny en afers divins i filosòfics a través de la paraula de Déu o de les seves obres; més aviat deixeu-los que aspirin a un avenç o progrés il·limitat en ambdues, tenint cura, això sí, d'aplicar-les a la caritat i no a l'envaniment, a la utilitat i no a l'ostentació, i també de no mesclar o confondre imprudentment un d'aquests sabers amb l'altre»].

³³⁶ *Ibidem.*, p. 50. [«Atès que els Salms i altres escrits ens conviden sovint a considerar i a magnificar la incommensurable i meravellosa obra de Déu, seria una injúria a la majestat de Déu si ens limitéssim només a la seva contemplació externa tal i com s'ofereix als nostres sentits; seria com si jutgéssim i avaluéssim l'establiment d'un excel·lent joier només pel que dóna al carrer de la seva botiga»].

³³⁷ T. BROWNE, *Religio Medici*, p. 28, printed for R. Scott, T. Basset, J. Wright & R. Chifwell, London, 1682. [«El món va ser fet per a què hi visquessin les bèsties i per a ser estudiat i contemplat per

Així doncs, la primera imatge que hom té de Newton, immers en aquest ambient tan baconià que oferien el seu temps i el seu espai, correspon a la d'una decidida aposta per l'autonomia absoluta de la ciència com a camí vertader per apropar-se en allò que fos possible a la coneixença de Déu; i que ho va concebre i, coherentment, va actuar, endinsant-se en l'estudi del llibre de la naturalesa per un costat i en l'estudi de les Escripures per l'altre, sense intrusions mútues. Unes pròpies paraules seves semblen testimoniar-ho així: sempre conscients que en aquella època seva «filosofia» o «filosofia natural» significava «ciència», en un dels seus escrits no dubta en asserir que «religion and philosophy are to be preserved distinct. We are not to introduce divine revelations into philosophy, nor philosophical opinions into religion»³³⁸. En efecte, aquesta és una manifestació tòpica que encaixa perfectament en el que podria ser considerat el lema preferent en els moderats i avançats cercles latitudinaris i en harmonia amb les noves directrius que prenia la relació entre ciència i religió. Però potser no és desassenyat de dir que, ben sovint, aquest lema es convertia més aviat en un referent o una idealització, diguem-ne una mena de senyera corporativa que, a efectes pràctics, hom ignorava de quan en quan. Manuel, en aquest sentit, considera que «what was a convincing rhetorical formula for political purposes could not be internalized in the psyche»³³⁹.

Molts científics en general, i Newton en particular, malgrat recolzar fermament el marc teòric, van entrecreuar contínuament al llarg de la seva vida moltes qüestions teològiques i científiques. A un nivell que bé podríem anomenar professional, Newton va tenir cura de guardar l'autonomia dels dos llibres: pensem, per exemple, en els propis *Principia*, on, tret de l'Escoli General de 1713, hi ha un desenvolupament purament científic i no hi dona espai per a cap mena de consideració religiosa. I d'aquesta manera actuaven també la majoria de científics. Tanmateix, si bé es preservava aquesta diferenciació epistemològica a un nivell metodològic, la veritat és que l'exercici científic no es considerava un fi en si mateix: les coordenades històriques i la mentalitat que s'hi adscriu, no permetien un abandonament absolut de les interpretacions religioses i, d'alguna o altra manera, la pròpia activitat científica era una activitat religiosa; i entendre el mètode científic, i els seus resultats, com a no significatius en relació a la realitat viscuda devotament era inimaginable. Així doncs, autonomia de la ciència, sí; praxi científica independent, sí; llibertat de judici científic, sí; però alhora també subordinació a una mentalitat religiosa que tot ho havia d'abastar. Manuel interpreta molt bé aquesta noció de *separabilitat dependent de la ciència* tant distinta de la contundent separabilitat radical que, sense miraments, confessa i practica avui en dia l'home contemporani: «Otherwise they [religion and philosophy] were bound in many ways. Newton did not conceive of one book as sacred and the other as secular or profane. The worth of the two books was equal, and there could be no invidious comparisons between them. And whatever

l'home; aquesta és l'obligació de la nostra raó, de la que en som deutors a Déu, i alhora és el preu que paguem per no ser bèsties; sense ella, el món encara seria com si no hagués existit, o com abans del sisè dia, quan encara no hi havia cap criatura que pogués concebre, o dir, que existia un món. És poc l'honor que rep la saviesa de Déu d'aquells caps vulgars que miren al seu voltant i que, amb manifesta rustiquesa, admiren les seves obres; en canvi, però, molt el magnifiquen aquells qui, assenyadament, indaguen en els seus actes i intencionadament investiguen les seves criatures, i d'aquesta manera acompleteixen amb el seu deure amb una docta i pietosa admiració»].

³³⁸ I. NEWTON, *Keynes Coll.*, Ms. 6, fol. 1. [«La religió i la filosofia han de ser preservades com a ben distintes. No s'han d'inserir revelacions divines en la filosofia ni opinions filosòfiques en la religió»].

³³⁹ F. E. MANUEL, *The religion of Isaac Newton*, p. 40, Oxford Clarendon Press, 1974. [«El que era una fórmula retòrica convincent per a propòsits polítics, no podia ser interioritzada a nivell psíquic»].

knowledge of God was revealed in the one was harmonious with what was unfolded in the other»³⁴⁰. Tot i això, el programa originari era ben clar: la ment racionalista de Newton avorria la confusió. Una mixtió programàtica dels elements religiosos i dels elements científics no ens permet preveure cap altre horitzó que la confusió. Els dos llibres del coneixement no poden ser interpel·lats com a principi metodològic. Cadascun d'ells ha de desenvolupar-se lliurement amb els seus pressupòsits irrenunciabls, i, en tot cas, una possible interpel·lació sempre haurà de fer-se efectiva *a posteriori*. Aquest plantejament parteix de la base que la pròpia ment de Déu també avorreix la confusió: tant el coneixement revelat com el coneixement de la ciència han d'estar proposats en un llenguatge transparent i senzill. La ment divina és una ment ordenada, i les seves paraules i les seves obres estan escrites en caràcters racionals que una ment recta podrà desxifrar, i d'aquesta manera, la complexitat aparent es mostra als ulls de l'interpret en tota la seva *simplicitat*. Una interpel·lació que no sigui a posteriori entre els dos llibres del coneixement ha de repercutir negativament en l'aflorament de la simplicitat, i quan la simplicitat no aflora convenientment és que la *veritat* s'oculta. Newton no escatima paraules per tal de fer veure que la veritat i la simplicitat no poden desvincular-se mútuament, que no poden sobreviure d'una manera aïllada:

«Truth is ever to be found in simplicity, and not in the multiplicity and confusion of things. As the world, which to the naked eye exhibits the greatest variety of objects, appears very simple in its internal constitution when surveyed by a philosophic understanding, and so much the simpler by how much the better it is understood, so it is in this visions. It is the perfection of God's works that they are all done with the greatest simplicity. He is the God of order and not of confusion. And therefore as they that would understand the frame of the world must endeavour to reduce their knowledg to all possible simplicity, so it must be in seeking to understand these visions».³⁴¹

El defecte més freqüent, emperò, era que aquesta interpel·lació mútua que hom acceptava *a posteriori* s'immiscia de vegades –i segurament de forma poc voluntària– en el propi procés autònom de l'àmbit científic i, en altres ocasions fins i tot, podia condicionar *a priori* la recerca mateixa, de manera que, a efectes pràctics, passava sovint que s'esquerdava l'autonomia teòrica requerida programàticament. Aquest fet demostra que, malgrat els desitjos d'independència ressenyats tantes vegades, la ciència no acabava d'alliberar-se mai de la supeditació a la mirada religiosa. Això, ben mirat, no podia pas ser d'altra manera, atès que l'estudi de l'obra de Déu, de la naturalesa, encara que fos rigorós, no es veia, com dèiem, com a objectiu últim, sinó que s'entenia com el mitjà perfecte per a entendre l'essència de la divinitat mateixa.

³⁴⁰ *Ibidem.*, p. 48. [«Més aviat, quedaven connectades de moltes maneres. Newton no podia concebre un llibre com a sagrat i l'altre com a secular o profà. La vàlua dels dos llibres era idèntica, i no hi podia haver comparacions odioses entre ells. I qualsevol coneixement de Déu que fos revelat en un d'ells estava en harmonia amb el que es descobria en l'altre»].

³⁴¹ I. NEWTON, *A Treatise on Revelation, Yahuda Coll.*, 1, 1, fol.14. [«La veritat sempre ha de trobar-se en la simplicitat, i no pas en la multiplicitat ni en la confusió de les coses. Això és així en aquestes visions [de la revelació] com també ho és en el món que, exhibint a l'ull nu la més gran varietat d'objectes, apareix en tota la seva simplicitat pel que fa a la seva constitució interna quan és observat per un enteniment filosòfic: com més simple es mostra, millor és comprès. Així és la perfecció de les obres de Déu, fetes amb la més elevada simplicitat. És el Déu de l'ordre, i no pas el de la confusió. Si bé tots aquells que vulguin entendre el marc del món ho hauran de fer reduint el seu coneixement a la màxima simplicitat possible, d'igual manera, doncs, s'haurà d'actuar quan es busqui comprendre totes aquestes visions [de la revelació]»].

Però encara que aquesta programàtica qüestió de principis s'hagués dut a terme rígidament, i encara que l'autonomia desitjable entre els dos discursos s'hagués mantingut sense esclatxes durant l'anàlisi científica, com passa la majoria de les vegades en Newton, la interpel·lació mútua *a posteriori* entre ciència i religió que ell mateix no dubta en acceptar després de la comprensió pròpia de cadascun dels àmbits, corromp el vertader marge d'acció que hom li permet a la ciència en la nostra contemporaneïtat. La ciència contemporània, almenys en la seva versió purista, allionada també pel més nítid positivisme, no es veu capaç d'assumir cap mena d'interpel·lació mútua, ni tan sols *a posteriori*, en la mesura que no pren les Escripures com a interlocutor vàlid. L'esperit de la ciència contemporània troba el seu límit en la simplicitat que ofereixen els resultats de l'anàlisi física dels cossos i la seva conducta, sense buscar cap mena de concordança en cap altre discurs alternatiu. Per això, el llegat de Newton tampoc no coincideix plenament amb les seves pròpies intencions, la qual cosa demostra que la independència de la ciència, a l'època i a l'obra de Newton, malgrat que desitjada, mai es va arribar a assolir en tota la seva plenitud, com han sostingut algunes veus excessivament simplistes.

Capítol 7

L'OBRA DE DÉU: RERE EL CORTINATGE EMPÍRIC

El veritable inici de la suma de les distintes conseqüències teològiques a què va dur la publicació dels Principia rau en les possibles respostes a la pregunta de quina hauria de ser la naturalesa de la gravetat mateixa: un reguitzell de respostes que es dibuixava des de concepcions mecanicistes, passant per consideracions o bé de mena essencialista o bé merament matemàtica, fins a respostes que apel·laven directament a la intervenció efectiva d'una entitat divina.

§ 7.1 El misteri de la naturalesa de la gravetat

Ja al capítol II, quan hem parlat dels distints nivells de concreció laminar, ha quedat ben establert que la última i definitiva formulació de la gravitació que va dur Newton a l'altar de la ciència no permet, tanmateix, anar més enllà d'un tercer grau d'explicació o de comprensió. És menester un recordatori: dèiem que en el marc de qualsevol ciència en general o, tanmateix, en l'àmbit del moviment dels cossos celestes en particular, totes les dades empíriques obtingudes només es poden considerar com un primer nivell descriptiu que, *strictu sensu*, no són coneixement, en la mesura que entenem per coneixement l'apropiació intel·lectual de les causes dels fenòmens. I l'activitat enumerativa o l'allistament de dades, per rigorosos que puguin ser, no donen fe de cap lligam causal entre elles. En canvi, la tasca kepleriana de proveir-nos d'unes lleis específiques que homogeneïtzen i posen en concòrdia totes les dades, visiblement aleatòries, en un paquet unificador ja pot ser considerat un segon nivell descriptiu i explicatiu i, en conseqüència, coneixement. En aquest segon nivell *es comprèn* que les dades no són aleatòries, sinó que estan inserides en unes lleis que expressen regularitats. Però, de nou, l'existència d'aquestes lleis en la naturalesa són un fenomen que, per si mateix, no es comprèn. Cal un tercer nivell de descripció i explicació que permeti comprendre el perquè aquestes lleis són les que són i no unes altres i, en aquest sentit, és justament això el que va oferir la llei de gravitació universal a què arriba Newton: les lleis keplerianes són les que són perquè existeix una exigència en la naturalesa, la gravitació universal, que les disposa d'aquesta manera.

Ara bé, caldria un quart nivell explicatiu que donés resposta a la pregunta de perquè existeix la pròpia gravitació. Tot i que avui en dia podem respondre, gràcies a la relativitat general, a aquesta pregunta, el fet és que Newton, al seu temps, va ser incapaç de respondre-ho. Newton va comprendre perquè les dades empíriques eren les que eren, i va comprendre perquè les lleis keplerianes eren les que eren, però mai va comprendre perquè la llei de la gravitació enunciada més amunt era la que era, o, en altres paraules, mai va comprendre perquè els cossos s'atrauen, malgrat que tingués la seguretat de la manera com ho feien. Que Newton no doni respostes a aquesta qüestió no significa que no s'ho plantegés: de fet, són molt abundants els

passatges, dins i fora dels *Principia*, on fa referència a aquesta misteriosa naturalesa de la gravitació; i en molts d'ells, Newton confessa no tenir cap resposta, i si n'apunta alguna, decididament actiu pel que fa aquesta làmina explicativa, o bé ens dóna unes possibilitats explicatives que ell mateix no creu convincents, o les troba forassenyades o les veu merament solucions fantàstiques, o bé dóna la impressió que la qüestió li sembla un esgotador atzucac. Si aquesta situació es deu a una inhabilitat de principi de l'ésser humà per a resoldre-la o si es deu a una eventual incapacitat de la seva ciència que haurà de ser superada per futures expectatives, és una cosa que Newton deixa oberta i, diguem-ho així, no s'hi encaparra més.

Un dels paràgrafs distingits pel que fa a aquesta qüestió és tot l'escoli que completa la Proposició 69 del Llibre I dels *Principia*. Conscient que no pot explicar quina cosa pugui ser aquesta atracció natural activa i reactiva, Newton decideix referir-s'hi, doncs, diu ell, «de mode genèric», amb el benentès que només es pot posar èmfasi en la funció d'aquesta força i no pas tant pel que fa a la seva causa:

«Vocem attractionis hic generaliter usurpo pro corporum conatu quocunque accedendi ad invicem: sive conatus iste fiat ab actione corporum, vel se mutuo petentium, vel per spiritus emissos se invicem agitantium; sive is ab actione aetheris, aut aëris, mediive cuiscunque seu corporei seu incorporei oriatur corpora innatantia in se invicem utcunque impellentis. Eodem sensu generalis usurpo vocem impulsus, non species virium & qualitates physicas, sed quantitates & proportiones mathematicas in hoc tractatu expendens, ut in definitionibus explicui». ³⁴²

Newton repeteix –«ut in definitionibus explicui»- que, per tal de preservar el rigor científic, el marc en què es treballa als *Principia* sempre és un marc positivista, matemàtic i *quantitatiu*. No pot esperar-se més que trobar-hi una descripció acurada de la mesura dels fenòmens, i en cap cas una hipòtesi *qualitativa* d'allò que, pregonament, puguin ser aquests fenòmens. Interessa donar una quantitat numèrica que descriu els moviments dels cossos; resta rere aquestes quantitats la pregunta de quina és la qualitat dels cossos que les produeix. En el paràgraf de l'escoli, Newton entén que *no sap* realment què és aquesta atracció, però sap que hi és i en quina quantitat; per això només pot tractar l'*atracció* «generaliter». L'interrogant del que pugui ser aquesta força de la gravetat es cou sota un ventall de possibilitats que no vol tractar: pot ser una força interna implícita donada per emissió d'esperits, «spiritus emissos»; pot ser causada per alguna mena d'acció de l'èter sobre els cossos, «ab actione aetheris», o potser de l'aire, «aut aëris»; o també, i és per subratllar-ho, el resultat de l'acció d'algun altre medi corpori o incorpori sobre els cossos. Aquesta evident divagació denota nítidament que allò que pugui ser la gravetat no és l'objectiu de Newton dins de l'obra i que, d'altra banda, no està en condicions d'investigar-ho.

En la composició d'articles editats per Paul B. Scheurer i G. Debrock, Cohen confirma la preocupació de Newton per poder fer-se una idea del que pugui ser la gravitació: «Newton again and again sought for some explanation of how universal

³⁴² I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, p. 188. [«Prenc aquí la paraula atracció de mode genèric per a qualsevol conat dels cossos a apropar-se mútuament, tant si aital conat succeeix per acció dels cossos, que es busquen els uns als altres o s'agiten mútuament mitjançant emissió d'esperits, com si sorgeix de l'acció de l'èter o de l'aire o de qualsevol altre medi corpori o incorpori que empenyi d'alguna manera els cossos en ell immersos els uns cap als altres. I en el mateix sentit genèric prenc el terme impuls, ocupant-me en aquest tractat no pas de les espècies de les forces i de les qualitats físiques, sinó de les quantitats i les proporcions matemàtiques, com vaig explicar a les definicions»].

gravity might act. That is, he attempted to reduce universal gravity to the action of something else: a shower of aether particles, electrical efluvia, or 'spirits emitted' variations in the density of an all pervading aether. All of these attempted 'explanations' or reductions of universal gravity to some accepted kind of mechanism failed. None could fulfill two major requirements: that the resultant force vary inversely as the square of the distance and that this force act mutually on every pair of bodies so as to attempt to bring them together»³⁴³. Segons Cohen, i com analitzarem més endavant, les possibles accions de l'èter sobre els cossos a què feia referència Newton, «ab actione aetheris», podrien ser una pluja de partícules d'èter que impulsés mecànicament els cossos o, senzillament, una variació en la seva mateixa densitat. També afegeix la possibilitat que forces elèctriques actuessin sobre els cossos tot impulsant-los. En tot cas, el que ressurt del text és que cap d'aquestes possibles explicacions del que pogués ser la gravetat, permetia donar fe del fenomen empíric que l'atracció disminuís inversament al quadrat del radi entre els cossos, així com tampoc de la pròpia tercera llei de Newton de l'acció i la reacció. Cap d'aquestes quimèriques solucions podrien explicar aquests fets de manera satisfactòria.

Perquè efectivament, com el lector pot ben veure, cap d'aquestes descripcions passen de ser vagues quimeres. La teòrica autonomia metodològica de la ciència per la que es lluitava deu precisament la seva modernitat al fet que no pot formar part de la ciència cap enunciat que no estigui corroborat pels fets o no sigui directa deducció analítica o matemàtica d'enunciats corroborats pels fets. Fer *ciència qualitativa* ja és als ulls de Newton una reminiscència de vestigis postmedievals, i la nova ciència moderna no pot sinó moure's en el que és quantitativament expressable. Quan enceta el Llibre III dels *Principia*, a la primera regla de les *Regulae philosophandi* pren com a axioma que «causas rerum naturalium non plures admitti debere, quam quae verae sint & earum phaenomenis explicandis sufficient»³⁴⁴. Implícit en aquesta versió de la navalla d'Ockham rau el missatge que cap causa ha de ser admesa sinó aquelles que sostinguin les dades empíriques i que ha de ser rebutjada tota hipòtesi que, a part de no ser senzilla, no pot ser contrastada. Parlar d'esperits emesos, d'efluvis elèctrics, de variacions de densitat en l'èter o de forces misterioses innates en els cossos topa frontalment amb els principis d'aquesta primera gran regla.

La segona edició dels *Principia* de 1713 inclou al final de l'obra el celebèrrim «scholium generale», l'*Escoli General*, que va ser revisat alhora a la tercera edició de 1726. És segur que l'addició de l'Escoli General no va ser una iniciativa pròpia de Newton, en el sentit que trobés que alguna cosa havia quedat inacabada als *Principia*. Més aviat, va haver de patir tota una amalgama de suggeriments, pressions i fins i tot queixes d'un grapat d'intel·lectuals que no copsaven encara la modernitat de Newton, davant de les quals a última hora va acabar mig cedint; i, en una carta del 6 de gener de 1713 a Roger Cotes (1682-1716), membre del Trinity College i redactor del prefaci

³⁴³ I. B. COHEN, *Newton's third law and universal gravity*. Extret de PAUL B. SCHEURER & G. DEBROCK, *Newton's scientific and philosophical legacy*, p. 40, Kluwer Academic Publishers, 1988. [«Newton buscava contínuament una explicació de com devia funcionar la gravitació universal. És a dir: mirava de reduir la gravitació universal a l'acció d'alguna altra cosa: una pluja de partícules d'èter, efluvis elèctrics, 'esperits emesos' o variacions de densitat en un èter que s'estén per tot l'univers. Totes aquestes 'explicacions' o reduccions de la gravitació universal a alguna mena de mecanisme van fracassar. Ninguna podia acomplir els dos requisits fonamentals: que la força que en resultés variés inversament amb el quadrat de la distància i que aquesta força actués mútuament en cada par de cossos en la mesura que els apropés l'un a l'altre»].

³⁴⁴ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, p. 387. [«No poden ser admeses més coses de les causes naturals que aquelles que siguin vertaderes i suficients per a explicar els seus fenòmens»].

que encetava la segona edició dels *Principia*, Newton anuncia al món el conegudíssim escoli: «I shall send you in a few days a scholium of about a quarter of a sheet to be added to the end of the book»³⁴⁵. Doncs bé, en l'ordre de coses que ens ocupa, Newton torna a perfilar a l'Escolí General, quins han de ser els fonaments de la metodologia de la ciència moderna i, seguint aquests principis, reconeix obertament la impossibilitat d'entendre quina cosa pugui ser realment la gravitació i el perquè de la seva existència. A l'última part de l'escolí, al cinquè paràgraf, s'hi llegeix:

«Hactenus phaenomena caelorum & maris nostri per vim gravitatis exposui, sed causam gravitatis nondum assignavi. Oritur utique haec vis *a causa aliqua*, quae penetrat ad usque centra solis & planetarum, sine virtutis diminutione; [...] Rationem vero harum gravitatis proprietatum ex phaenomenis nondum potui deducere, & *hypotheses non fingo*. Quicquid enim ex phaenomenis non deducitur, hypothesis vocanda est; & hypotheses seu metaphysicae, seu physicae, seu qualitatum occultarum, seu mechanicae, in *philosophia experimentalis* locum non habent. In hac philosophia propositiones deducuntur ex phaenomenis, & redduntur generales per inductionem. Sic impenetrabilitas, mobilitas, & impetus corporum & leges motuum & gravitatis innotuerunt. Et satis est quod gravitas revera existat, & agat secundum leges a nobis expositas, & ad corporum caelestium & maris nostri motus omnes sufficiat».³⁴⁶

Més clar no pot dir-se: qualsevol suposició o «hipòtesi» no pot cabre en el cove que enceta la ciència moderna, l'anomenada «*philosophia experimentalis*». I Newton, amb plena consciència, es considera el tutor fidel i modèlic d'aquesta nova filosofia experimental, i per això, com bé expressa la seva ja eterna asseveració, no imagina hipòtesis, «*hypotheses non fingo*». En conseqüència, reconeix que, com a fidel tutor de la nova direcció, no pot afirmar res sobre allò que pugui ser la gravetat, perquè res pot dir-se en aquest sentit si només tenim en compte allò que ens diuen els fenòmens. S'ha d'acontentar amb la impotent confessió que no ha pogut assignar cap causa al fet gravitatori, i per tant, totes les opcions *hipotètiques* que exposa a l'escolí de la Proposició 69 del Llibre I no poden ser sinó pretensions no científiques que juguen un paper merament il·lusori. L'èxit de la seva empresa no rau pas en aquestes il·lusions, sinó en el fet obvi que quedi demostrat que la gravetat existeix; i no només això, sinó que, per fi, hom tingui coneixement de la mesura en què actua en termes quantitativs, «*satis est quod gravitas existat, & agat secundum leges a nobis expositas*», «és suficient que la gravetat existeixi de fet i que actui segons les lleis que nosaltres hem exposat». En això mateix insisteix Cohen a l'article que inclou la compilació de Scheurer i Debrock: «'It's enough', he wrote, that this force really exists

³⁴⁵ I. NEWTON, *Carta a Roger Cotes*, 6 de gener de 1713. Extreta de J. EDLESTON, *Correspondence of Sir Isaac Newton and Professor Cotes*, p. 146, Cambridge University Press, 1850. [«D'aquí a pocs dies li trametré un escolí d'un quart de plec per tal que sigui afegit al final del llibre»].

³⁴⁶I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica, Scholium generale*, p. 530. [«Fins aquí he exposat els fenòmens dels cels i del nostre mar per la força de la gravetat, però encara no he assignat cap causa a la gravitació. En efecte, aquesta força sorgeix *per alguna causa* que penetra fins als centres del Sol i dels planetes sense disminuir la seva força; [...] Però encara no he pogut deduir a partir dels fenòmens la raó d'aquestes propietats de la gravetat, i *jo no imagino hipòtesis*. Puix que allò que no es dedueix dels fenòmens ha de ser anomenat hipòtesi; i les hipòtesis, siguin metafísiques, físiques, o siguin de qualitats ocultes, o mecàniques, no tenen cabuda en la *filosofia experimentalis*. En aquesta filosofia, les proposicions es dedueixen dels fenòmens, i es converteixen en generals per inducció. Així van ser esclarides la impenetrabilitat, la mobilitat, l'ímpetu dels cossos i les lleis dels moviments i de la gravetat. I és suficient que la gravetat existeixi de fet i que actui segons les lleis que nosaltres hem exposat, i sigui suficient per a tots els moviments dels cossos celestes i del nostre mar»].

and that it serves abundantly to account for the major phenomena of the heavens and our earth»³⁴⁷. La seva existència és, doncs, «quod erat demonstrandum».

Històricament, allò que duu a posar en primera plana el problema de la causa de la gravetat no és altra cosa que la profunda aversió que tenien els científics barrocs, Newton inclòs, a considerar la possibilitat de l'existència d'una *força que actués a distància*, és a dir, sense contacte mecànic. Des dels principis filosòfics mecanicistes cartesianes tota acció física d'un cos a un altre havia de transferir-se per *contacte directe*, per *pressió* o *xoc*, atès que en la naturalesa cap cos pot actuar sobre un altre si entre ells mitja un hiat de buidor. Cap cos actua allà on no hi és. La nova estructura de la gravitació que ofereix l'obra newtoniana, no obstant això, semblava contradir aquest principi mecanicista: els cossos s'atrauen mútuament els uns als altres segons les seves masses i, tanmateix, ho fan a distància.³⁴⁸ El mateix Newton, des de la seva joventut, trobava una absurditat que pogués existir una acció a distància d'aquesta mena; de fet, són varis els passatges on confessa obertament aquesta impossibilitat. En una carta a Richard Bentley (1662-1742)³⁴⁹ del 25 de febrer de 1692, gairebé cinc anys després d'acabats els *Principia*, Newton reflexiona:

«It is inconceivable, that inanimate brute matter, should, without the mediation of something else, which is not material, operate upon and affect other matter without mutual contact [...]. That gravity should be innate, inherent, and essential to matter, so that one body may act upon another at a distance through a vacuum, without the mediation of any thing else, by and through which their action and force may be conveyed from one to another, is to me so great an absurdity, that I believe no man, who has in philosophical matters a competent faculty of thinking, can ever fall into it. Gravity must be caused by an agent acting constantly according to certain laws; but whether this agent material or immaterial, I have left to the consideration of my readers».³⁵⁰

El passatge nega la idea d'una força innata en els cossos, a l'estil de la *vis innata* que d'alguna manera proposaven Copèrnic, Galileu o Kepler. Com a assumint tots els principis mecanicistes cartesianes, Newton entén que els cossos no es poden moure per si mateixos, sinó que només ho poden fer exclusivament per una força externa. Si en algun moment ha parlat de la «vis insita», com a interna a la matèria, no volia

³⁴⁷ I. B. COHEN, *Newton's third law and universal gravity*. Extret de PAUL B. SCHEURER & G. DEBROCK, *Newton's scientific and philosophical legacy*, p. 41, Kluwer Academic Publishers, 1988. [«I [Newton] va escriure que 'és suficient' que aquesta força existeix a la realitat i que sovint sigui útil per a donar compte de la majoria de fenòmens que són en els cels i a la nostra Terra»].

³⁴⁸ Pel que fa a la problemàtica que van reobrir els *Principia* al voltant de la qüestió de la possibilitat d'accions dels cossos a distància, vegi's J. HENRY, *Isaac Newton y el problema de la acción a distancia*, p. 189-226, publicat a *Estudios de Filosofía*, n. 35, Universidad de Antioquia.

³⁴⁹ Richard Bentley, filòsof, teòleg i crític britànic, va acceptar una beca per lluitar contra l'ateisme; i per primera vegada va emprar arguments des de la ciència i no des de la teologia. La correspondència entre Newton i Bentley, tan celebèrrima, serà tractada més endavant.

³⁵⁰ I. NEWTON, *Carta a Richard Bentley*, 25 de febrer de 1692. Extreta de F. CAJORI a *Isaac's Newton mathematical principles of natural philosophy and his system of the world*, p. 634, University of California Press, 1962. [«És inconcebible que una matèria bruta inanimada, sense la mediació d'alguna cosa que no és material, afecti a altra matèria i actuï sobre ella sense que existeixi cap mena de contacte mutu [...]. Que la gravitació sigui innata, inherent i essencial per a la matèria, de tal manera que un cos pugui actuar sobre un altre a distància a través del buit sense la mediació de cap altra cosa per la qual i mitjançant ella es pugui transmetre l'acció i la força d'aquests cossos, és per a mi quelcom tan absurd que crec que cap ésser humà s'hi pot acostumar, encara que posseeixi una facultat competent per a pensar en qüestions filosòfiques. Ha d'existir un agent que causi la gravitació actuant constantment d'acord amb certes lleis; però deixo a la consideració dels meus lectors el fet de si aquest agent ha de ser material o immaterial»].

significar cap «vis innata», sinó merament la força d'inèrcia, que no és pròpiament una força: tan sols és la capacitat de l'objecte de fer-se passiu, és a dir, de perseverar en l'estat de moviment o de repòs en què es trobi. Als *Principia*, quan desenvolupa la tercera «regula philosophandi», Newton vol deixar molt i molt clar que la causa de la gravitació no rau en cap propietat interna de la matèria: «Attamen gravitatem corporibus essentialem esse minime affirmo. Per vim insitam intelligo solam vim inertiae. Haec immutabilis est. Gravitas recedendo a terra, diminuitur»³⁵¹. Ara bé, el passatge també afirma contundentment que aquesta força externa no pot ser una força a distància i que, per tant, es dedueix que ha de ser una força que segueixi el principi mecanicista. Almenys per al Newton dels *Principia* no valen trucs, ni antics ni moderns; és ben bé un home de la seva època: d'entrada, ni pot acceptar antigues forces misterioses internes a la matèria ni pot acceptar visions futuristes de ciència ficció com seria una atracció sense contacte físic.

Davant d'aquest dilema, no tots els newtonians acceptaven deixar inacabada aquesta qüestió, com sovint feia el propi Newton conscient dels límits de la ciència. Puix que, d'una banda, una força a distància era inadmissible i, de l'altra, no es podia demostrar cap argument de caire mecanicista, alguns d'ells empenyien el mestre a acceptar realment una «vis insita». Newton, no gensmenys, sabia bé que això era retrocedir en l'avenç conceptual que s'havia conquerit i, en conseqüència, s'hi resistia. No obstant això, va permetre que Roger Cotes redactés el prefaci de la segona edició dels *Principia* tot i que hi defengués a ultrança la necessitat d'una «vis insita» que expliqués l'existència de la gravetat. La gravetat, per a Cotes, és un atribut més dels cossos, com ho poden ser l'extensió o la impenetrabilitat, i, per tant, el fet que es comportin gravitatòriament no demana una causa externa:

«Et quemadmodum nulla concipi debent corpora, quae non sint extensa, mobilia & impenetrabilia; ita nulla concipi debere, quae non sint gravia. Corporum extensio, mobilitas & impenetrabilitas non nisi per experimenta innotescunt: eodem plane modo gravitas innotescit. Corpora omnia de quibus observationes habemus, extensa sunt & mobilia & impenetrabilia: & inde concludimus corpora universa, etiam illa de quibus observationes non habemus, extensa esse & mobilia & impenetrabilia. Ita corpora omnia sunt gravia, de quibus observationes habemus: & inde concludimus corpora universa, etiam illa de quibus observationes non habemus, gravia esse».³⁵²

Cotes, malgrat aquestes declaracions diàfanes, pretén de manera inversemblant que ningú pugui dir que es remet a propietats ocultes. L'argument de Cotes és molt poc seriós i sona a fugida d'estudi: «Audio nonnullos hanc improbare conclusionem, & de occultis qualitatibus nescio quid mussitare. Gravitatem scilicet occultum esse quid, perpetuo argutari solent; occultas vero causas procul esse ablegandas a

³⁵¹ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, p. 389. [«No afirmo, en absolut, que la gravetat sigui essencial als cossos. Per força *insita* entenc només la força d'inèrcia. Aquesta és immutable. La gravetat disminueix a l'allunyar-se de la Terra»].

³⁵² R. COTES, *Editoris praefatio in editionem secundam*, p. 8, inclòs a I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica*. [«D'igual manera que no s'ha de concebre cap cos que no sigui extens, mòbil i impenetrable, tampoc se n'ha de concebre cap que no sigui gràvid. L'extensió dels cossos i la seva mobilitat i impenetrabilitat només es donen a conèixer a través dels experiments; així doncs, de la mateixa manera es dóna a conèixer clarament la gravetat. Tots els cossos dels que n'hem fet observacions són extensos, mòbils i impenetrables, d'on es conclou que tots els cossos de l'univers, àdhuc aquells dels que no n'hem fet observacions, són extensos, mòbils i impenetrables. I exactament de la mateixa manera, tots els cossos dels que n'hem fet observacions són gràvids, d'on conclouem que tots els cossos de l'univers, àdhuc aquells dels que no en tenim observacions, són gràvids»].

philosophia. His autem facile respondetur; occultas esse causas, non illas quidem quarum existentia per observationes clarissime demonstratur, sed has solum quarum occulta est & ficta existentia nondum vero comprobata. Gravitas ergo non erit occulta causa motuum caelestium; siquidem ex phaenomenis ostensum est, hanc virtutem revera existere»³⁵³. Per tot plegat, a voltes pot semblar estrany que Newton permetés la inclusió d'aquests passatges com a prefaci. Potser va pensar que els lectors no entendrien que tots els cossos són gràvids, sinó que *estan sotmesos a la gravetat*. Però també és veritat que, si recollim tots els documents escrits per Newton, més enllà dels *Principia*, mai es deixa de mostrar una palesa inseguretat pel que fa a aquest afer, una inseguretat que dóna una imatge molt confusa de Newton a l'hora de definir-se: és cert que són molts els passatges entre aquests altres documents on sembla adduir una preferència essencial pel moviment mecànic; però en altres, potser de manera més encoberta, s'hi transparenta una certa rendició acceptant algunes forces innates; i encara en altres, sorprenentment, àdhuc s'hi trasllueix una simpatia cap a l'acció a distància, com a varis passatges d'*Opticks*: «Pellucid substances act upon the rays of light *at a distance* in refracting, reflecting and inflecting them, and the rays mutually agitate the parts of those substances *at a distance* for heating them; and this action and reaction *at a distance, very much resembles an attractive force between bodies*»³⁵⁴. O també: «Have not the small particles of bodies certain powers, virtues or forces, by which they act *at a distance*, not only upon the rays of light for reflecting, refracting or inflecting them, but also upon one another for producing a great part of the phaenomena of nature?»³⁵⁵. Aquests passatges favorables a les accions a distància topen frontalment amb les paraules que havia dirigit a Bentley en la carta del 25 de febrer de 1692, on es reafirmava en l'absurditat d'una acció a distància; i ho feia amb aquella seva habitual contundència que s'ensorrava a la llum d'altres passatges i que potser el temps transcorregut entre ells li havien fet oblidar. La confusió de Newton sempre ha estat evident.

Cara enfora, l'opinió oficialista de Newton era la d'un mecanicista convençut, i això, li agradés molt o poc, no encaixava gens bé amb allò que es deduïa dels propis *Principia*: que la gravetat era una força que actuava a distància. Christian Huygens i sobretot Gottfried W. Leibniz (1646-1716) es van mostrar bastant indignats per aquesta idea, atès que s'apartava de la claredat de l'estructura mecànica del món i retornava, malauradament, a incitar a rebatejar les «proprietats ocultes» que havien conreat els escolàstics i que, gràcies a Descartes, s'havien pogut bandejar. Leibniz, com veurem, va ser molt crític i sempre va afirmar que la gravitació universal que oferia Newton o bé era un retorn a propietats ocultes o bé era, ras i curt, un miracle

³⁵³ *Ibidem.*, p. 9. [«Escolto que alguns desaproven aquesta conclusió, mormolant quelcom sobre qualitats ocultes. Ens retreuen contínuament que la gravetat és una qualitat oculta i que les causes ocultes haurien d'eliminar-se de la filosofia. Però és fàcil respondre a això, atès que són causes ocultes aquelles l'existència de les quals és oculta i imaginada, mai provada, i no pas aquella l'existència de la qual és real i demostrada clarament per les observacions. Per tant, la gravetat no pot ser considerada de cap manera una causa oculta dels moviments celestes, perquè és obvi partint dels fenòmens que un poder d'aquesta mena té existència real»].

³⁵⁴ I. NEWTON, *Opticks, A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light*, Query 29, p. 345, 2nd Edition, W. & J. Innys, London, 1718. [«Les substàncies cristal·lines actuen sobre els raigs de llum *a distància* al refractar-los, reflectir-los i inflexionar-los, i els raigs agiten mútuament les parts d'aqueixes substàncies *a distància* per escalfar-les; i aquesta acció i reacció *a distància s'assembla molt a la força atractiva entre els cossos*»].

³⁵⁵ *Ibidem.*, Query 31, p. 350. [«No tenen potser les partícules diminutes dels cossos certs poders, virtuts o forces per les que actuen a distància, no només sobre els raigs de llum per a reflectir-los, refractar-los i inflexionar-los, sinó també entre si per a produir una gran part dels fenòmens que es donen a la naturalesa?»].

diví, però en cap cas una acció natural a distància; és a dir: segons Leibniz, si una explicació mecànica era tan complexa, més ho havia de ser encara l'acceptació d'una força que actués des de lluny. Aquestes són les seves paraules en la correspondència que va mantenir amb el matemàtic i físic neerlandès Nicolaas Hartsoeker (1656-1725), on reproduïx les mateixes crítiques que trobarem set anys més tard a la correspondència mantinguda amb el clergue i filòsof Samuel Clarke (1675-1729):

«Wenn sie aber meinen, dass dies ohne irgendeinen Mechanismus geschehe, nämlich infolge einer einfachen primären Eigenschaft oder infolge eines Gesetzes von Gott, der diese Wirkung ohne Benutzung irgendwelcher verständlichen Mittel erzeuge, so ist die Schwere eine unverständliche verborgene Eigenschaft, die so verborgen ist, dass es unmöglich ist, dass sie jemals verständlich wird, auch wenn es ein Engel oder Gott selbst versuchen sollte, sie zu erklären».³⁵⁶

Diguem doncs, i ara amb afany de recapitular i escatir, que, 1) d'entrada, foren molt pocs els coetanis de Newton que podien acceptar que la gravetat fos una força que actués a distància a través del buit entre un cos i un altre, un fet que totes les directrius dels *Principia* semblaven prendre en la mesura que, efectivament, no es tenia cap constància empírica que entre els cossos sotmesos a la gravetat hi hagués cap mena de contacte. Ni tan sols el mateix Newton es veia massa capaç de defensar-ho en la cultura mecanicista que imperava i que ell admirava i se'n sentia part. 2) Si s'havia de buscar una altra explicació al fet gravitatori que no fos l'acció a distància, tothom veia que recórrer a «proprietats ocultes» dels cossos, com fa Cotes al prefaci de la segona edició dels *Principia* tot i afirmar que no hi vol pas recórrer, era una regressió conceptual que es retroreia als vells i coneguts discursos escolàstics que la nova ciència havia pretès destronar.

Si, en nom de la ciència i la seva claredat, hom no podia optar per cap d'aquestes dues solucions, restaven encara dos camins possibles que no podien ser menyspreats: 1) o bé, simplement, es negava que la gravitació hagués de ser entesa com a quelcom real, físic i efectiu, i que era *només un constructe matemàtic* que permetia quantificar els moviments –una postura clarament positivista o una perspectiva pragmatista- o bé 2) si efectivament la gravitació era un fenomen real i físic, llavors hom havia de cenyir-se als principis de la física mecànica i *aportar explicacions mecàniques* al fet gravitatori. Newton també va recórrer aquests dos camins. Pel que ateny al primer camí, recordem les paraules de Newton que ja havíem il·lustrat en algun moment de la nostra primera part: «Qua de causa iam pergo motum exponere corporum se mutuo trahentium, considerando vires centripetas tanquam attractiones, quamvis fortasse, si physice loquamur, verius dicantur impulsus. In mathematicis enim iam versamur; & propterea, missis disputationibus physicis, familiari utimur sermone, quo possimus a lectoribus mathematicis facilius intelligi»³⁵⁷; i també a la Definició 8

³⁵⁶ G.W. LEIBNIZ, *Carta a Nicolaas Hartsoeker*, 10 de febrer de 1711. *Der Leibniz-Clarke-Briefwechsel*, p. 186, editat per V. SCHÜLLER, Akademie Verlag, Berlin, 1991. [«Però si s'entén que això [la gravitació] ocorre sense cap mena de mecanisme, aleshores s'ha de deure a una simple propietat primària o a algun disseny de Déu que produeix aquest efecte sense emprar cap mena de mitjà que ens sigui comprensible, és a dir, la dificultat d'una incomprendible propietat oculta que rau tan oculta que és impossible que sigui mai compresa, àdhuc si un àngel o Déu mateix fessin un esforç per a aclarir-la»].

³⁵⁷ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, p. 160. [« Per la qual cosa, ara passo a exposar el moviment dels cossos que s'atrauen mútuament considerant a les forces centripetes com a atraccions, tot i que potser, si parléssim en termes físics, més aviat s'haurien de dir impulsos. Però ara ens movem en les matemàtiques i, per tant, deixant de banda disputes físiques, emprearem un llenguatge comú en què puguem ser compresos més fàcilment pels lectors matemàtics»].

del Llibre I, sense diferenciar «atracció» i «impuls» -que era, aquest sí, un concepte embolcallat per tota la tradició mecanicista-, Newton ja hi havia suggerit:

«Porro attractiones & impulsus eodem sensu acceleratrices & motrices nomino. Voces autem attractionis, impulsus, vel propensionis cuiuscunque in centrum, indifferenter & pro se mutuo promiscue usurpo; has vires non physicae sed mathematicae tantum considerando. Unde caveat lector, ne per huiusmodi voces cogitet me speciem vel modum actionis causamve aut rationem physicam alicubi definire, vel centris (quae sunt puncta mathematica) vires vere & physice tribuere; si forte aut centra trahere, aut vires centrorum esse dixerit»³⁵⁸.

El bisbe irlandès George Berkeley (1685-1753), a l'hora d'analitzar l'obra de Newton, entenia que només hi havia dues opcions possibles respecte a la gravetat: o bé s'havia d'assumir com *el nom* que es dóna a *la causa* de cert fenomen físic ben conegut, o bé definia només l'*efecte* o fenomen mateix que podem copsar i coneixem mitjançant els sentits. Si entenem per gravetat el que suggereix el primer sentit, diu Berkeley, gairebé inevitablement la gravetat ha de ser considerada una qualitat oculta, en la mesura que seria quelcom que no pot ser copsat empíricament i que roman en l'essència innata pròpia dels cossos. Berkeley també fou conscient que un retorn a les propietats ocultes era una manera de retrocedir respecte als avenços evidents de la física mecanicista, i, coherentment, proposa que amb la paraula «gravetat» hom només pugui denotar els efectes que observem en el moviment dels cossos, i en cap cas la causa que pugui haver-hi al darrera: «Quamdiu corpora gravia a nobis sustentur, sentimus in nobismet ipsis nisum, fatigationem, et molestiam. Percipimus etiam in gravibus cadentibus motum acceleratum versus centrum telluris: ope sensuum praeterea nihil. Ratione tamen colligitur causam esse aliquam vel principium horum phaenomenon; illud autem *gravitas* vulgo nuncupatur. Quoniam vero causa descensus gravium caeca sit et incognita, gravitas ea acceptione proprie dici nequit qualitas sensibilis; est igitur qualitas occulta. Sed vix, et ne vix quidem, concipere licet quid sit qualitas occulta, aut qua ratione qualitas ulla agere aut operari quidquam possit. Melius itaque foret, si, missa qualitate occulta, homines attenderent solummodo ad effectus sensibiles».³⁵⁹

Com que Berkeley assumeix, des d'un punt de vista clarament positivista, que només podem parlar de gravetat referint-nos als efectes que veiem en els cossos a través dels nostres sentits, s'alinea amb el passatge de Newton i entén aleshores que tot l'estri intel·lectual que sorgeix dels *Principia* només pot ser considerat com una

³⁵⁸ *Ibidem.*, p. 6. [«Per cert, anomeno les forces acceleratrius i motrius en el mateix sentit que atraccions i impulsos. Empro les unes per les altres, i indiferentment, les paraules atracció, impuls, tendència de qualsevol mena a un centre, i ho faig considerant aqueixes forces, no en el seu aspecte físic, sinó només en el matemàtic. Cuidi's, doncs, el lector de no creure que amb aquestes paraules jo estigui definint cap gènere o mode d'acció o causa o propietat física, o que estigui atribuïnt als centres (que són punts matemàtics) vertaderes forces físiques, si se'm trobés dient que els centres atrauen o que les forces són centrals»].

³⁵⁹ G. BERKELEY, *De motu; sive de motus principio et natura*, §4, 1721. Extret de *The Works of George Berkeley*, p. 285, printed for Thomas Tegg, London, 1837. [«Mentre aguantem cossos pesats sentim que fem esforç, hi ha fatiga, inquietud. Percebem també en els cossos pesats que cauen un moviment accelerat cap al centre de la Terra; i això és tot el que ens diuen el sentits. En canvi, per la raó, inferim que hi ha alguna causa o principi per a aquest fenomen, i això és el que es anomena, popularment, *gravetat*. Però atès que la causa de la caiguda dels cossos pesats no la veiem pas i és desconeguda, la gravetat no pot ser anomenada, en aquest ús, qualitat sensible. És, per tant, una qualitat oculta. Però allò que sigui una qualitat oculta, o com una qualitat pot actuar o fer quelcom, nosaltres tot just ho podem concebre –o, més aviat, no ho podem concebre. Per això, farien bé els homes de deixar-se de qualitats ocultes i atènyer-se exclusivament als efectes sensibles»].

ficció matemàtica, útil i efectiva, però que no implica cap descripció real del món físic: «*Vis, gravitas, attractio, et huiusmodi voces, utiles sunt ad intelligendam simplicem ipsius motus naturam, vel ad qualitates totidem distinctas designandas. Attractionem certe quod attinet, patet illam ab Newtono adhiberi, non tanquam qualitatem veram et physicam, sed solummodo ut hypothesein mathematicam*»³⁶⁰. De totes formes, no podem oblidar que aquest plantejament de Newton, i recolzat per Berkeley més tard, es dona en el context d'una mecànica racional on es deixen fora del discurs, amb plena intenció, totes les dimensions pròpiament físiques dels objectes, amb l'avinentesa que pretén ordenar els *Principia* seguint un ordre que vagi del constructe matemàtic a la realitat física. Malgrat tot, entendre la gravitació com a mer constructe matemàtic que conjuga a la perfecció totes les observacions reals era un acte de prestidigitador fenomenalista que no podia convèncer ningú en aquells moments, sobretot després que els mateixos intents, segles enrere, per salvar les aparences que la visió heliocèntrica oferia respecte a la vella i encarcerada visió geocèntrica, acabessin en una acceptació efectiva de la seva dimensió física. Fins i tot molts del seus acòlits i gent que li era propera i seguien fil per randa la seva línia, no van poder assumir aquesta mirada clarament positivista; i valgui d'exemple el propi Roger Cotes, qui, com hem vist en el prefaci de la segona edició, prefereix tornar a posar sobre la taula les antigues «proprietats ocultes» abans d'acceptar una lectura de caire positivista.

Com s'ha vist abans de passada, Newton també va oferir algunes alternatives que seguien els principis mecànics, de contacte. El fonament d'aquestes solucions de tipus mecànic rau en l'existència d'un agent corpori suposadament no visible als ulls humans que, per contacte, emet la força suficient per a què un cos determinat recaigui sobre un altre, i d'aital manera que, degut a la seva invisibilitat, produeixi l'aparença de tipus gravitatori d'una atracció a distància. La tesi més freqüent era la de la possibilitat que existís un medi material invisible entre els cossos celestes que garantís que, per la seva acció, aquests cossos tendissin a apropar-se els uns als altres. Aquest medi teòric i hipotètic era anomenat «èter», que, tot i la seva corporeïtat, havia de ser enormement subtil i havia d'estar present a tot l'espai universal com a magma perenne. Aquest tipus de substància provenia, en primer lloc, de les velles tesis escolàstiques, i després, del pensament cartesià, com a solució a una suposada inexistència del buit, atès que tant la física aristotèlica com el mecanicisme cartesià es recolzaven en l'antiga idea de l'«horror vacui»: no podia existir el buit, o el no-res, en un Univers on les coses són. A més, tal i com s'ha explicat al capítol I, tota la teoria de vòrtexs cartesiana necessitava l'existència de l'èter per a què fos realment operativa.

Quan encara no era el gran físic que va esdevenir, el jove Isaac Newton, de clara tradició mecanicista, era gairebé un fervorós partidari de l'existència de l'èter, atès que havia seguit amb convenciment notable el pensament cartesià. El 28 de febrer de 1679, mesos abans de l'època en què va començar a discutir amb Hooke sobre quina força havia de ser la que feia orbitar els planetes al voltant del Sol, Newton escriu una coneguda carta a Robert Boyle que conservem d'entre una correspondència que no ha arribat fins a nosaltres, però que en el seu moment va ser l'esperó que el va dur a redactar *De aere et aethere* durant la primera part de 1679. A la carta, Newton no només es declara partidari enèrgic de les tesis etèries sinó que en duu a terme una

³⁶⁰ *Ibidem.*, §17, p. 287. [«Força, gravetat, atracció, i mots d'aquesta mena són útils per a raonar sobre el moviment i sobre els cossos en moviment, però no pas per a entendre pròpiament la simple natura del moviment o per a designar distintes qualitats. Per exemple, l'atracció fou certament introduïda per Newton, però no pas com a qualitat vertadera i física dels cossos, sinó senzillament com a hipòtesi matemàtica»].

detallada explicació. La missiva comença introduint cinc supòsits de com haurien de ser les propietats de l'èter, i després passa a aplicar aquestes suposades propietats a diversos fenòmens observables, com per exemple a l'efecte dels dissolvents, al tracte dels metalls o a la transformació que pateixen algunes de les substàncies sòlides en substàncies «aèries». Però el més notable és que clou la seva disquisició preguntant-se si no seria l'èter també la causa física de la gravetat:

«I shall set down one conjecture more, which came into my mind now as I was writing this letter. It is about the cause of gravity. For this end I will suppose aether to consist of parts differing from one another in subtilty by indefinite degrees [...]. Imagine now any body suspended in the air, or lying on the earth: and the aether being by the hypothesis grosser in the pores, which are in the upper parts of the body, than in those which are in its lower parts, and that grosser aether being less apt to be lodged in those pores, than the finer aether below, which cannot be without the bodies descending to make room above for it to go out into».³⁶¹

Degut a una evolució personal sobre aquesta temàtica, el Newton anticartesiana dels *Principia*, si el comparem amb aquest Newton de 1679, no podia ni necessitava acceptar en principi un element corpori com l'èter, en la mesura que ja no acceptava ni la teoria de vòrtexs ni la idea de l'«horror vacui» i, a més a més, la seva *filosofia experimental* no es permetia donar per vàlids fenòmens no observats. De fet, tot el Llibre II de la primera edició original dels *Principia* està escrit amb l'esperit d'enderrocar la visió cartesiana que defensava la necessitat de medis resistents i magmàtics entre els cossos de l'espai. Però, donades les exigències a què Newton semblava sotmès a l'hora de donar una explicació causal del fet gravitatori, la veritat és que a la segona edició dels *Principia* de l'any 1713, després de vint-i-sis anys de reflexió al voltant d'aquesta qüestió, Newton encara es resisteix a abandonar del tot la idea de l'èter, i sense explicacions detallades i, de ben cert, potser una mica contracor, subratlla la possibilitat d'aquest medi resistent. Recordem que ja a la primera edició dels *Principia* de 1687, a l'escoli de la Proposició 69 del Llibre I, Newton parlava de la gravitació «sive conatus iste fiat ab actione corporum [...]; sive is *ab actione aetheris*, aut aëris»; i a l'última línia de l'escoli que acompanya a la Proposició 40 del Llibre II, Newton menciona el concepte d'èter, parlant del comportament dels projectils, com si fos un medi més entre altres medis: «[...] resistentia in omni fluido est ut motis in fluido a projectili excitatus, nec minor esse potest *in aethere subtilissimo* pro densitate aetheris, quam in aëre, aqua & argento vivo pro densitatibus horum fluidorum»³⁶². I encara de manera molt més nítida, a partir de la Qüestió 18 del tractat sobre la llum, *Opticks* (1718), Newton recupera la força i el convenciment de

³⁶¹ I. NEWTON, *Carta a Robert Boyle*, 28 de febrer de 1679. Extreta de I.B. COHEN a *Isaac Newton's papers & letters on natural philosophy*, p. 253, Harvard University Press, 1958. [«Apuntaré una conjectura més que se m'ha ocorregut ara mentre estava escrivint aquesta carta, al voltant de la causa de la gravetat. Amb aquesta finalitat, suposaré que l'èter consisteix en parts que difereixen mútuament per la gradació indefinida de la seva subtilitat [...]. Imagini ara un cos qualsevol suspès a l'aire, o que és sobre la Terra; i a l'èter, per hipòtesi, més dens en els porus que són a les parts superiors del cos que en aquells que són a les parts més baixes; aqueix èter més dens, com és menys apte que l'èter més subtil per a situar-se en els prous esmentats, tendirà a escapar i a cedir el pas a l'èter més subtil inferior, cosa que no pot ocórrer sense que els cossos que estan descendint facin lloc per sobre d'ells per tal que surti i entri l'èter»].

³⁶² I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, p. 356. [«[...] la resistència en qualsevol fluid és com el moviment suscitat en el fluid pel projectil, i no pot ser menor *en l'èter més subtil* en raó de la densitat de l'èter, que en l'aire, en l'aigua o en el mercuri, en raó de les densitats d'eixos fluids»].

quan era jove i postula sense embuts la viabilitat i menester d'un medi subtil i permanent a l'espai al que també denomina èter. I així, ens diu a la Qüestió 18: «Is not the heat of the warm room convey'd through the vacuum by the vibrations of a much subtler medium than air, which after the air was drawn out remained in the vacuum? [...] And is not this medium exceedingly more rare and subtile than the air, and exceedingly more elastic and active? And doth it not readily pervade all bodies? And is not (by its elastick force) expanded through all the heavens?».³⁶³

Es podria argumentar que Newton només accepta aquest medi com a portador dels raigs de llum, objecte d'aquest tractat d'òptica. Però acte seguit, a la Qüestió 21, Newton deixa clar també que aquest medi ha de ser el que produeixi el fet gravitatori: «Is not this medium much rarer within the dense bodies of the sun, stars, planets and comets, than in the empty celestial spaces between them? And in passing from them to great distances, doth it now grow denser and denser perpetually, and thereby cause the gravity of those great bodies towards one another [...]?»³⁶⁴. I després encara, a la Qüestió 22: «May not planets and comets, and all gross bodies, perform their motions more freely, and with less resistance in this aethereal medium than in any fluid, which fills all space adequately without leaving any pores [...]?»³⁶⁵. Així doncs, el que és totalment remarcable és que Newton va patir una inestable evolució a l'hora d'apropiar-se del concepte de l'èter: el Newton mecanicista convençut de la carta a Boyle de 1679 va donar pas, amb una suau i manifesta cadència, a un Newton que, sense arraconar la idea de l'èter, la va anar veient dubtosa; fins que el Newton de 1718, el de l'*Opticks*, potser assetjat per les pressions, pateix una involució evident i retorna a una consideració de l'èter que recordava a la dels seus principis.

Quina cosa sigui aquest èter, «aether»³⁶⁶, i quines propietats tingui no és una cosa que quedi mai aclarida. Òbviament, com veiem, se'ns parla de la seva «subtilitat», en al·lusió a què la seva estructura no és perceptible als sentits humans i el fa, doncs, «invisible». Tot i aquesta subtilitat, Newton el considera normalment «corpori», és a dir, que no escapa als trets físics fonamentals d'extensió i volum. A la carta de Boyle de 1679, quan enuncia els atributs i funcions del que podria ser l'èter, hi diu que suposa que «there is a diffused through all places an aethereal substance, capable of contraction and dilatation, strongly elastic, and, in a word, much like air in all respects, but far more subtile».³⁶⁷ I també afegeix: «I suppose this aether pervades

³⁶³ I. NEWTON, *Opticks, A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light*, Query 18, p. 323, 2nd Edition, W. & J. Innys, London, 1718. [«No es transporta potser la calor de la cambra escalfada a través del buit gràcies a les vibracions d'un medi molt més subtil que l'aire, el qual, després que l'aire hagi estat extret, roman en el buit mateix? [...] I no està potser aquest medi summament més rarificat i és més subtil que l'aire, i summament més elàstic i actiu? I no impregna potser amb facilitat tots els cossos? I no s'estén potser (degut a la seva elasticitat) per tots els cels?»].

³⁶⁴ *Ibidem.*, Query 21, p. 325. [«No està potser aquest medi molt més rarificat en els densos cossos del Sol, dels estels, dels planetes i cometes, que en els buits espais celestials que hi ha entre ells? I si anem d'aquests cossos a les grans distàncies, no es fa potser [aquest medi] més dens i més dens de manera perpètua, i és per això que causa la gravitació d'aquests grans cossos dels uns als altres?»].

³⁶⁵ *Ibidem.*, Query 22, p. 327. [«No és possible que els planetes i els cometes i tots els cossos massissos duguin a terme els seus moviments de manera molt més lliure i amb menys resistència en aquest medi eteri que en cap altre fluid que ompli l'espai adequadament sense deixar-hi cap porus?»].

³⁶⁶ L'existència de l'èter (del grec «αιθήρ», i testimoniada també en la saviesa hindú, «akasha») se suposava ja des de l'època dels grecs presocràtics i, probablement, provenint d'unes arrels molt més antigues. No és fins l'any 1887 que es descarta definitivament la seva existència després que Albert A. Michelson i E. Morley duguessin a terme un experiment conclouent amb aquest objectiu.

³⁶⁷ I. NEWTON, *Carta a Robert Boyle*, 28 de febrer de 1679. Extreta de I.B. COHEN a *Isaac Newton's papers & letters on natural philosophy*, p. 250, Harvard University Press, 1958. [«Hi ha una substància etèria difosa per tots els llocs, capaç de contraure's i de dilatar-se, summament elàstica. En una paraula, molt similar a l'aire en tot, però molt més subtil»].

all gross bodies, but yet so as to stand rarer in their pores than in free spaces, and so much the rarer, as their pores are less».³⁶⁸ Tanmateix, en alguna ocasió, es qüestiona si l'èter no podria ser quelcom «incorpori», la qual cosa és altament sorprenent, puix que, considerat així, pren un caire màgic i metafísic que s'allunya de la seva filosofia experimental. Tampoc queda mai escatit quin és el mode de funcionament d'aquest èter. Habitualment, s'entén com a força corpòria que viatja d'un cos a un altre i els uneix per contacte o pressió, a mode d'onada; també sovint, com assereix sobretot a *Opticks*, se l'entén operant a través d'una seva ben particular elasticitat; en altres ocasions, se'l veia com una pluja de partícules que operaven per contacte, fins i tot, com a mitjà per on es traslladen efluvis elèctrics que topen amb els cossos. En qualsevol cas, estem davant d'una *dimensió qualitativa* de la ciència que Newton, quan se sent un lúcid científic, és ben conscient que, malgrat les seves constants caigudes i recaigudes, ha de ser evitada.

A la cloenda de l'Escoli General Newton no fa referència a cap efluvi elèctric, ni a variacions de densitat o pluges d'èter, però no obstant això, encara insisteix que alguna causa ha de tenir la gravitació, i de mode molt general indica que «algun esperit molt subtil» –«de spiritu quodam subtilissimo»- ha de raure rere el fenomen gravitatori: «Adiicere jam liceret nonnulla de spiritu quodam subtilissimo corpora crassa pervadente, & in iisdem latente; [...] Sed haec paucis exponi non possunt; neque adest sufficiens copia experimentorum, quibus leges actionum huius spiritus accurate determinari & monstrari debent»³⁶⁹. No creiem, en absolut, que Newton en aquest cas empri aquesta paraula en el sentit convincent de l'existència d'una força innata en els propis cossos, sinó més aviat en el sentit genèric que el que s'amaga rere el fet gravitatori és alguna cosa que no pot ser assumida per les premisses de la seva filosofia experimental. Que a aquest buit de coneixement hi assigni el mot *esperit* no deixa de ser una reminiscència heretada de la manera de fer i desfer de la ciència renaixentista. Koestler, quan afirma que «he sometimes called it a medium, but on other occasions used the term 'spirit'»³⁷⁰ considera que Newton, a l'Escoli General, anomena «esperit» la causa més pregonada de la gravitació, al·ludint de manera encoberta al propi èter.

Hom es pregunta sovint com és possible que Newton, amb tot el que representa en el llenguatge de la ciència, sigui reincident en aquestes caigudes i recaigudes en el misteriós àmbit de les «proprietats ocultes», dels «esperits», dels aforismes metafísics i de la intangibilitat qualitativa; i que, quan desperta el científic, l'home fred que només accepta dades quantitatives, com donant un cop sobre la taula, sigui capaç de dir, ni més ni menys, que «hypotheses non fingo». Aquesta esquizofrènia, un dels aspectes més interessants de la singular personalitat del primer científic modern, no pot pas entendre's si no ens adonem de nou que «este polifacético autor inglés concebía la formulación de los principios matemáticos de la filosofía natural como parte de un programa más amplio que incluía las profecías bíblicas, las antiguas cronologías de reyes o la alquimia. Dicho programa estaba orientado a la posesión del secreto último de las cosas, aprehensible en los dos modos de revelación divina, la

³⁶⁸ *Ibidem.*, p. 250. [«Suposo que aquest èter penetra en tots els cossos sòlids, però d'una manera tal que és més rar en els seus porus que en els espais lliures, i més rar com menors siguin els seus porus»].

³⁶⁹ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica, Scholium generale*, p. 530. [«Encara podríem afegir alguna cosa de cert esperit subtilíssim que travessa tots els cossos gruixuts i roman latent en ells; [...] Però això no pot exposar-se en poques paraules; i tampoc hi ha un número suficient d'experiments que permetin determinar i mostrar amb cura les lleis de les accions d'aquest esperit»].

³⁷⁰ A. KOESTLER, *The sleepwalkers*, p. 511, Arkana Publishing, 1990. [«De vegades l'anomenava 'medi', però en altres ocasions li'n deia 'esperit'»].

Biblia y la Naturaleza»³⁷¹. De nit, ni que sigui en sentit figurat, el científic es movia envoltat de conceptes de la tradició alquímica; de dia, era el científic que «no imagina hipòtesis», el científic modern que no pot prendre res com a vertader si no és contrastat amb la prova empírica i la demostració matemàtica. Quan és un dionisiac alquimista treballa amb idees que avui en dia considerem tel·lúriques, fantasmals i subterrànies; quan és el científic apol·lini elabora una semàntica racional, empirista i deductiva. Alguns cops, la seva sectària visió d'un món on hi venen a conuiu realitats immaterials i substàncies materials el va convèncer que la naturalesa potser no podria ser explicada atenint-nos exclusivament a la mesurabilitat superficial de les coses; en altres moments, la seva convicció que el món era una màquina perfecta i tangible el va dur a pensar que no calien fugides de caire metafísic per a poder explicar-lo. El món interior de Newton sempre va existir entre dues concepcions antagòniques que, fet i debatut, estaven tan unides per una incommensurable bellesa que transformaven la realitat en una cosa miraculosa.

§ 7.2 L'Escoli General: la necessitat del Déu geomètra

Entenguem bé ara, doncs, que tot aqueix devessall de possibles respostes a la pregunta de *què causava la pròpia gravitació* no era gens sòlid. Cap ni una d'elles ho era. L'avançada mentalitat de Newton sabia bé que no només no eren sòlides sinó que s'apartaven del que hauria de ser una ciència innovadora: una ciència que es regís per la demostració i el rigor deductiu, eliminant tots els elements superflus i hipotètics. No és tan clar que la mentalitat de la seva època hi estigués en sintonia: eren molts els qui, davant la mera visió quantitativa dels *Principia*, es creien legitimats per afirmar que cap fenomen podia considerar-se *comprès* si l'intel·lecte no s'apoderava de l'essència qualitativa que els feia ser com eren. Evidentment, des d'aquest punt de vista «essencialista»³⁷², els *Principia* no havien *explicat* el fet gravitatori, tot i que l'haguessin mesurat. Aquests essencialistes, a més, eren neguitosos: ho necessitaven comprendre i ràpid, quasi podríem dir que a qualsevol preu. Tanmateix, el preu era massa alt: l'acció a distància els sonava a màgia, i no valia això de fer màgia; les «proprietats ocultes» ja havien estat molt superades per Descartes, i no valia això de tornar a aquells temps aristotèlics en què la ciència no hi veia clar; l'existència de l'èter, amb totes les seves distintes concepcions mecàniques, era temptadora, però no valia això de fer ciència buscant solucions en coses que mai s'havia vist que existissin. Àdhuc Newton, de vegades i durant vint-i-sis anys, com hem vist, va sentir al clatell la pressa de trobar la resposta, contaminat per les pressions dels essencialistes.

Però aleshores, al 1713, va aparèixer la segona edició dels *Principia*, que per primera vegada, incorporaven el llarg prefaci de Cotes i, a mode de clausura, *l'Escoli General*. L'Escoli General, que és una redacció que conté sis paràgrafs diferenciats i ben estructurats, funcionava com a apèndix conclusiu per a posar llum a alguns

³⁷¹ A. RIOJA/J. ORDÓÑEZ, *Teorías del Universo, Vol. II. De Galileo a Newton*, cap. 5.4.4, p. 224, Ed. Síntesis, 1999. Els autors incideixen a continuació en la importància de l'alquímia a l'hora de formar-se Newton una visió del món i fan referència a les tesis de B. DOBBS (a *The Janus faces of genius. The role of alchemy in Newton's thought*, Cambridge University Press, 1991) que Newton va entendre el concepte d'atracció des de la tradició alquímica.

³⁷² En aquest context, entenem per «essencialista» el discurs que considera tant la dada empírica com les descripcions matemàtiques que descriuen les operacions d'aquestes dades empíriques com a pròpiament buides de significat. Un discurs essencialista entendria que una realitat qualsevol només pot ser considerada *coneixement* quan, en l'ordre de l'intel·lecte, es respon a la pregunta *què és* aquesta realitat, mentre que considera una simple qüestió pragmàtica o un *pseudoconeixement* adquirir la tècnica que es basa en saber *com funciona* aquesta realitat.

aspectes de caràcter filosòfic i metodològic, però també *metafísic i teològic*, que Newton deuria considerar que estaven absolutament implícits en el desenvolupament mateix de l'obra. Ja hem fet menció en la secció anterior que Newton, al cinquè paràgraf de l'escoli, acceptava que no es veia capaç d'assignar cap causa a la gravetat si la seva filosofia experimental havia de ser certament rigorosa. Però el fet rellevant és que, en els paràgrafs tercer i quart, Newton entén que, *fos quina fos la causa física de la gravetat, no seria pas suficient per a garantir la complexa estabilitat dels cels*, donat l'intricat disseny i l'equilibri matemàtic que els descriu. I proclama que només un Ser superior, un Déu geòmetra, pot ser garantia del funcionament del món, i, per tant, rere el cortinatge empíric, no pot haver-hi altra essència que la pròpia existència i la pròpia acció de Déu. Aquest missatge és molt nítid en una famosa declaració al tercer paràgraf, en el que parla de l'estructura del món: «Elegantissima haecce solis, planetarum & cometarum compages non nisi consilio & dominio entis intelligentis & potentis oriri potuit. Et si stellae fixae sint centra similium systematum, haec omnia simili consilio constructa suberunt Unius dominio»³⁷³.

Com pot veure's, a nivell públic, Newton fa ara un pas endavant que resulta molt sorprenent i que fou polèmic i discutit a la seva pròpia època: introdueix tot un seguit de consideracions teològiques, que, òbviamment, afecten directament a la concepció de Déu, i ho fa, ni més ni menys, en el seu gran tractat de física, els *Principia*. Newton i Cotes, de totes bandes, havien estat escoltant des de feia temps cants de sirena que subratllaven que els continguts de la primera edició dels *Principia*, davant la confessada impossibilitat pel mateix Newton que la física experimental donés raó de la causa de la gravetat, suggerien irremeiablement la necessitat d'una explicació racionalment acceptable de la conducta de la naturalesa. D'entre tots aquests cants de sirena, Newton posava especial atenció als que emetia des d'Alemanya l'autoritzada veu de Leibniz, perquè sabia que aquesta veu, com a la carta que havia dirigit a Hartsoeker el 10 de febrer de 1711, cridava sovint amb un punt d'ironia que Newton i els seus *Principia* havien introduït el concepte de «miracle» en la naturalesa –que és, òbviamment, una paraula altament ofensiva per al científic experimental rigorós. El prefaci i l'Escoli General van ser una reacció de Cotes i Newton a aquestes crítiques: en una carta de Cotes a Newton del 18 de març de 1713 s'hi llegeix molt explícitament que «I think it will be proper [to] add somethings by which your book may be cleared from some prejudices which have been industriously laid against it. As that it deserts mechanical causes, is built upon miracles & recurrts to occult qualitys [...]. You will find a very extraordinary letter of Mr. Leibnitz to Mr. Hartsoeker which will confirm what I have said. I do not propose to mention Mr. Leibnitz's name, twere better to neglect him, but the objections I think may very well be answered & even retorted upon the maintainers of vortices»³⁷⁴. I, efectivament, seguint aquestes consideracions

³⁷³ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica, Scholium generale*, p. 527. [«Aquesta elegant combinació de Sol, planetes i cometes només va poder tenir el seu origen en la intel·ligència i el poder d'un ens intel·ligent i poderós. I si els estels fixes fossin centres de sistemes similars, construïts tots ells amb un esquema similar, estaran sotmesos al domini de l'U»].

³⁷⁴ R. COTES, *Carta a Isaac Newton*, 18 de març de 1713. Extreta de J. EDLESTON, *Correspondence of Sir Isaac Newton and Professor Cotes*, p. 153, Cambridge University Press, 1850. [«Penso que seria apropiat d'afegir encara algunes coses que aclarissin en el seu llibre alguns prejudicis que s'han fet contra ell de manera ben industriosa, com ara que s'allunya de les causes mecàniques, o que es construeix sobre miracles o que recorre a propietats ocultes [...]. Trobarà una molt extraordinària carta de Mr. Leibniz a Mr. Hartsoeker que li confirmarà el que li he dit. No estic pas proposant que es mencionin el nom de Leibniz; seria millor obviar-lo; però crec que les objeccions haurien de ser molt ben respostes, fins i tot replicant bé a tots els defensors dels vòrtexs»]. Aquesta carta de Leibniz a

de Cotes, Newton és ben taxatiu ja a la primera frase de l'Escoli General: «Hypothesis vorticum multis premitur difficultatibus»³⁷⁵. Les crítiques de Leibniz provenien d'una visió que feia ridícul i «miraculós» un món que no fos mecànic i on la gravetat actués «a distància»; i un món mecànic, entenia Leibniz, només pot ser explicat mitjançant els vòrtexs. Però Newton s'afanya a enumerar tot un seguit d'arguments que fan inconsistent la teoria de vòrtexs, i a refutar que hi hagi «miracles» en la naturalesa.

Cal, no gensmenys, comprendre bé quin paper atorga Newton a aquesta divinitat intel·ligent i poderosa a l'Escoli General. Hi hauria la temptació de pensar, com bé alguns han interpretat, que Newton defensa a l'escoli que els cossos s'atrauen entre si degut a una acció directa de l'U diví, omplint així la mancança que tindrien els cossos a fer-ho degut a la seva inèrcia i manca de cap propietat innata; si fos així, hom podria pensar, l'atracció universal no necessitaria de cap mecanisme de contacte, ni cap acció a distància, ni cap propietat oculta: Déu seria, doncs, la causa directa del fet gravitatori. Però, si ens atenim a les paraules de l'escoli, una lectura d'aquesta mena seria una interpretació errònia. En tot l'escoli, Newton no diu mai en cap moment això i, en canvi, com sabem, afirma lacònicament al cinquè paràgraf que «Hactenus phaenomena caelorum & maris nostri per vim gravitatis exposui, sed causam gravitatis nondum assignavi», que «encara no ha assignat *cap causa* a la gravetat». El que es deixa entreveure a tot l'escoli, més aviat, és que, *donada una causa física de la gravitació que Déu coneix en tota la seva complexitat, ha organitzat l'Univers de tal manera que, conscient dels efectes gravitatoris de la matèria, pugui mantenir-se en l'equilibri que nosaltres observem*. Des d'un punt de vista lògic, el que Newton afirma a l'escoli és que l'acció de Déu i la causa de la gravitació són coses distintes; l'acció de Déu seria posterior a les propietats gravitatòries de la naturalesa. No hi ha cap contradicció amb el fet que al paràgraf cinquè digui que no ha trobat cap causa de la gravitació i als paràgrafs tercer i quart mantingui que és Déu qui conserva l'equilibri universal. Per a Newton, la gravetat ha de poder explicar-se des de les causes físiques mateixes, i reserva Déu per a una tasca més aviat organitzadora.

Aquesta és una idea que cal conservar amb nitidesa. Quan, al paràgraf tercer afirma que «aquesta elegant combinació de Sol, planetes i cometes només va poder tenir el seu origen en la intel·ligència i el poder d'un ens intel·ligent i poderós», l'única cosa que està afirmant és que Déu és l'encarregat d'una *combinació* dels cossos de la qual en resulta un equilibri còsmic, donant per suposat de manera implícita que aquesta combinació l'hauria de fer aquest Ser superior tenint en compte les propietats del món físic. Aquesta mirada encara queda més reforçada si ens atenim a les paraules que tanquen el tercer paràgraf: «et ne fixarum systemata per gravitatem suam in se mutuo cadant, hic eadem immensam ab invicem distantiam posuerit»³⁷⁶. Estrictament, és una ajustada crítica als missatges sorneguers que havia anat enviant Leibniz: no es tracta que els cossos s'atraguin gràcies a un «miracle», sinó que hi ha una causa física per a què això ocorri com ho fa i que, malauradament, no coneixem; el paper «miraculós» de Déu només estaria reservat a la preservació de l'equilibri universal donades aquestes propietats físiques dels cossos.

Hi ha encara un parell d'afirmacions al paràgraf quart de l'Escoli General que, malgrat la seva subtilesa i finesa, són molt representatives d'aquesta acció merament

Hartsoeker, Cotes la va trobar al 18è número del segon volum de les *Memoires of Literature*, publicada el 5 de maig de 1712 i venuda per Ann Baldwin a Warwick-Lane.

³⁷⁵ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica, Scholium generale*, p. 526. [«La hipòtesi dels vòrtexs és veu empaitada per moltíssimes dificultats»].

³⁷⁶ *Ibidem.*, p. 527. [«I per a què els sistemes de les fixes no caiguin per la gravetat els uns sobre els altres, ell [Déu] els hauria situat a immenses distàncies els uns dels altres»].

combinatòria de Déu sobre el món. En un moment donat, Newton afirma que «in ipso [Deo] continentur & moventur universa, sed sine mutua passione. Deus nihil patitur ex corporum motibus: illa nullam sentiunt resistentiam ex omnipraesentia dei»³⁷⁷. És un passatge molt interessant: malgrat afirmar que l'univers sencer és en Déu –seguint a Sant Pau al Llibre dels Fets, 17:28-, entén que Déu i el món són coses distintes; així com a Déu no l'afecta el trepidant moviment dels cossos, de la mateixa manera tampoc el món tal com està estructurat no ve afectat per cap acció divina; el funcionament del món físic pot ser tot ell explicat per si mateix, atès que res del que hi passa ocorre «miraculosament». Alguns han cregut, erròniament al nostre parer, que el passatge demostra tot el contrari: que la gravetat, d'alguna manera, s'actualitza mitjançant l'acció divina en tant que podent aturar-la no ho fa i la permet.³⁷⁸ Però aquesta interpretació manca d'un fonament acceptable en la mesura que, si ens posem estrictes, no dona una explicació intervencionista al fet gravitatori, sinó que només entén que Déu seria tan poderós com per eliminar-la.

L'altre passatge significatiu és molt subtil. Gairebé cloent el quart paràgraf, Newton escriu quelcom que pot resultar excessivament ambigu o, com a mínim, pot dur a una interpretació que pretengui anar més enllà del que vertaderament hi diu: «Tota rerum conditarum pro locis ac temporibus diversitas, ab ideis & voluntate entis necessario existentis solummodo oriri potuit»³⁷⁹. Llegit sense massa atenció, el passatge pot donar la impressió que Newton digui que totes les coses tenen el seu principi en un acte creador de la voluntat de Déu. Però, de fet, tot i que el passatge no nega això, no ho diu pas. On rau el missatge últim de Newton és a l'aposició gens supèrflua «conditarum pro locis et temporibus», «establertes segons els llocs i el temps»: segons això, el que naix i depèn de la voluntat de Déu és la *disposició* dels cossos en l'espai i el temps, entenguí's l'organització de les parts del món amb el propòsit que quedi funcionalment establert, amb la intenció, per part d'aquest Ser superior intel·ligent, de cercar un equilibri còsmic que per si sol, donades les propietats dels cossos, i entre elles la gravetat, no podria assolir. Una vegada més, doncs, Newton no implica Déu en una hipotètica acció directa sobre els moviments que observem en els cossos i sobre les lleis de la física, i, per tant, rebutja més o menys obertament les acusacions leibnizianes que la gravetat només pugui venir donada per algun mena de «miracle», entès com a acte sobrenatural.

Un Déu que combina i situa de manera adequada tots els cossos del món tenint en compte la particularitat de les seves propietats s'ha d'entendre, efectivament, com un «Déu geòmetra». Les conseqüències de la gravitació, sigui quina en sigui la seva causa física, durien al món a la més absoluta inestabilitat. Aquesta inestabilitat no és la que observem en el món, ni en el sistema solar ni tampoc a l'espai més llunyà, on viuen els estels. Al contrari, els cels se'ns presenten com en una quietud eterna i a uns

³⁷⁷ *Ibidem.*, p. 529. [«En Ell [Déu] es troben contingudes i es mouen totes les coses, però sense mútua interferència. Déu res pateix pel moviment dels cossos; i aquests no experimenten cap resistència per l'omnipresència de Déu»].

³⁷⁸ Dins del projecte *The Newton Project Canada*, autors com ara Stephen D. Snobelen, professor d'història de la ciència i la tecnologia a la University of King's College de Halifax, afirma que «by arguing that God's omnipresence does not hinder the motions of the bodies (such as the planets), Newton is again suggesting that universal gravitation is somehow underpinned by God's infinite extension in space». No podem negar que les paraules de Newton «illa nullam sentiunt resistentiam ex omnipraesentia dei» no deixa clar del tot el seu significat; però una possible ambigüitat queda escatida per la ferma aclamació «sed sine mutua passione».

³⁷⁹ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica, Scholium generale*, p. 529. [«Tota la diversitat de coses establertes segons els llocs i els temps només va poder originar-se de les idees i voluntat d'un ens necessàriament existent»].

ritmes precisos i reincidentes: tots els planetes i satèl·lits del sistema solar segueixen uns ritmes inalterables, orbitant elegantment al voltant del Sol; els estels llunyans perseveren en el seu estat i en un equilibri que se'ns apareix com a inalterable. Aqueixa quietud, aqueixa precisió i aqueixa reincidència només pot aconseguir-les un Ser superior *matemàticament perfecte*, qui, calculant amb exactitud els efectes de la gravitació i altres propietats dels ens corporis, és capaç de contrarestar-les amb una acció seva que combina des de la matemàtica i la geometria tots els elements que hi intervenen. El Déu geòmetra és el Déu que observa les magnituds, les forces i les propietats dels cossos, i, tot i ser infinitament diverses i produint infinits efectes, té el poder d'harmonitzar-les en un món sense esclatxes ni desordres; i com a prova definitiva del que estem dient només cal veure, ara sense mencionar cap Déu, com clou Newton el segon paràgraf de l'Escoli General parlant dels planetes i els cometes: «Perseverabunt quidem in orbibus suis per leges gravitatis, sed regularem orbium situm primitus acquirere per leges hasce minime potuerunt»³⁸⁰.

Per tant, almenys a l'Escoli General *no es diu enlloc que Déu sigui la causa directa del fenomen físic de la gravitació*: que dos cossos s'atraguin mútuament no es deu pas a què Déu intervingui en aquest fenomen. L'escoli parla d'un Déu geòmetra que combina i organitza els cossos sabedor de la llei gravitatòria; tanmateix confessa, al paràgraf cinquè, com sabem, que no coneix encara quina és fàcticament la causa física del fenomen gravitatori. Una altra pregunta distinta seria si Déu n'és la «causa última»: si Déu hagués creat el món i tots els cossos i, en aquest acte creatiu, també la gravetat i les lleis per què actua; i després, *respectant aquest fenomen i les seves lleis*, hagués actuat com a geòmetra i hagués produït l'equilibri còsmic, aleshores podria dir-se que Déu no és causa física –o més adequadament, metafísica– de la gravitació, però que sí n'és la causa última –o primera. Això demanaria entendre Déu com a *creador absolut* «ex nihilo» del món, principi de tota realitat, origen de totes les coses que existeixen, no només situades en l'espai i el temps, com assevera al final del quart passatge, sinó en el que elles mateixes són.³⁸¹ Des de la raó humana, tanmateix, aquest argument és estrany i pot semblar esbiaixat: no s'entendria perquè Déu crea «ex nihilo» els cossos i els atribueix una propietat gravitatòria que per si mateixa no és capaç de mantenir un ordre universal, sinó que més aviat duria a un univers caòtic, i que, per tant, demanaria una segona intervenció de Déu, no creadora però sí pròpia d'un geòmetra, per tal de poder trobar una harmonia quieta, precisa i reincident. Un Déu creador, intel·ligent i totpoderós hauria dissenyat la gravitació com a fenomen capaç de mantenir un ordre universal o bé simplement no l'hauria dissenyat.

Aquest argument no seria superflu si Newton hagués afirmat a l'Escoli General que Déu és causa última de la gravitació, però el fet és que Newton *tampoc hi diu en cap moment que Déu sigui aquesta causa última*. No hi ha ni un sol passatge a l'escoli on digui que Déu va crear el món i que el va crear amb aquestes lleis. És un fet molt rellevant que a l'escoli no aparegui ni una sola vegada la paraula «creador», a desgrat que durant tot el text adjudica a Déu molts atributs que anirem desgranant

³⁸⁰ *Ibidem.*, p. 527. [«Certament, perseveraran a les seves òrbites per les lleis de la gravetat, però de cap manera van poder adquirir inicialment per aquestes lleis la situació regular de les òrbites»].

³⁸¹ Al seu article *Teología voluntarista ilustrada en los conceptos Espacio Absoluto, Tiempo Absoluto y Gravitación Universal* (Revista *Estudios de filosofía*, n. 31, Universitat d'Antioquia, Colòmbia), Febrer 2005, Felipe Ochoa ens parla de *providencia general* per referir-se al primer acte creador absolut que és causa última de totes les coses, i de *providencia especial* per referir-se a qualsevol mena d'intervenció divina en el món després d'haver estat creat, i s'hi hauria d'incloure tota activitat de Déu en forma de «miracles», així com actuacions que recauen sobre la naturalesa modificant la seva evolució natural, com seria el cas, suposadament, si Déu fos la causa directa metafísica del fet gravitatori.

més endavant, ni tampoc en tot el text fa referència a cap acte de creació. Només hi ha dos passatges on Newton bateja Déu amb dos altres substantius: al principi del quart paràgraf diu, fidel al concepte de Déu com a «dominus», que «propter dominium suum, dominus deus Παντοκράτωρ dici solet»³⁸², veu grega «Παντοκράτωρ» que significa literalment «el que governa la totalitat de les coses», o sigui, el que regeix, el que mana, el que és senyor del món, ergo el que el posseeix i administra; però algú pot governar, regir, manar, posseir i administrar quelcom sense que necessàriament n'hagi estat prèviament el creador. De fet, en un fragment titulat *Of the faith which was once delivered to the Saints*, Newton menysprea la insistència de molts dels seus detractors, en especial Leibniz, en voler subratllar tot un seguit d'atributs metafísics de Déu que, al seu parer, no es deriven pròpiament del sentit d'omnipotència que designa la noció de «Παντοκράτωρ»; i entre aquests atributs metafísics, de manera estel·lar, s'hi inclou el de «creador ex nihilo» –«creating all things out of nothing»-, fet que Newton considera excessiu atès que l'èmfasi que en poden fer les Escripures recau més aviat en la seva concepció de Déu com a «dominus»:

«If God be called *ὁ Παντοκράτωρ* the omnipotent, they take it in a metaphysical sense for Gods power of creating all things out of nothing whereas it is meant principally of his universal irresistible monarchical power to teach us obedience. For in the Creed after the words I believe in one God the father almighty are added the words creator of heaven and earth as not included in the former».³⁸³

Potser més complex és l'altre substantiu que li assigna a mig paràgraf quart quan diu que «certe rerum *fabricator* ac dominus non erit nunquam, nusquam»³⁸⁴. No cal dir que l'assignació és clarament platònica, en la mesura que empra el demiúrgic concepte de *fabricar*, que trasllueix la voluntat de significar que aquest Déu *construeix a partir de certs materials donats; fabricar o construir* no significa altra cosa que organitzar determinats materials caòtics per a aconseguir-ne un resultat ordenat. El fet que Newton utilitzi la rebuscada paraula «fabricator» quan li hauria estat ben fàcil emprar la paraula «creator», denota nítidament que no està

³⁸² I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica, Scholium generale*, p. 528. [«Pel seu domini sol ser anomenat senyor déu Παντοκράτωρ»]. Παντοκράτωρ deriva del genitiu παντός, «del Tot», i de κρατός, «força, poder», de manera que amb més literalitat vindria a significar «el Totpoderós» o «el que té poder sobre totes les coses». A l'edició de 1726 dels *Principia*, Newton afegeix una nota a la veu Παντοκράτωρ i diu: «Id est Imperator universalis», «És a dir, Emperador de l'Univers», que reforça encara més l'exclusiu sentit de domini que hi vol donar. Al Nou Testament, Sant Pau, un cop, utilitza la paraula, i també l'autor del *Llibre de les Revelacions* l'empra varis cops.

³⁸³ I. NEWTON, *Of the faith which was once delivered to the Saints*, Yahuda Ms. 15, 5, fols. 96, 97 & 98. [«Si Déu és anomenat *ὁ Παντοκράτωρ*, l'omnipotent, s'ho prenen en el sentit metafísic del poder de Déu de crear totes les coses a partir del no-res, quan allò a què es fa referència principalment és al seu poder universal, irresistible i monàrquic d'ensenyar-nos obediència. Vet aquí que al Credo, després de les paraules 'Crec en un Déu pare omnipotent', s'hi afegeixen les paraules 'Creador del cel i de la Terra' entenent que no estan incloses en la primera formulació»]. El text *Of the faith which was once delivered to the Saints* és de data dubtosa; fou adquirit al 1936 per l'erudit jueu Abraham Shalom Yahuda (1877-1951) a la subhasta de Sotheby's de la Portsmouth Collection. Després de la seva mort fou donat a la Jewish National and University Library de Jerusalem.

³⁸⁴ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica, Scholium generale*, p. 528. [«És cert que el *fabricant* i senyor de totes les coses no serà mai, cap lloc»]. A la *Biblia Vulgata* hi apareix un sol cop l'atribució a Déu de *fabricator*: «[...] sic nescis opera Dei, qui *fabricator* est omnium», «Ignores com actua Déu, qui fa totes les coses» (Cohèlet, 11:5). És la traducció al llatí de la *Septuaginta* grega: «οὐ γνώσῃ τὰ ποιήματα του θεου, ὅσα ποιῆσει σύν τα πάντα», on el traductor Jerònim d'Estridó pren *fabricare* per *ποιεῖν*, que en el món grec significa «crear» i «fer» però en el sentit de l'artesà, atès que la mentalitat i psicologia gregues no concebien un creador a partir del no-res, *ex nihilo*.

interessat –almenys a l'Escoli General- a considerar Déu com un creador, sinó més aviat com a un «artesà». Si la tasca de l'analista ha de ser la de ser acurat, és evident que no es pot concloure, doncs, que l'Escoli General titlli Déu de creador de totes les coses, puix que ni la semàntica de «Παντοκράτωρ» d'una banda ni la de «fabricator» per l'altra, són operatives en aquest sentit, i, per tant, el Déu de l'escoli no és ni causa metafísica directa de la gravitació ni tan sols la seva última causa. Cuidi's el lector, no obstant això, de no fer extrapolacions inexactes: no estem dient que Newton no hagi pogut defensar en algun moment l'existència d'un Déu realment creador «ex nihilo». L'únic que s'intenta demostrar ara és que, exclusivament a l'Escoli General, no ho fa, i que tal vegada caldria preguntar-se per què sir Isaac discorre amb tanta cura a no afirmar-ho. Hom ha d'insistir, i això és important, que l'Escoli General s'ha de posar en un context on la motivació fonamental de Newton és, d'una banda, 1) donar satisfacció a molts suggeriments teològics que provenien del seu entorn, xopat sovint de reivindicacions religioses, i 2) contravenir els atacs de Leibniz.

Els atacs de Leibniz no se centraven tant en la possibilitat d'un Déu creador o no, sinó més aviat en el fet que, tal i com estaven proposats els *Principia*, acabaven contravenint molts dels principis mecanicistes i semblava que proposaven que la causa de la gravetat havia de ser alguna mena d'intervenció divina directa si realment els cossos actuaven allà on no eren, és a dir, a distància. Leibniz li estava dient a Newton: pel que fa a *la causa directa de la gravetat*, o bé és mecànica, i per tant, física, o bé només pot explicar-se per providència divina, ergo metafísica o teològica:

«Car c'est une étrange fiction que de faire toute la matière pesante, & même vers toute autre matière; comme si tout corps attiroit également tout autre corps selon les masses & les distances; & cela par une attraction proprement dite, qui ne soit point dérivée d'une impulsion occulte des corps: au lieu que la pesanteur des corps sensibles vers le centre de la Terre, doit être produite par le mouvement de quelque fluide. Et il en fera de même d'autres pesanteurs, comme de celles des planètes vers le Soleil, ou entre elles. Un corps n'est jamais mû naturellement, que par un autre corps qui le pousse en le touchant; & après cela il continue jusqu'à ce qu'il soit empêché par un autre corps qui le touche. Toute autre opération sur les corps, est ou miraculeuse ou imaginaire».³⁸⁵

Leibniz estava per la primera opció i li semblava «miraculosa» la segona. Recolzar la primera opció mecànica significava que Déu ni era causa directa de la gravitació ni tan sols era acceptable que, donada a la matèria la força gravitatòria, Déu hagués d'intervenir per harmonitzar un món caòtic. No recolzar l'opció mecànica, com Leibniz entén que fa Newton, significava afirmar que els cossos s'atrauen perquè Déu hi intervén a cada instant, la qual cosa invalidaria el sentit de construir una física racional. I Newton li respon: els continguts dels *Principia* son inqüestionables i, per tant, es pot posar en dubte que hi hagi una causa mecànica de la gravetat; puix que, fins ara, la possibilitat mecànica d'un esperit subtilíssim o eteri

³⁸⁵ G.W. LEIBNIZ, *Cinquième écrit de Mr. Leibniz, ou réponse à la quatrième réplique de Mr. Clarke*, del 18 d'agost de 1716, extret de *Gothofredi Guillelmi Leibnitii Opera Omnia*, Vol. II, Part I, p. 149-150, Genevae apud fratres de Tournes, 1768. [«Car és una estranya ficció fer de la matèria gràvida una matèria que gravita envers tota la resta de matèria com si cada cos atragués a tot altre cos segons les seves masses i distàncies, i fer-ho mitjançant una atracció pròpiament dita que no deriva de cap impuls ocult en els cossos; en lloc de dir que la gravetat dels cossos sensibles cap al centre de la Terra ha de ser produïda pel moviment d'alguna mena de fluid. I el mateix podria dir-se d'altres gravetats, com les dels planetes cap al Sol i entre ells mateixos. Un cos mai es mou per naturalesa si no és per un altre cos que l'empeny tot tocant-lo; i després d'això continuarà movent-se fins que sigui empès per un altre cos que el contacti. Qualsevol altra mena d'operació sobre els cossos és miraculosa o imaginària»].

que s'exerceixi de forma mecànica no ha pogut ser demostrada, cal pensar que si no es demostra en el futur s'haurà de pensar en alguna mena d'intervenció divina; i aquesta intervenció divina no cal entendre-la com actuant directament sobre els cossos, atès que podria ser que Déu hagi donat una causa *realment física* a la gravetat, que per ara desconeixem, però insuficient per a mantenir en equilibri l'univers; i, per tant Déu, constituint-se ara en geòmetra, seria capaç per la seva omnipotència de compensar els desequilibris gravitatoris que durién a un univers inestable; per tant no s'està dient que la causa directa de la gravetat no sigui física o mecànica, sinó que encara que fos així es necessitaria la providència divina.

Però el fet és que Leibniz, a les crítiques anteriors a la redacció de l'Escoli General, també li estava dient que aquesta intervenció divina del Déu geòmetra, si acceptéssim que, en efecte, la causa directa de la gravetat és física, no demostraria altra cosa sinó que Déu hauria creat el món de manera imperfecta, la qual cosa és un absurd en un ésser que actua sempre perfectament per pròpia definició. I la resposta de Newton a l'Escoli General és que el tema que s'està discutint és si la causa de la gravetat és física o no, i no si Déu fa obres perfectes o no; i que, per tant, no el pot acusar de dir que l'atracció entre els cossos es dona de forma «miraculosa», atès que ell mateix accepta que, efectivament, la causa de la gravetat ha de ser física. I és per això, com que no s'està discutint si Déu fa obres perfectes o no, que Newton no vol entrar a considerar a l'Escoli General l'activitat creadora de Déu, i és per això que en tot l'escoli no el titlla de creador en cap moment, perquè el que li interessa és fer-li veure a Leibniz la necessitat d'un »Déu geòmetra« i «fabricador». I com que no es fa referència a cap Déu creador, l'Escoli General tampoc diu en cap moment que Déu sigui causa última de la gravetat, malgrat que Newton pogués pensar-ho. Per tot això, *a l'escoli ni es diu que Déu sigui causa directa de la gravitació* –perquè Newton no ho creu- *ni es diu que en sigui la seva causa última* –perquè no és el que s'està discutint i menys en un llibre de física. I per si Leibniz insistís en què sí cal discutir si Déu fa obres perfectes o no, perquè, si les fes perfectes, podria en el seu interès destruir l'argument del Déu geòmetra i provident i, en conseqüència, descartar qualsevol tipus d'acció a distància, Newton incorpora al quart paràgraf de l'escoli que:

«Videmus tantum corporum figuras & colores, audimus tantum sonos, tangimus tantum superficies externas, olfacimus odores solos, & gustamus sapes: intimas substantias nullo sensu, nulla actione reflexa cognoscimus; & *multo minus ideam habemus substantiae dei*. Hunc cognoscimus solummodo per proprietates eius & attributa, & per sapientissimas & optimas rerum structuras & causas finales, & admiramur ob perfectiones; veneramur autem & colimus ob dominium».³⁸⁶

El passatge és d'una importància cabdal: com ja hem dit a l'anterior capítol, no hi cap possibilitat de conèixer Déu mitjançant els sentits ni tan sols l'intel·lecte, no hi ha accés a Déu a través de les estructures cognitives humanes, i per tant, totes les elucubracions de caràcter metafísic i racionalista a què Leibniz el vol empènyer tenen per a Newton poc valor. El que per a ell té valor, autèntic valor, ja coneixem que és la idea bàsica que a Déu, «de quo utique ex phaenomenis differere, ad philosophiam

³⁸⁶ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica, Scholium generale*, p. 529. [«Només veiem les formes i els colors dels cossos, només oïm els sons, només toquem les superfícies externes, olorem simples olors i degustem els sabors; però les substàncies interiors no les coneixem per cap sentit, ni amb cap acció reflexa; doncs molt menys tenim cap idea sobre el que pugui ser la substància de Déu. El coneixem només per les seves propietats i atributs, i per les sapientíssimes i òptimes estructures i causes finals de les coses, i l'admirem per les perfeccions, però el venerem i li donem culte pel seu domini»].

naturalem pertinet»³⁸⁷, se l'ha de conèixer per les seves accions i a través de la seva obra, la naturalesa. Mai és suficient insistir en què sempre hi ha en Newton aquest rebuig a emfasitzar els atributs abstractes de Déu i a arribar a la seva entitat a través de la teologia racional; i és en aquests passatges on s'escenifica i cristal·litza la teòrica visió newtoniana d'un viatge cap a Déu que no pot fer-se sinó mitjançant una ascensió des de la física terrenal, i no, com li diu Leibniz, des d'una raó pura que Newton no sabia com justificar. I es dona el cas que la naturalesa de la gravetat, per a Newton, demana un Déu geomètra i provident, qui conscient de les causes físiques de la gravitació és capaç d'ordenar el cosmos. Sembla encertat, doncs, que Newton no creu que els cossos s'atraguin per una acció directa de Déu.

§ 7.3 Les quatre cartes a Richard Bentley

El 30 de desembre de 1691 va morir el gran Robert Boyle. En el seu testament va deixar ordenat que cinquanta lliures esterlines que rebia d'una propietat s'empessin per a organitzar tot un seguit de conferències orientades a lluitar contra l'ateisme. Els marmessors de Boyle, John Evelyn (1620-1706), Thomas Tenison (1636-1715) i sir Henry Ashurst (1645-1711) van coincidir que el teòleg Richard Bentley seria la persona més adequada per a dur a terme aquests sermons. D'aquesta manera es van constituir les *Boyle Lectures*, que van acabar esdevenint un mitjà de difusió de les idees newtonianes i un espai de forta influència política. Bentley va pronunciar els sermons a St.-Martin-in-the-Fields durant tot l'any 1692, del mes de març al desembre, i després d'aquestes cerimonioses conferències va posar-se a redactar *A confutation of atheism* (1693), que, al cap i a la fi, resumia alguns dels continguts que hi havia tractat.

En els sermons, Bentley va decidir atacar l'ateisme des de la filosofia natural de Newton, convençut que la més pietosa religiositat i l'estructura del món que resultava dels principis newtonians eren absolutament compatibles; res defineix millor la importància dels discursos de Bentley que aquest passatge de Cohen: «Bentley seized the initiative, and gave believers the assurance (or perhaps one should say the illusion) that the Newtonian physics, by conclusively showing that the order of the universe could not have been produced mechanically, was now the chief support of faith. Whether employed by Christians or deists, Bentley's technique for deducing religious propositions out of the equations of the *Principia* became an indispensable ingredient in the whole complex of 18th-century optimism»³⁸⁸. Bentley, que a l'igual que Newton havia començat com a becat al St. John's College, va conèixer Isaac Newton assistint a algunes de les classes que havia impartit a Cambridge entre 1673 i 1680. De seguida en va sortir una bona amistat que va perpetuar-se al llarg dels anys;

³⁸⁷ *Ibidem.*, p. 529. [«I fins aquí sobre Déu, de qui efectivament en correspon parlar en filosofia natural a partir dels fenòmens»]. Felipe Ochoa expressa clarament l'opinió generalitzada que «en el caso de Isaac Newton, el reconocimiento del Supremo Dios del Dominio se hace posible a través de la investigación de sus acciones en el mundo físico (libro de la naturaleza) y en el mensaje que ha dejado en la Biblia (libro de las Escrituras)», *Teología voluntarista ilustrada en los conceptos Espacio Absoluto, Tiempo Absoluto y Gravitación Universal*, Revista *Estudios de filosofía*, n. 31, p. 107, Universitat d'Antioquia, 2005.

³⁸⁸ I.B. COHEN a *Isaac Newton's papers & letters on natural philosophy*, p. 274, Harvard University Press, 1958. [«Bentley va aprofitar bé la iniciativa, i va donar als creients la seguretat (o potser seria millor dir la il·lusió) que la física de Newton esdevenia ara el principal recolzament de la fe, mostrant de forma conclusiva que l'ordre de l'univers no podia haver estat produït mecànicament. Fos emprada pels cristians o pels deistes, la tècnica de Bentley per a extreure proposicions religioses a partir de les equacions dels *Principia* va convertir-se en un ingredient necessari de l'optimisme del segle XVIII»].

i quan Bentley va haver d'exercir de *Boyle lecturer* va escriure Newton, en una carta que no s'ha conservat, que l'assessorés i el guiés en molts dels aspectes tècnics dels *Principia*, però també i sobretot, sobre alguns aspectes teològics. Les conferències es van celebrar de manera molt reeixida i, immediatament després que quedés clos el cicle, Bentley i Newton van encetar una correspondència que es pot considerar un dels documents més importants al voltant dels estudis newtonians, en la que Bentley, assumint el paper d'aprenent, i Newton el de mestre, dialoguen sobre algunes apories que es desprenen de la llei de gravitació universal i les possibles solucions des d'una perspectiva teològica. Newton va escriure a Bentley fins a quatre cartes, datades el 10 de desembre de 1692, el 17 de gener de 1693, l'11 de febrer de 1693 i el 25 de febrer de 1693; de Bentley només s'ha conservat la que va redactar el 18 de febrer de 1693, on per enèsima vegada pregunta Newton sobre la naturalesa de la gravetat.

A la carta inaugural que no es conserva, Bentley deuria demanar Newton, a tenor de les respostes que aquest li dóna, tota una munió de qüestions que podem suggerir sense temor a equivocar-nos massa: quina hauria de ser la distribució de la matèria en un univers finit o infinit; quina ha de ser la causa efectiva del moviment dels planetes; quina podria ser la naturalesa dels planetes mateixos; i potser encara dues preguntes més que demanen certa concreció: quina hauria de ser la teoria que encaixés l'existència de l'eix inclinat de la Terra amb l'estructura de vòrtexs, i, per últim, si aquesta inclinació de l'eix de la Terra hauria de ser una prova empírica de l'existència de Déu. Tot aquest reguitzell de dubtes era la conseqüència d'una tasca de comprensió que Bentley ja havia endegat, com era necessari, abans de la celebració dels sermons³⁸⁹ per tal de no afrontar les seves conferències sense una preparació prèvia; una preparació de la qual en van derivar molts dubtes i que s'atreveix a formular a Newton al principi del seu intercanvi epistolar.

La primera carta de Newton és la del 10 de desembre de 1692, i hem d'analitzar-la bé. El primer que fa Newton és declarar-se creient i afirmar sense preàmbuls que l'objectiu fonamental dels *Principia* era donar estris als humans per no dubtar de l'existència de Déu: «When I wrote my treatise about our system, I had an eye upon such principles as might work with considering men, for the belief of a Deity, and nothing can rejoice me more than to find it useful for that purpose»³⁹⁰. Aquesta declaració inicial, a l'igual que el tarannà general que va prendre tot el seu pensament i també el de Bentley, és una insistent mostra més de l'apropament a la mentalitat latitudinària per part de Newton, que, com sabem, no s'oposava a una teologia que s'avingués a un diàleg amb la ciència i que simpatitzava amb la idea que les «God's works» expressaven l'essència de Déu. No cal dir que aquesta afirmació de Newton pretén ser un vist-i-plau a la pròpia tasca latitudinària que Bentley havia dut a terme en els seus sermons, i, per tant, una mostra d'aquiescència alegre a tota la seva labor.

³⁸⁹ El matemàtic John Craig (1663-1731) li havia recomanat llegir a fons Euclides, Descartes, Galileu, Huygens, Barrow i Kepler per tal de poder fer una lectura dels *Principia* que fos mínimament fructífera; desbordat per aquesta ingent recomanació, Bentley va acabar dirigint-se al mateix Newton, qui, menys parc encara en exigències, va recomanar-li de nou tot Euclides, tractats variats sobre seccions còniques, com ara el *Elementa curvarum linearum* de Jan de Witt (1625-1672), les *Lectiones mathematicae* d'Isaac Barrow (1630-1677) o les obres de Philippe de la Hire (1640-1718), els comentaris de Frans van Schooten (1615-1660) a la geometria cartesiana i les obres d'astronomia de Pierre Gassendi (1592-1655) i de Nicholas Mercator.

³⁹⁰ I. NEWTON, *Carta a Richard Bentley*, 10 de desembre de 1692. Extreta de I.B. COHEN a *Isaac Newton's papers & letters on natural philosophy*, p. 280, Harvard University Press, 1958. [«Quan vaig escriure el meu tractat al voltant del nostre sistema tenia posada la vista en aquells principis en tant que capaços de servir els homes discrets per a la creença en una Divinitat; i cap altra cosa pot fer-me més content que trobar-lo útil per a aquest propòsit»].

L'acord mutu entre Newton i Bentley els va dur a una duradora amistat que va cristal·litzar en una admiració de Bentley cap a Newton i en una confiança de Newton cap a Bentley com a comunicador de les seves idees.

Per què els *Principia*, sota el prisma teològic de Newton, són prova irrefutable de l'existència de Déu ho justifica a continuació i *avança, molt clarament, el que Newton hauria d'escriure a l'Escoli General vint anys després*, quan advocarà per una divinitat geòmetra. Els arguments són celebèrrims: puix que tota la matèria està sotmesa al fet gravitatori, si l'univers fos finit seria inevitable que tota la matèria de l'univers es reunís en un centre, fins i tot les parts de matèria més allunyades; en un univers finit no hi hauria possibilitat d'estabilitat i l'univers es contrauria en un nucli altament massiu de tota la matèria existent. És evident que una cosa així no ha passat perquè no s'observa, de manera que, necessàriament, entén Newton, l'univers ha de ser infinit. En un univers infinit, tota la matèria sentiria la llei gravitatòria en totes direccions i no només cap a un centre, de manera que l'univers que es constituiria seria un enorme grapat de diferents punts on la matèria s'hauria concentrat; això és el que observem quan mirem els cels: l'univers sencer és ple d'astres, planetes i cometes que mai s'aglutinen i que configuren un univers esquitxat de múltiples nuclis materials. Aquesta seria, a parer de Newton, el perquè de la formació tal i com és.

«It seems to me that if the matter of our sun and planets, and all the matter of the universe, were evenly scattered throughout all the heavens, and every particle had an innate gravity towards all the rest, and the whole space, throughout which this matter was scattered, was but finite; the matter on the outside of this space would by its gravity tend towards all the matter on the inside, and by consequence fall down into the middle of the whole space, and there compose one great spherical mass. But if the matter was evenly disposed throughout an infinite space, it could never convene into one mass, but some of it into another, so as to make an infinite number of great masses, scattered at great distances from one to another throughout all that infinite space».³⁹¹

L'argument d'aquest passatge ja no abandonarà mai l'horitzó conceptual dels astrònoms de la seva època. Tanmateix, calen dues consideracions evidents: 1) fins aquí, Newton no parla de cap divinitat, i 2) és sorprenent que en un moment del text consideri que la matèria estaria constituïda per una *gravetat innata*. Aquesta última afirmació podria fer creure que l'any 1692 Newton encara creu que la causa de la gravetat és una «*proprietas occulta*», d'aquelles de les que Leibniz es mofarà més tard i que Cotes defensarà al prefaci de l'Escoli General. La veritat és que estrictament, en el text, Newton només fa una *suposició*, i a més, no necessàriament desitja dir que estigui suposant una qualitat oculta, sinó més aviat que les lleis de la gravitació com a fenomen han estat instituïdes des del principi, sigui en un acte de creació o sigui un univers infinit en el temps, i per tant, el que Newton pretén afirmar en aquest context, és que l'argument ha de comptar com a premissa que no ha existit mai un moment en què la matèria i la gravitació no hagin coexistit. La ment de Newton no

³⁹¹ *Ibidem.*, p. 281. [«A mi em sembla que si la matèria del nostre Sol i la dels nostres planetes, i tota la matèria de l'univers estigués espargida per tots els cels, i si cada partícula tingués una gravetat innata cap a tota la resta, i l'espai sencer, per on la matèria està escampada, fos finit, aleshores la matèria de les zones més externes d'aquest espai tendria per la seva gravetat cap a tota la matèria de l'interior i, per tant, cauria cap al centre, formant-se allí una gran massa esfèrica. Però si la matèria estigués espargida regularment en un espai infinit, aleshores mai podria acabar sent una massa única, atès que part d'aquesta matèria es reuniria en una massa, i una altra part en una altra, acabant formant un nombre infinit de grans masses disperses a grans distàncies les unes de les altres per l'espai infinit»].

concep un univers material que mai hagi estat regit per la gravitació. Aquest és el sentit amb què s'ha de copsar aquest *innatisme* de la gravetat, atès que en cap moment el text suggereix la interpretació d'una possible qualitat oculta.

Doncs bé, una vegada ha afirmat que l'univers ha de ser infinit per tal que pugui estar distribuït tal com ho està, Newton va una mica més enllà: per començar, diferencia entre dos tipus de matèria, la que és lluminosa i que configura el sol –i suposadament també els estels– i la que no ho és, que configura els planetes i els cometes. Per què la matèria s'hauria distribuït en aquestes dues menes, diu Newton, és una cosa que no pot explicar-se per causes naturals, atès que la matèria dispersa en un univers infinit com és el cas, o en un univers finit, com no ha estat el cas, no hauria pogut fer-se lluminosa per si mateixa i s'hauria aglutinat, per tant, com a opaca o no lluminosa. Que la matèria aparegui a voltes com a lluminosa, veient-se alterada la seva naturalesa opaca, diu, *només es pot deure a l'acció original de Déu*.

«But how the matter should divide itself into two sorts, and that part of it, which is fit to compose a shining body, should fall down into one mass and make a sun, and the rest, which is fit to compose an opaque body, should coalesce, not into one great body, like the shining matter, but into many little ones; or if the sun at first were an opaque body like the planets, or the planets lucid bodies like the sun, how he alone should be changed into a shining body, whilst all they continue opaque, or all they be changed into opaque ones, whilst he remains unchanged, I do not think explicable by meer natural causes, but am forced to ascribe it to the counsel and contrivance of a voluntary agent».³⁹²

I encara torna a reafirmar-se en aquesta idea de la naturalesa opaca original de la matèria: «And therefore had this cause been a blind one, without contrivance or design, the sun would have been a body of the same kind with Saturn, Jupiter, and the Earth, that is, without light and heat. Why there is one body in our system qualified to give light and heat to all the rest, I know no reason, but because the Author of the system thought it convenient»³⁹³. Aquesta reflexió al voltant de dos tipus de matèria no apareix pas als *Principia*. Però això és ara irrellevant, atès que el que importa és donar compte que Newton, ja al 1692, considerava que l'estabilitat i propietats del món no podrien ser les que són sense la intervenció d'una entitat divina, àdhuc acceptant que la gravetat fos quelcom anterior a aquesta intervenció.

Quan Newton creu haver respòs ja a la primera pregunta de Bentley, passa a respondre-li la segona: quina hauria de ser la causa dels moviments dels planetes. A la resposta, Newton deixa clar que els moviments dels planetes al voltant del Sol, àdhuc si la gravetat fos coetània a l'existència de matèria, no podrien ser els que són si no hi hagués hagut també una intervenció divina. Aquest punt pot causar certa estranyesa al lector, atès que hom hauria d'entendre que si els planetes tenen els

³⁹² *Ibidem.*, p. 282. [«Però com s'hauria dividit la matèria en dues classes, d'aïtal manera que aquella part que és apta per a formar un cos brillant hauria caigut en una massa i format un Sol, i com la resta que és apta per a formar un cos opac s'hauria organitzat, no pas en un gran cos com la matèria brillant, sinó en molts cossos petits; o com, si el Sol hagués estat al principi un cos opac com els planetes, s'hauria convertit ell sol en un cos brillant, o com els planetes, si haguessin estat cossos lluminosos com el Sol, s'haurien convertit tots ells en cossos opacs mentre el Sol romanía inalterat, és quelcom que no crec que sigui explicable per meres causes naturals, de manera que em veig forçat a atribuir-ho al consell i artífici d'un agent dotat de voluntat»].

³⁹³ *Ibidem.*, p. 283. [«I per tant, si aquesta causa hagués estat una causa cega o sense cap pla o disseny, el Sol hauria d'haver estat un cos de la mateixa espècie que Saturn, Júpiter, o la Terra, és a dir, sense llum ni calor. No trobo cap raó que justifiqui que hi hagi un cos al nostre sistema capaç de donar llum i calor a la resta si no és que el seu Autor ho jutgés convenient»].

moviments que tenen hauria de ser degut, precisament, a l'efecte de la pròpia gravitació que ell hauria descobert. Però en realitat, i fixant-se en els moviments erràtics dels cometes que segueixen pautes aleatòries, semblaria lògic pensar que els planetes no haurien d'orbitar amb una ordenació tan establerta un rere l'altre i tots en un pla de l'eclíptica tan similar. Això provoca que a la carta, i ara més que mai, ja ressonin, i de manera molt clara, les idees que Newton acabarà exposant a l'Escoli General de 1713: la necessitat imperiosa d'un Déu geòmetra, que, conscient de l'acció de la gravetat, intervé, en un càlcul perfecte de proporcions, per a possibilitar l'equilibri que s'observa en el nostre sistema solar. Per tant, com també afirmarà a l'Escoli General, Newton no diu que els cossos s'atraguin perquè intervé sobre ells una intervenció divina i que per tant, hi hagi un Déu que sigui causa directa i física de la gravitació, sinó que, acceptant el fet gravitatori, és capaç de replantejar-ne el caos a la recerca d'un ordre establert.

«The motions which the planets now have could not spring from any natural cause alone, but were impressed by an intelligent Agent [...]. Nor is any natural cause which could give the planets those just degrees of velocity, in proportion to their distances from the sun, and other central bodies, which were requisite to make them move in such concentrick orbs about those bodies [...]. To make this system therefore, with all its motions, required a cause which understood, and compared together, the quantities of matter in the several bodies of the sun and planets, and the gravitating powers resulting from thence; the several distances of the primary planets from the sun, and of the secondary ones from Saturn, Jupiter, and the Earth; and the velocities with which these planets could revolve about those quantities of matter in the central bodies; and to compare and adjust all these things together, in so great a variety of bodies, argues that cause to be not blind and fortuitous, but very well skilled in mechanics and geometry».³⁹⁴

El Déu geòmetra apareix aquí amb una lluminositat aclaparadora. El Déu que es postula és un Ser intel·ligent que entén el món i és prou potent i capaç com per calcular tots els paràmetres físics que descriuen la matèria i la seva circumstància: primer, la massa, després les distàncies, i a partir d'aquí pot calcular la magnitud de la gravetat i les velocitats dels cossos; en aquest sentit, Déu en la seva omnipotència és un geòmetra perfecte i sap calcular totes aquestes dades per tal de poder evitar que el món es converteixi en caòtic o es col·lapsi, i acte seguit, dona moviment als cossos fins que l'univers entra en un estat d'equilibri respectant les seves propietats. Déu, diu Newton de manera bellíssima, és el físic suprem: és la pura comprensió de la mecànica i de la geometria. Es comprèn fàcilment al passatge que les lleis de la gravetat que s'amaguen rere la realitat són *coetànies* a la matèria i *anteriors* a l'acció organitzadora de Déu, d'on es dedueix, repetim, que Déu no és causa directa de la

³⁹⁴ *Ibidem.*, p. 284-7. [«Els moviments que els planetes tenen ara no van poder sorgir només d'una causa natural, sinó que van ser impresos per un Agent intel·ligent [...]. Ni tampoc hi ha cap causa natural que pugui imprimir als planetes aquells graus exactes de velocitat necessaris per a fer-los moure, en proporció a les seves distàncies al Sol i a altres cossos centrals, segons les òrbites concèntriques que posseeixen al voltant d'aqueixos cossos [...]. Per tant, per a fer aquest sistema amb tots els seus moviments es va requerir una causa que entengués i comparés entre si les quantitats de matèria en els cossos respectius del Sol i dels planetes, i les forces gravitatòries que en resulten; les respectives distàncies dels planetes primaris des del Sol, i dels planetes secundaris des de Saturn, Júpiter i la Terra, i les velocitats amb què aquests planetes podrien girar al voltant de les quantitats de matèria dels cossos centrals. Comparar i ajustar totes aquestes coses entre si, en una varietat tan gran de cossos, ens obliga a concloure que aqueixa causa no és cega ni fortuïta, sinó que és molt hàbil en mecànica i geometria»].

gravetat, tal i com dirà a l'Escoli General. Si ens atenim al text, aquesta acció divina rau en tres dimensions molt explícites: *entendre*, *comparar* i *ajustar*. Déu *entén* el món, la matèria i l'espai; *compara* les magnituds que haurà d'equilibrar; i finalment *ajusta* els cossos depenent d'aquestes propietats. Les dues primeres són accions *contemplatives*, la tercera és una acció *efectiva*. Les accions contemplatives són accions que es donen en el seu pur pensament; l'acció efectiva es dona i recau sobre el món en un acte de *providència*. *Contemplació* i *providència* són, a tenor del text, les dues dimensions generals de Déu respecte al món.

Tanmateix, com ocorre també a l'Escoli General, fins aquí no ha titllat Déu de «creador». El Déu que Newton presenta a Bentley, repetidament, és un Déu que pensa i ordena el món, però no el crea. Com hem vist, quan es refereix a Déu el tracta d'«agent» o d'«autor», ambdues paraules que designen simplement un «fer» o un «actuar», no un «crear», una mera activitat, per molt elevada que sigui, que combina les peces i les ajusta; una combinació i un ajustament que són una tècnica perfecta, una art absoluta, una «ars» o una «τέχνη» divines, i així Déu és un «artesà», un «artista», el que configura i ordena la matèria prima. En aquest sentit, fins aquí Newton pot considerar que la matèria i les lleis de la gravetat són coetànies, però en cap moment ha afirmat, aquí almenys, que hagin estat creades per un Déu «ex nihilo»; ergo no s'estaria afirmant ni tan solament que Déu fos la causa última de la gravetat. De nou, una visió així és una visió amarada d'elements platònics, on la funció divina és demiúrgica, una opció metafísica de contemplació dels elements plàstics i les seves estructures, i d'una posterior execució provident ordenadora. I després de tota aquesta lectura atenta és apropiat de dir que, si llegim l'Escoli General, Newton no va variar l'essència del seu pensament, almenys públicament, durant el llarg període de vint anys des de la redacció d'aquesta carta a Bentley.

Tota aquesta argumentació se'n podria anar en orri si ens atenim a un punt de la tercera qüestió que Newton respon a Bentley, al voltant de la naturalesa interna de tots els planetes. Sir Isaac afirma que no troba motiu per a què la temperatura i la densitat de la matèria a l'interior dels planetes tingui res a veure amb el calor que emana del Sol ni a les distàncies dels planetes respecte a ell. Que, per exemple, Júpiter o Saturn estiguin tan lluny del Sol no és la causa de les seves propietats, sinó a l'inrevés: degut a les seves propietats, per tal de no interferir gravitatòriament i descompensar l'equilibri, Déu els va posar lluny del Sol:

«And I am confirmed in this opinion by considering, that the planets of Jupiter and Saturn, as they are rarer than the rest, so they are vastly greater, and contain a far greater quantity of matter, and have many satellites about them; which qualifications surely arose not from their being placed at so great a distance from the sun, but were rather the cause why the Creator placed them at great distance. For by their gravitating powers they disturb one another's motions very sensibly, as I find by some late observations of Mr. Flamsteed, and had they been placed much nearer to the sun and to one another, they would by the same powers have caused a considerable disturbance in the whole system».³⁹⁵

³⁹⁵ *Ibidem.*, p. 287-8. [«I em reafirmo en aquesta opinió al considerar que planetes com Júpiter o Saturn, atès que són més enrarits que la resta, també són així molt més grans i contenen una major quantitat de matèria, i tenen molts satèl·lits al seu voltant. Aquestes característiques sorgiren de ben segur no pas per estar col·locats a una distància tan gran del Sol, sinó que foren més bé la causa per la que el Creador els va col·locar a gran distància, puix que pertorben sensiblement els seus respectius moviments degut a les seves forces gravitatòries, com vaig descobrir per algunes observacions posteriors del Sr. Flamsteed; i si haguessin estat col·locats molt més a prop del Sol, i els uns més a prop dels altres, haurien causat una considerable pertorbació en tot el sistema per les mateixes forces»].

Novament, el «Déu geòmetra» és el protagonista de la carta: Júpiter i Saturn no són com són per ser on són, sinó que són on són per ser com són, la qual cosa demostra altre cop que Déu ajusta l'univers després d'haver constatat les propietats dels cossos. Però el que ara sí sorprèn és que, per fi, Newton es decideix a titllar aquest Déu de «creator»; es podria pensar, doncs, encara que a aquestes alçades, que Newton atribueix Déu, ara sí, el primigeni concepte de la Creació amb majúscules, la creació «ex nihilo», entenent Déu no només com a geòmetra sinó com a principi de totes les coses, amb una activitat efectiva abans que contemplativa, Creador de tots els cels, de l'espai, i del temps, i de la matèria, i en conseqüència causa última de tota realitat en general i de la gravetat en concret. No empra una altra paraula aquest cop, empra «creator», i per tant el Déu que ara mostraria Newton aniria més enllà d'un mer artesà o artista; ja no seria només un Déu merament intel·ligent i ordenador, sinó pura voluntat creativa, font d'existència, el Ser suprem en la seva plenitud. Són importants aquests matisos, perquè són matisos que no apareixien abans a la carta, i tampoc apareixeran més tard a l'Escolí General, que ve a ser el document públic per excel·lència, més enllà de la privacitat dels episodis epistolars. Però també és cert que en el passatge, malgrat l'epítet de «creator» que li atorga, Newton no desenvolupa un Déu d'aquesta mena, i a efectes pràctics, continua lligat al discurs del Déu intel·ligent i geòmetra, i no emet cap espurna discursiva de creativitat primigènia.

Les últimes qüestions que Newton respon a la missiva són relativament més irrellevants, i no sembla, segons les seves paraules, que tinguin res a veure amb la necessitat de l'existència de Déu, sigui creador o artesà. L'estatus de l'eix de la Terra en un possible món de vòrtexs o els dubtes al voltant de la inclinació de l'eix de la Terra no aporten proves de l'existència de Déu. Comptat i debatut, un dels passatges que respon a la cinquena pregunta demostra que, amb tota seguretat, la intenció de Bentley era extraure proves de l'existència de Déu a partir dels fenòmens naturals observats: «Lastly, I see nothing extraordinary in the inclination of the earth's axis for proving a Deity»³⁹⁶. Encara ho demostra més l'últim paràgraf de la carta: «There is yet another argument for a Deity, which I take to be a very strong one, but till the principles on which it is grounded are better received, I think it more advisable to let it sleep»³⁹⁷. Quin podria ser aquest argument és quelcom que no podem ni rastrejar, però, en tot cas, si Newton l'encaixa en aquest context epistolar, podem estar segurs que deriva d'uns fets naturals que, per si sols, Newton es veuria capaç d'explicar.

El concepte de Déu que Newton mostra al món en aquesta primera carta del 10 de desembre de 1692 es veu inalterat a les cartes següents. En totes elles segueix suggerint una visió geòmetra de la divinitat, i no torna a aparèixer en ninguna d'elles cap referència a la Creació primigènia ni tampoc torna a titllar Déu de «creador»; de manera que el missatge general de tota la correspondència no transmet la idea d'un «creador ex nihilo», atès que la postil·la que en fa a la primera carta també es desenvolupa en un context de divinitat geòmetra. A la segona carta, del 17 de gener de 1693, Newton empra de nou el concepte de «intelligent agent», «agent intel·ligent», i també sura a la superfície l'ambigua noció de «divine power», «poder diví», úniques expressions que utilitzarà també a la tercera. A la quarta i breu última carta no les empra, i en el seu lloc apareixen per segon cop la paraula «Deity» i, ara per primera

³⁹⁶ *Ibidem.*, p. 289. [«Finalment, no veig res extraordinari en la inclinació de l'eix de la Terra que pugui provar l'existència d'una Deïtat»].

³⁹⁷ *Ibidem.*, p. 290. [«Hi ha encara un altre argument que podria demostrar una Deïtat que trobo que és molt poderós. Però fins que els principis en què es recolza no siguin millor rebuts, crec que és més aconsellable deixar-lo dormir»].

vegada, «divine arm», «braç diví». Són tots ells conceptes que no necessàriament apel·len a l'acte original de creació i que, en canvi, són coherents per a definir un Déu que es caracteritza, com hem dit, per les seves dimensions contemplativa i provident.

A la segona missiva del 17 de gener de 1693, Newton insisteix que en un univers infinit de matèria infinitament espargida no podria haver-hi cap equilibri que la naturalesa pogués assolir per si mateixa sense intervenció d'un poder diví. Aquesta insistència es fa en el context d'un argument contrari de Bentley que entén que en un univers infinit qualsevol partícula de matèria tindria una quantitat infinita de matèria per tots els costats, i que, per tant, rebria una quantitat infinita d'atracció per totes bandes, cosa que asseguraria que l'univers estigués en equilibri sense cap intervenció divina, puix que l'infinit seria igual per tots costats. Newton desfà aquest argument atacant la idea de Bentley que els infinits siguin tots iguals: «So when men argue against the infinite divisibility of magnitude, by saying, that if an inch may be divided into an infinite number of parts, the sum of those parts will be an inch; and if a foot may be divided into an infinite number of parts, the sum of those parts must be a foot, and therefore since all infinities are equal, those sums must be equal, that is, an inch equal to a foot», conclusió que és falsa i, per tant, no tots els infinits són iguals: «The falseness of the conclusions shews an error in the premises, and the error lies in the position that all infinities are equal»³⁹⁸; ergo una partícula de matèria tindria una infinita quantitat de matèria per totes bandes, però no serien quantitats infinities iguals, i per tant, no hi hauria equilibri si no hi hagués una intervenció divina. Conclusió: atès que observem equilibri, ha d'haver-hi intervenció divina. I aquesta intervenció torna a ser provada, insisteix Newton, quan ens fixem en els moviments orbitals dels planetes: «So then gravity may put the planets into motion, but without the divine power it could never put them into such a circulating motion as they have about the sun; and therefore, for this, as well as other reasons, I am compelled to ascribe the frame of this system to an intelligent agent»³⁹⁹.

Bentley, a la suposada segona carta que no ens ha arribat, hauria suggerit Newton que la causa de la gravetat és una propietat innata, a l'estil precientífic i que Cotes recolliria al prefaci de l'Escolí General; i Newton s'empipa una mica i, al penúltim passatge d'aquesta segona carta seva, aixeca les orelles: «You sometimes speak of gravity as essential and inherent to matter. Pray do not ascribe that notion to me; for the cause of gravity is what I do not pretend to know, and therefore would take more time to consider of it»⁴⁰⁰. Puix que el que estem intentant demostrar és que Newton en cap moment fa de Déu causa directa que els cossos es moguin –i dubtem ara fins i tot que en sigui causa última–, el passatge esdevé absolutament revelador: confessa que no coneix ni pretén conèixer, almenys de moment, quina és la causa directa de la gravetat, i això no només ens inhabilita per poder afirmar que Newton creu en forces inherents i «insitae», sinó que ens inhabilita també per poder

³⁹⁸ *Ibidem.*, p. 294. [«Així, quan els homes argumenten contra la infinita divisibilitat de la magnitud i diuen que si una polzada pot ser dividida en un nombre infinit de parts, la suma d'aquestes parts serà una polzada; i que si un peu pot ser dividit en un nombre infinit de parts, la suma d'aquestes parts ha de ser un peu; i que, atès que tots els infinits són iguals, aquestes sumes hauran de ser iguals, és a dir que una polzada és igual a un peu, aleshores la falsedat de la conclusió mostra un error a les premisses, i l'error rau en la postura segons la que tots els infinits són iguals»].

³⁹⁹ *Ibidem.*, p. 298. [«Així doncs, la gravetat pot posar els planetes en moviment, però sense el poder diví mai podria posar-los en un moviment circular, com el que tenen al voltant del Sol. Per tot això, i també per altres raons, estic obligat a atribuir l'estructura d'aquest sistema a un agent intel·ligent»].

⁴⁰⁰ *Ibidem.*, p. 298. [«Parla vostè de vegades de la gravetat com a essencial i inherent a la matèria. Li prego que no m'atribueixi aquesta teoria a mi, atès que no pretenc pas conèixer la causa de la gravetat, i per tant, duria més temps de tractar-ne»].

afirmar que en algun moment pugui defensar que Déu és la causa directa de la gravetat; en canvi, ens legitima plenament per poder dir que quina hagi de ser la causa directa de la gravetat és quelcom que Newton no respon i queda totalment obert. Que la gravetat no és un efecte directe de l'acció de Déu torna encara a perfilar-se amb evidència a la tercera carta de l'11 de febrer de 1693: «Gravity may be co-eternal to matter, and have the same effect from all eternity as at present»⁴⁰¹. De moment, no sabem si Newton pensa que el món és producte d'un acte de creació divina, i per tant, no sabem si per a Newton Déu és causa última de la gravetat. Però per aquesta mena de manifestacions, sí que sabem que no n'és la causa directa, puix que la gravetat seria una realitat del món físic abans fins i tot que un Déu geomètra es decidís a intervenir. Newton, com per tancar el cercle, acaba la quarta carta del 25 de febrer de 1693 amb una declaració que integra bé el seu missatge fonamental al llarg del seu carteió amb Bentley:

«Therefore it infers a Deity. For if there be innate gravity, it is impossible now for the matter of the earth and all the planets and stars to fly up from them, and become evenly spread throughout all the heavens, without a supernatural power; and certainly that which can never be hereafter without a supernatural power, could never be heretofore without the same power».⁴⁰²

Pot concloure's: malgrat l'ús ambigu de la paraula «creador» que apareix a la carta primera i per única ocasió en tota la correspondència, està del tot injustificat afirmar que el Déu que dibuixa Newton a les famoses cartes amb Bentley sigui un Déu «creador ex nihilo», un Déu de la Creació, un Déu que es conjugui amb claredat amb el Déu de la tradició jueva i testamentària; pel contrari, pot subratllar-se sense vacil·lacions que el Déu que ens hi presenta és un autèntic Déu geomètra, un artesà, demiúrgic, contemplatiu i provident, molt més platònic. Es demostra, doncs, que ja al 1692-1693, durant aquest intercanvi epistolar, Newton mantindria la mateixa visió que exposaria més tard al «scholium generale» de la segona edició dels *Principia* de 1713. Hom tampoc ha de creure que estiguem afirmant que el concepte de Déu que pogués tenir Newton no fos el del Déu «creador ex nihilo» jueu i testamentari –i més després d'haver-nos adonat en el capítol anterior d'algunes manifestes tendències seves judaïtzants; només afirmem que, pel motiu que sigui, a nivell públic, gairebé sempre va decantar-se per una divinitat de caire demiúrgic i platònic. I que, tant el context que gira al voltant de les *Boyle lectures* com el que oferiria la publicació de les distintes edicions dels *Principia*, no eren, per la seva rellevant importància, moments episòdics transitoris, sinó vertaderes plataformes ideològiques.

§ 7.4 La correspondència Leibniz-Clarke

Quatre anys més tard de les invectives contra Newton prèvies a la publicació de la segona edició dels *Principia*, tan evidents a la correspondència amb Hartsoeker del 1711, Leibniz, incansable, va tornar a la càrrega. En aquesta ocasió, a través d'una cèlebre correspondència. La princesa Caroline von Ansbach (1683-1737), esposa del

⁴⁰¹ *Ibidem.*, p. 301. [«La gravetat pot ser coeterna amb la matèria i tenir el mateix efecte des de tota l'eternitat fins al present»].

⁴⁰² *Ibidem.*, p. 311. [«S'infereix, doncs, de tot això que existeix una deïtat, puix que, encara que existís una gravetat innata, és impossible que la matèria de la terra, i la de tots els planetes i estels, es despregui ara d'ells i arribi a estar uniformement espargida per tots els cels. Certament, allò que d'ara endavant no pugui donar-se sense un poder sobrenatural, tampoc va poder tenir lloc abans que ell»].

rei George II d'Anglaterra, nascuda marcgravina de Brandenburg-Ansbach, havia conegut Leibniz a Berlín quan s'encetava el segle XVIII, i l'interès que va mostrar pel pensament del filòsof alemany va acabar donant peu a una ferma amistat. Quan ja era a Anglaterra com a reina, la marcgravina va continuar la correspondència amb Leibniz i va mirar de facilitar de traduir a l'anglès la seva *Teodicea*: «J'ay parlé encore aujourd'hui avec l'éveque de Lincoln pour la traduction de vostre *Théodicée*. Il n'y a personne capable de cela, à ce qu'il m'assure, que le docteur Clarke dont je vous ay envoyé des livres par Oeynhausen. Ce même homme est ami intime du chevalier Newton»⁴⁰³. La seva amistat amb Newton va fer que Samuel Clarke no acceptés aquest encàrrec, però, en canvi, sí va accedir a respondre a les crítiques que Leibniz havia tornat a fer sobre el pensament de Newton en una carta a la marcgravina al novembre de 1715, no se sap el dia. En aquesta curta missiva a Caroline von Ansbach, Leibniz denuncia algunes qüestions diverses: 1) pretén fer una defensa de la teologia racional, planyent-se de manera implícita de la deriva que ha pres aquesta disciplina a les illes britàniques mitjançant la filosofia natural; 2) critica la tendència d'alguns pensadors, i entre ells com a cap visible John Locke, d'entendre les ànimes com a corporals; 3) contradiu Newton afirmant que és impossible que l'espai sigui l'òrgan mitjançant el qual Déu sent totes les coses; i, el més important des del nostre estudi, 4) rebutja totalment la intervenció divina, contra Newton, sobre la naturalesa per a què aparegui un equilibri a l'univers que sense ella no seria possible.

De moment, pel que fa al nostre discurs, ens interessen fonamentalment els punts primer i quart –la defensa d'una teologia racional i el rebuig de la intervenció divina, respectivament. Respecte al primer, el plany de Leibniz sobre «la decadència de la teologia racional» no és massa extens, però contundent: «Il semble que la religion naturelle même s'affoiblit extrêmement (en Angleterre). Plusieurs font les ames corporelles, d'autres Dieu luy-même corporel»⁴⁰⁴. El passatge demostra que al filòsof alemany l'enerven profundament tant el rebuig de la teologia racional per part de Newton com també l'afirmació d'una filosofia natural expressada en els *Principia* que pretén assolir l'essència de Déu a través de les seves obres, les «God works». Per a Leibniz, la física de Newton és totalment insuficient per al coneixement de Déu, i es lamenta que hom es desvii de la recta raó pura en favor d'un exercici que ell considera merament materialista. No en va no pot resistir-se, més aviat de manera demagògica, a deduir algunes afirmacions que són dubtosament vertaderes –com que Locke assignés realment corporeïtat a les ànimes⁴⁰⁵– del mecanisme físic que Newton presenta i desenvolupa al llarg de la seva obra mestra. La primera carta de Clarke responent a les esmentades acusacions de Leibniz data del 26 de novembre de 1715, i hi destaca el seu interès primordial en desmentir que la nova filosofia natural de Newton provoqui el debilitament de la teologia natural. Clarke hi deixa clar que el

⁴⁰³ C. VON ANSBACH, *Carta a Gottfried Leibniz*, 14 de novembre de 1715. Extreta de *Die Werke von Leibniz*, Vol. 11, p. 50, editat per O. KLOPP, Hannover, 1864-1884. [«També he parlat amb el bisbe de Lincoln sobre la traducció de la seva *Teodicea*. M'assegura que ningú és capaç de fer-ho si no és el doctor Clarke, els llibres del qual us trameto per mitjà d'Oeynhausen. És un amic íntim de Newton»].

⁴⁰⁴ G.W. LEIBNIZ, *Carta a Caroline von Ansbach*, novembre de 1715. Extreta de *Gothofredi Guillelmi Leibnitii Opera Omnia*, Vol. II, Part I, p. 110, Genevae apud fratres de Tournes, 1768. [«Sembla que la pròpia religió natural es debilita extremadament. Molts creuen que les ànimes són corporals, i d'altres que Déu mateix és corporal»].

⁴⁰⁵ Efectivament, la sospita d'assignació de corporeïtat a les ànimes que Leibniz trau en aquesta carta i que menciona al punt primer en general i que, després, encoloma a Locke al segon punt, es basa en els passatges de Locke que trobem al seu *An Essay Concerning Human Understanding*, Llibre IV, cap. 3, sec. 6. En aquesta secció, Locke flirteja amb la possibilitat que la matèria sigui pensant. Com veurem, Clarke concedirà Leibniz que, efectivament, són passatges on es pot sospitar la corporeïtat de l'ànima.

suposat debilitament prové certament de les errònies filosofies materialistes, entre les quals, per suposat, no s'hi pot comptar la filosofia natural de Newton, desmarcant-se també del tot dels sospitosos passatges de Locke:

«Il est vrai, & c'est une chose déplorable, qu'il y a en Angleterre, aussi-bien qu'en d'autres païs, des personnes, qui nient même la religion naturelle, ou qui la corrompent extrêmement; mais, [...] on doit attribuer cela principalement à la fausse philosophie des matérialistes, qui est directement combattue par les principes mathématiques de la philosophie. Il est vrai aussi, qu'il y a des personnes, qui font l'ame matérielle, & Dieu lui-même corporel; mais ces gens là se déclarent ouvertement contre les principes mathématiques de la philosophie [...]. Il y a quelques endroits dans les écrits de Mr. Locke, qui pourroient faire soupçonner avec raison, qu'il doutoit de l'immatérialité de l'ame ; mais il n'a été suivi en cela que par quelques matérialistes, les ennemis des principes mathématiques de la philosophie».⁴⁰⁶

És palesa la insistència de Clarke en no voler que es confongui el materialisme amb el pensament que emana dels *Principia* i, d'aquesta manera, té un gran interès en desvincular-ne les seves respectives tesis, cosa que, maliciosament, Leibniz té interès en vincular. De fet, Clarke, conscient de la necessitat d'aquesta desvinculació i de la necessitat d'enfortir el lligam entre els *Principia* i la teologia racional, aborda aquesta qüestió de seguida a la dedicatòria que va dirigir a la princesa von Ansbach a l'hora de la publicació de la correspondència: «It appeared to me, on the contrary, a most certain and evident truth, that from the earliest antiquity to this day, the foundations of natural religion had never been so deeply and so firmly laid, as in the mathematical and experimental philosophy of that great man»⁴⁰⁷. I per si quedava encara algun dubte: «'Tis of singular use, rightly to understand, and carefully to distinguish from hypotheses or mere suppositions, the true and certain consequences of experimental and mathematical philosophy; which do, with wonderful strength and advantage, to all such as are capable of apprehending them, confirm, establish, and vindicate against all objections, those great and fundamental truths of natural religion»⁴⁰⁸.

A la seva segona carta, d'un dia desconegut de desembre de 1715, Leibniz respon Clarke que no entén gens aquest desig de voler desvincular els principis matemàtics de Newton dels materialistes, atès que és obvi que, com a estri, no difereixen en res

⁴⁰⁶ S. CLARKE, *Carta a Leibniz*, 26 de novembre de 1715, *Première réplique de Mr. Clarke. Ibidem.*, p. 111. [«És cert, i també molt lamentable, que, tant a Anglaterra com en altres països, hi hagi qui negui o, fins i tot, corrompi la pròpia religió natural; però [...] això s'ha d'atribuir sobretot a la falsa filosofia dels materialistes, directament combatuda pels principis matemàtics de la filosofia. I cert és que hi ha qui dota de materialitat l'ànima dels homes i àdhuc Déu mateix; però els qui actuen així es declaren obertament contraris als principis matemàtics de la filosofia [...]. Hi ha algun passatge en els escrits de Locke que, amb raó, pot fer suposar que dubti de la immaterialitat de l'ànima; però ningú l'ha seguit en això sinó alguns materialistes que són enemics dels principis matemàtics de la filosofia»].

⁴⁰⁷ S. CLARKE, *Clarke's Dedication To her Royal Highness the Princess of Wales*, extret de *The Leibniz-Clarke Correspondence*, pp. 5-6, editat per H.G. ALEXANDER, Manchester University Press, 1956. [«Em va semblar, pel contrari, una veritat certa i evident el fet que des de la més remota antiguitat fins als nostres dies mai els fonaments de la religió natural han estat establerts de manera més profunda i ferma que per la filosofia matemàtica i experimental d'aquest gran home»].

⁴⁰⁸ *Ibidem.*, p. 6. [«És de singular utilitat comprendre correctament i distingir amb precisió de les hipòtesis o meres suposicions les conseqüències vertaderes i del tot certes de la filosofia experimental i matemàtica, cosa que contribueix amb meravellosa força i gran èxit a què tots aquells que són capaços de comprendre-les superin totes les objeccions i confirmin i esclareixin les veritats fonamentals de la religió natural»].

que pugui considerar-se rellevant: «On a raison de dire [...] qu'après les passions vicieuses, les principes des matérialistes contribuent beaucoup à entretenir l'impieeté. Mais je ne crois pas qu'on ait sujet d'ajouter, que les *Principes Mathématiques de la Philosophie* sont opposés à ceux des matérialistes. Au contraire, ils sont les mêmes; excepté que les matérialistes, à l'exemple de Démocrite, d'Epicure, & de Hobbes, se bornent aux seuls principes mathématiques, & n'admettent que des corps; & que les mathématiciens chrétiens admettent encore des substances immatérielles»⁴⁰⁹. El problema radica, assegura Leibniz, no pas en la forma pròpiament matemàtica dels principis, que, òbviament, no diferirà en res de la de molts materialistes; la qüestió que debilita la religió natural rau en el que aquests principis amaguen rere la porta metafísica: «Ainsi ce ne sont pas les principes mathématiques, selon le sens ordinaire de ce terme, mais les principes métaphysiques, qu'il faut opposer à ceux des matérialistes»⁴¹⁰. I el que ve a dir Leibniz és que, quan observem els *Principia* de Newton, ja no matemàticament, sinó metafísicament, trobem que les conseqüències que se'n deriven són tant o més perilloses, pel que fa a la fragilitat que aporten a la teologia natural, que la dels propis materialistes, en la mesura que les concepcions de base que els caracteritzen tampoc necessiten d'una divinitat:

«On passe à dire, que selon les Principes Mathématiques, c'est-à-dire, selon la philosophie de Mr. Newton, (car les Principes Mathématiques n'y décident rien,) la matière est la partie la moins considérable de l'Univers. C'est qu'il admet, outre la matière, un espace vuide; & que, selon lui, la matière n'occupe qu'une très-petite partie de l'espace. Mais Démocrite & Epicure ont soutenu la même chose, excepté qu'ils différoient en cela de Mr. Newton du plus au moins; & que peut-être selon eux, il y avoit plus de matière dans le monde, que selon Mr. Newton. En quoi je crois qu'ils étoient préférables; car plus il y a de la matière, plus y a-t-il de l'occasion à Dieu d'exercer la sagesse & la puissance; & c'est pour cela, entre autres raisons, que je tiens qu'il n'y a point de vuide du tour».⁴¹¹

D'aquesta forma, les lamentacions generals de Leibniz d'un debilitament de la religió natural, el primer assumpte que toca a la primera carta a la princesa, deriven ara, a la recerca d'una justificació, cap a problemàtiques incloses pròpiament en la filosofia natural de Newton, o si es vol, en el seu mateix sistema del món; o en altres paraules: *les conclusions dels Principia són o serien una de les causes d'aquest pervers esfondrament de la teologia natural*. El fet que Leibniz intenti justificar la seva lamentació apel·lant al principi físic de l'existència del buit, tot i que de manera

⁴⁰⁹ G.W. LEIBNIZ, *Second écrit de Mr. Leibniz*, desembre de 1715. Extreta de *Gothofredi Guillelmi Leibnitii Opera Omnia*, Vol. II, Part I, p. 113, Genevae apud fratres de Tournes, 1768. [«És raonable dir [...] que, al costat de les passions vicioses, els principis dels materialistes contribueixen en gran mesura a mantenir la impieetat. Però no crec pas que hi hagi cap raó ni una per afegir que els *Principis Matemàtics de la Filosofia* s'oposin als dels materialistes, exceptuant que materialistes com Demòcrit, Epicur i Hobbes es limiten només als principis matemàtics i no admeten més que els cossos, mentre que els matemàtics cristians admeten almenys les substàncies immaterials»].

⁴¹⁰ *Ibidem.*, p. 113. [«Per tant, no són principis matemàtics (en el sentit ordinari en què es prenen) allò que cal oposar als materialistes, sinó els principis metafísics»].

⁴¹¹ *Ibidem.*, p. 113. [«Diré ara que, segons els Principis Matemàtics, és a dir, segons la filosofia de Newton (atès que els principis matemàtics aquí no decideixen res), la matèria és la part menys considerable de l'Univers. I és que ell admet que existeix un espai buit a part de la matèria i, segons ell, la matèria no ocupa més que una molt petita part de l'espai. Demòcrit i Epicur van sostenir el mateix, tret que van diferir de Mr. Newton en qüestions de més o de menys i potser en què, segons ells, hi havia més matèria al món que segons Newton. Per la qual cosa crec que ells serien preferibles, puix que com més matèria hi ha, més té Déu l'ocasió d'exercir la seva saviesa i el seu poder, i és per això, entre altres raons, que sostinc que no existeix el buit en absolut»].

no massa persuasiva, va convèncer Clarke que Leibniz l'estava convidant a una disputa profunda, maliciosa i única, al voltant dels propis *Principia*, i la resta de la correspondència, per tant, havia d'anar orientada a demostrar que la gran obra de Newton no només no debilitava pas els fonaments de la teologia natural sinó que eren una alternativa de caire empirista que en reforçaven les seves possibles conclusions. El nucli de l'intercanvi epistolar és, doncs, la tensió que es manifesta sobre la pròpia concepció de Déu i les seves accions, i per això, la clau de volta de tot aquest episodi, com bé apunta el punt quart a què fèiem referència, rau en dirimir si Déu ha de ser, com ara veurem tot seguit, un rellotger perfecte, com afirmava Leibniz, o per contra si Déu el rellotger ha de tenir una cura constant del seu rellotge, com es desprèn dels *Principia* i com defensa Clarke. Segons Leibniz, si hom arribés a demostrar el primer dels cassos, la religió natural en sortiria absolutament reforçada; si s'acabés imposant el segon dels cassos, en sortiria debilitada. Segons Clarke, si es conclogués el primer cas, la religió natural n'hauria de sortir debilitada per contrària als fets; si, en canvi, es conclogués el segon, en sortiria reforçada.

El passatge més rellevant de la primera carta de Leibniz del novembre de 1715 a la princesa von Ansbach és el quart, on arremet de nou, i fins i tot amb cert ludibri, contra la continuada influència de Déu sobre els cels que pregonava Newton:

«Mr. Newton et ses sectateurs ont encore une fort plaisante opinion de l'ouvrage de Dieu. Selon eux, Dieu a besoin de remonter de tems en tems sa montre, autrement elle cesseroit d'agir. Il n'a pas eu assez de vûe, pour en faire un mouvement perpétuel. Cette machine de Dieu est même si imparfaite selon eux, qu'il est obligé de la décrasser de tems en tems par un concours extraordinaire, & même de la raccomoder, comme un horloger son ouvrage; qui sera d'autant plus mauvais maître, qu'il sera plus souvent obligé d'y retoucher & d'y corriger. Selon mon sentiment, la même force & vigueur y subsiste toujours, & passe seulement de matière en matière, suivant les loix de la Nature, & le bel ordre préétabli. Et je tiens, quand Dieu fait des miracles, que ce n'est pas pour soutenir les besoins de la Nature, mais pour ceux de la Grace. En juger autrement, ce seroit avoir une idée fort basse de la sagesse & de la puissance de Dieu».⁴¹²

La crítica de Leibniz és clara, ja apuntada anteriorment quan analitzàvem els seus atacs realitzats abans de la primera publicació de l'Escoli General: seguint ara la celebèrrima metàfora del rellotger, Leibniz entén que Déu, per la seva omnipotència i perfecció, hauria d'haver creat el món i les lleis de la natura de tal manera que en cap moment necessitessin una seva nova intervenció; en tant que rellotger perfecte, el seu «rellotge», la seva obra natural, hauria de ser perfecta i hauria de funcionar de forma autònoma la resta de l'eternitat, fins al punt que l'equilibri que mostren planetes, cometes i estels s'hauria de preservar per si mateix, sent impossible cap mena de

⁴¹² G.W. LEIBNIZ, *Carta a Caroline von Ansbach*, novembre de 1715. Extreta de *Gothofredi Guillelmi Leibnitii Opera Omnia*, Vol. II, Part I, pp. 110-1, Genevae apud fratres de Tournes, 1768. [«Mr. Newton i els seus seguidors també tenen una opinió molt graciosa pel que fa a l'obra de Déu. Segons ells, Déu té necessitat de posar a punt de quan en quan el seu rellotge; si no ho fes, deixaria de funcionar. No ha tingut prou imaginació per a crear un moviment perpetu. Aquesta màquina de Déu és també tan imperfecta que està obligat a posar-la en ordre de quan en quan mitjançant alguna ajuda extraordinària, àdhuc a reparar-la, com faria un rellotger amb la seva obra. Mal artífex seria si realment es veiés en l'obligació de retocar-la i corregir-la. Segons la meua opinió, la mateixa força i vigor subsisteix sempre i només passa d'una matèria a una altra seguint les lleis de la naturalesa i del bon ordre establert. I sostinc que quan Déu fa miracles, no els fa pas per a mantenir les necessitats de la naturalesa, sinó les de la gràcia. Jutjar tot això d'una altra manera seria tenir una idea molt baixa de la saviesa i el poder de Déu»].

col·lapse. Déu hauria creat el món, i una vegada creat, s'hauria posat en marxa tot seguint les seves lleis i en perfecta harmonia. Leibniz declara que seria una manca de respecte a la «saviesa» i al «poder» de Déu pretendre que les lleis originals de la naturalesa, donades per Déu, fossin insuficients per a mantenir l'equilibri còsmic i que, per aquest motiu, Déu hagués d'intervenir per reparar-les –«la raccomoder». Si això fos així, Déu seria, ni més ni menys, tan imperfecte que qualsevol rellotger, que ha d'anar reparant de quan en quan els seus rellotges espatllats. Ergo és del tot impossible, si respectem la saviesa, la perfecció, l'omnipotència i el poder de Déu, que la naturalesa hagi de ser intervinguda per ell en cap moment. En una carta al filòsof francès Louis Bourguet (1678-1742), en la que és informat de la correspondència mantinguda amb Clarke i del benvolent partit que diu haver pres al seu favor la princesa von Ansbach, Leibniz és del tot impecable a l'hora de definir les diferències amb Newton: «Mons. Newton croit que la force de l'Univers va en diminuant, comme celle d'une montre, et a besoin d'être retablie par une action particulière de Dieu, au lieu que je soutiens que Dieu a fait les choses d'abord, en sorte que la force ne sauroit se perdre. Ainsi sa dynamique est bien différente de la mienne, et ne convient pas à mon avis avec la perfection des operations divines»⁴¹³. Segons l'anàlisi de Manuel, quan valora aquestes paraules, no dubta a afirmar que eren unes paraules que podríem titllar de força corrosives, en la mesura que qüestionar la perfecció de Déu en el pensament d'un home que l'entén com el Pare etern, ha de ser una de les acusacions més dures al rovell del seu cor: «These were fighting words: he was in effect saying that Newton was detracting from the absolute perfection of God –no graver accusation could be leveled at a man with an internalized God the Father»⁴¹⁴. Era tan ferma la convicció d'obvietat per part de Leibniz dels seus arguments a favor d'un Déu que va actuar per disseny intel·ligent, que la única possibilitat que Newton no accedís a avenir-s'hi era la tossuda i orgullosa tasca de salvar com fos tot allò que es derivava dels *Principia* i de tot el conseqüent pensament, encara que la raó mateixa hi topés frontalment: «S'il continue à me le nier, où en sera sa sincerité? S'il me l'accorde, adieu le vuide, les atomes, et toute la philosophie de M. Newton»⁴¹⁵.

La traducció efectiva d'aquest argument impecable a paraules més terrenals és que, si Déu és creador del món i és perfecte, les conclusions lògiques a què ens duen els *Principia* són errònies, i en conseqüència, els *Principia* són erronis. L'argument de Newton, tal com queda exposat a la correspondència amb Bentley, és que el que la física dels *Principia* ha descobert és que, tant si l'univers fos finit com si fos infinit, per la llei de la gravetat, tots els trossos de matèria serien irremeiablement inestables i l'univers col·lapsaria, atès que les atraccions gravitatòries constants traurien els cossos del seu lloc i es perdria així l'equilibri. Puix que els *Principia* són vertaders i no veiem que l'univers col·lapsi, llavors, necessàriament, l'equilibri que observem no pot

⁴¹³ G.W. LEIBNIZ, *Carta a Louis Bourguet*, març de 1716. Extreta de *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz*, Vol. III, pp. 590-1, Adamant Media Corporation, 2005. [«El senyor Newton creu que la força de l'univers va disminuint, com ho fa la d'un rellotge, i que és necessari que es restableixi per una acció especial de Déu, mentre que jo sostinc que Déu va fer totes les coses des del principi de manera que aquesta força mai pogués perdre's. Per tant, la seva dinàmica és molt diferent de la meua, i no crec pas que la seva convingui gens a la perfecció de les accions divines»].

⁴¹⁴ F. E. MANUEL, *A Portrait of Isaac Newton*, p. 333, Da Capo Press, 1968. [«Aquestes eren unes paraules bel·licoses: estava dient, en efecte, que Newton estava menyspreant l'absoluta perfecció de Déu –l'acusació més greu que es podia fer a un home que vivia Déu com si fos el Pare»].

⁴¹⁵ G.W. LEIBNIZ, *Carta a Rémond de Montmort*, 19 d'octubre de 1716. Extreta de *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz*, Vol. III, p. 678, Adamant Media Corporation, 2005. [«Si ell continua negant-m'ho tot, on és aleshores la seva sinceritat? Si em donés la raó, ja podríem dir adéu al buit, als àtoms i a tota la filosofia del senyor Newton»].

deure's a causes naturals, sinó a la intervenció divina del Déu geòmetra. L'argument revers de Leibniz és que, atès que veiem l'univers en equilibri constant i atès que aquest equilibri no pot donar-se com a efecte d'una «reparació» de la naturalesa perquè Déu ja l'hauria fet perfecta des del moment de la creació, aleshores la predicció que emana dels *Principia* que el món hauria naturalment de col·lapsar és incorrecta i atempta contra la saviesa de Déu; i com que si obtenim conclusions falses després d'haver conduït correctament la raó és que necessàriament són incorrectes les premisses, és fefaent aleshores que els *Principia* són incorrectes. Per a Leibniz, poder demostrar que els *Principia* eren incorrectes significava una demostració palmària de les tesis contràries, o sigui, la seva i la cartesiana. No només deixava en ridícul totes les «ajudes» de Déu sobre la naturalesa –com Newton explicava a Bentley a les seves epístoles, la necessitat que Déu donés lluminositat a la matèria opaca o que la geometria divina situés correctament tots els planetes del sistema solar-, sinó que demostrava que el buit no pot existir i que, per tant, la única via explicativa dels cels tal i com els veiem hauria de ser inexorablement la de la teoria de vòrtexs.

Samuel Clarke –que era un dels «sectateurs»⁴¹⁶ de Newton de qui parla Leibniz– sabia bé, doncs, que l'argument del rellotger perfecte que posava Leibniz sobre la taula anava orientat, en últim terme, a destruir els *Principia* i a dur a la victòria al carregós sistema cartesià. Per tant, a la seva primera carta del 26 de novembre de 1715, Clarke s'esplaia sobretot en aportar arguments, o millor dit, contraarguments que siguin capaços de minimitzar la finesa lògica del filòsof alemany. D'entrada, contravenint Leibniz, Clarke respon que la intervenció de Déu sobre el seu rellotge que és la naturalesa *no pot ser comparada* amb la intervenció d'un rellotger humà sobre els seus rellotges, perquè el rellotger humà està subordinat a les lleis de la naturalesa que ell mateix no ha creat, mentre que Déu, en la seva correcció, continua donant vigència a les lleis de la natura que ell mateix ha creat. És a dir: el rellotger humà pot arreglar els seus rellotges, però ho farà sempre condicionat per les lleis de la física que dominen el rellotge; en canvi, Déu no està condicionat per aquestes lleis, sinó que les pròpies lleis estan condicionades a seguir existint per la voluntat de Déu: «Mais il en est tout autrement à l'égard de Dieu, qui non seulement compose & arrange les choses, mais encore est l'Auteur de leurs puissances primitives, ou de leurs forces mouvantes, & les conserve perpétuellement»⁴¹⁷. De manera que, si bé pot dir-se d'un rellotger humà que és imperfecte perquè ha d'arreglar les seves obres, no pot dir-se en canvi del Déu geòmetra que també ho sigui pel fet que intervingui en la seva obra, puix que aquesta mai el condiciona. Per tant, la intervenció divina en la

⁴¹⁶ Clarke havia arribat al grup dels latitudinaris a principis de la dècada dels noranta, de la mà de John Moore (1646-1714), el bisbe de Norwich, però no va tenir el plaer de conèixer Newton fins al setembre de 1697, l'obra del qual el va deixar tan impressionat que va acabar convertint-se en el més gran coneixedor de tots i cadascun dels matisos dels *Principia*. Havent-se fet notori aquest domini, Clarke va ser escollit com a onzè Boyle *lecturer* primer l'any 1704 amb «Being and attributes of God», i també l'any 1705 amb «Evidences of natural and revealed religion». Newton sempre va estar cofoi de la tasca divulgadora de Clarke i no és estrany, doncs, que la princesa von Ansbach el triés a ell com a interlocutor més vàlid per a respondre les invectives epistolars de Leibniz. Quan la famosa correspondència es va donar per acabada després de la mort del filòsof alemany el 14 de novembre de 1716, Clarke mateix la va preparar per a la impremta, amb les traduccions pertinents, i va aparèixer publicada a Londres el 1717.

⁴¹⁷ S. CLARKE, *Première réplique de Mr. Clarke*, 26 de novembre de 1715. Extreta de *Gothofredi Guillelmi Leibnitii Opera Omnia*, Vol. II, Part I, p. 112, Genevae apud fratres de Tournes, 1768. [«Però, pel que fa a Déu, el cas és molt diferent, atès que ell no només compon o posa les coses unes al costat de les altres, sinó que ell mateix és l'Autor i continu preservador de les seves forces originals o de les seves forces motrius»].

naturalesa no és signe d'imperfeció com ho seria la intervenció humana sobre les seves obres precàries. Acusa Leibniz, doncs, de fer una comparació que no té sentit.

A més, i això és potser el més interessant, Clarke entén que la concepció d'un rellotger perfecte que, un cop fet el rellotge, mai més ha d'intervenir sobre ell –com Leibniz postula– és una concepció que inevitablement ha de dur al materialisme i al fatalisme, en la mesura que el món creat, amb les seves lleis, no necessita de res més per a què funcioni, es fa autònom; i una visió d'aquesta mena, a mig termini, tendeix a eliminar Déu de l'explicació del Tot i a entendre com a eterna en si mateixa la naturalesa. És fantàstica la metàfora de Clarke per a il·lustrar aquest contraargument al pensament de Leibniz: «Si un roi avoit un royaume, où tout se passeroit, sans qu'il y intervint, & sans qu'il ordonnât de quelle manière les choses se seroient; ce ne seroit qu'un royaume de nom par rapport à lui; & il ne mériteroit pas d'avoir le titre de roi ou de gouverneur»⁴¹⁸. De manera molt newtoniana, Clarke torna a fer aparèixer que la pròpia essència de Déu no està en la mera creació, sinó en la seva activitat de domini, diguem-ne, *monàrquica*. Així com ocorre que un rei que no fes de rei no seria pròpiament rei, d'igual manera un Déu que no intervingui en el seu regne no pot ser considerat pròpiament Déu. Ergo, el rellotger perfecte leibnizià no podria ser entès *de iure* com a Déu, i per aquest motiu, Leibniz estaria fomentant una visió materialista i fatalista del món, justament allò del que es plany a la primera carta a la princesa.

L'acusació és greu, però Clarke no fa altra cosa que canviar de direcció la fletxa de la primera acusació de Leibniz, qui, contenint-se, respon mitjançant la segona carta del desembre de 1715. En aquesta carta trobem uns matisos que, pel que fa a aquesta qüestió, són de summa importància. D'inici, Leibniz menysprea l'argument de Clarke que no puguin ser comparats els dos rellotgers, el diví i l'humà: creu que, en aquest context, és indiferent si una màquina qualsevol, un rellotge o la naturalesa, han estat creades en tota la seva completesa per l'artífex o no; sabem que l'home rellotger no ha creat *completament* els seus rellotges, puix que no ha creat pas llur matèria ni les seves lleis, malgrat que els pugui construir emmetxant peces; i sabem que, en canvi, Déu no només ha emmetxat les peces de la naturalesa sinó que ha creat la matèria i les lleis que han donat existència a les pròpies peces. Però això ens parla de l'artífex i no pas de la màquina: el que fa gran una màquina és el seu efecte, el seu funcionament, i no pas si ha estat creada o no en tota la seva completesa. Si el que fa gran i poderosa una màquina és el seu efecte, Déu serà gran si la màquina funciona bé: «Celui qui achète la montre, ne se soucie point si l'ouvrier l'a faite toute entière, ou s'il en a fait faire des pièces par d'autres ouvriers, & les a seulement ajustées; pourvu qu'elle aille comme il faut»⁴¹⁹. La grandesa de Déu no rau pas només en el *poder* –«puissance»– de crear amb completesa, diguem «ex nihilo», sinó també en la *saviesa* –«sagesse»– que el que ha creat funcioni correctament.

«Ainsi la raison qu'on allégué pour louer la machine de Dieu, de ce qu'il l'a faite toute entière, sans avoir emprunté de la matière de dehors, n'est point suffisante. C'est un petit détour, où l'on a été forcé de recourir. Et la raison qui rend Dieu préférable à un autre machiniste, n'est pas seulement parce qu'il fait le tout, au lieu que l'artisan a besoin de chercher sa matière: cette préférence viendroit seulement de la puissance; mais il y a une autre raison de l'excellence de Dieu, qui

⁴¹⁸ *Ibidem*, p. 113. [«Si un rei tingués un regne on totes les coses funcionessin sense la seva intervenció i sense que ell ordenés com han d'anar passant, aleshores no seria res més que un regne nominal, i ell no es mereixeria, de cap de les maneres, el títol de rei o governador»].

⁴¹⁹ G.W. LEIBNIZ, *Second écrit de Mr. Leibniz*, desembre de 1715, *ibidem*., p. 115. [«Qui compra un rellotge no es preocupa de si l'obrer l'ha fet complet o si ha encarregat a altres obrers fer-ne les peces i si ell només les ha ajustades; només li interessa que funcioni com ho ha de fer»].

vient encore de la sagesse. C'est que sa machine dure aussi plus long-tems, & va plus juste, que celle de quelque autre machiniste que ce soit». ⁴²⁰

I per arrodonir aquest argument, Leibniz imagina un obrer a qui se li hagués donat el poder de crear rodes a partir del no-res, però que fos incapaç i no tingués la saviesa d'ajustar-les correctament; i diu que un obrer d'aquesta mena, per molt poder que tingués en crear, seria un pèssim obrer. Per tant, anàlogament, un Déu que tingués el poder de crear «ex nihilo», però que fos incapaç d'ajustar la naturalesa correctament per tal que no calgués reparar-la, seria un Déu pèssim: cosa que és contradictòria en els propis termes, atès que Déu, per definició és l'immillorable, i dins de l'immillorable hi trobem tant el poder com la saviesa. El missatge és clar: el pensament de Newton –i Clarke- duu a un Déu pèssim perquè li manca la saviesa, i això és impossible, i per tant, el pensament de Newton –i Clarke- és erroni. Altrament dit: la naturalesa mai pot col·lapsar, i com que els descobriments dels *Principia* la duen al col·lapse, els *Principia* són erronis.

Les explicacions de Leibniz no acaben aquí: afegeix encara un altre matís que és, de nou, absolutament remarcable. Leibniz s'adona que, després d'aquestes paraules, malgrat afirmar el *poder* i la *saviesa* de Déu, hom podria acusar-lo de negar la *providència* divina en tant que nega la intervenció de Déu sobre la naturalesa una vegada ha estat creada. D'una banda, és conscient que seria una acusació sense cap fonament, atès que a la primera carta ja havia deixat clar que la providència divina ve expressada en la gràcia. Però d'altra banda, també entén que, malgrat que Déu no intervingui després en la creació natural, no pot dir-se per això que Déu no sigui provident respecte a ella, en la mesura que si la naturalesa es manté en el temps és justament perquè Déu ho vol a cada instant: les lleis de la naturalesa estan ben fetes des d'un principi, i no poden col·lapsar, però si Déu no exercís sobre elles i sobre els cossos materials la voluntat provident que es mantinguessin en el temps després de creades, l'Univers no podria pas continuar existint ni funcionant com ho fa: «Je ne dis point que le monde corporel est une machine ou une montre qui va sans l'interposition de Dieu, & je presse assez que les créatures ont besoin de son influence continuelle; mais je soutiens que c'est une montre qui va sans avoir besoin de la *correction*, autrement il faudroit dire que Dieu se ravise [...]. Ce sentiment n'exclut point la providence ou le gouvernement de Dieu: au contraire, cela le rend parfait. Une véritable providence de Dieu, demande une parfaite prévoyance»⁴²¹. Amb aqueixes precisions, l'enginy descomunal de Leibniz aconsegueix dues coses alhora: primer, que no se'l pugui titllar de materialista, vist que la permanència de la matèria no seria possible sense la providència divina; després, arruïnar la metàfora de Clarke del rei que no seria rei si no intervingués directament en el seu regne mostrant tot el seu domini: com que Déu és provident en el sentit que sempre manté en l'existència

⁴²⁰ *Ibidem.*, p. 115. [«La raó que s'al·lega per lloar la màquina de Déu, a saber, que l'ha feta tota sencera, sense haver pres la matèria de fora, no és suficient. Estem forçats a fer una marrada. I la raó que fa Déu preferible a qualsevol altre maquinista no és només que ho hagi fet tot, mentre que l'artesà necessita cercar la seva matèria. Aquesta preferència vindria únicament del poder. Però hi ha una altra raó de l'excel·lència de Déu, que provés, a més, de la seva saviesa. I és que la seva màquina duri també més temps i funcioni més exactament que la de qualsevol altre maquinista, sigui qui sigui»].

⁴²¹ *Ibidem.*, p. 116. [«No dic de cap manera que el món corpori sigui una màquina o un rellotge que funciona sense la intervenció de Déu, sinó que opino que les creacions necessiten de la seva contínua influència; només sostinc que és un rellotge que funciona sense tenir necessitat de *correcció*, i que si no fos així seria com dir que Déu s'equivoca [...]. Aquesta opinió no exclou gens la providència o el govern de Déu: al contrari, els fa perfectes. Una veritable providència reclama una perfecta previsió»].

la pròpia naturalesa, sempre està implicat en el seu regne, i sense ell, el regne no existiria. El seu regne, doncs, no és tan sols nominal.

Conscient de la potència de l'exhibició de Leibniz que, ordenadament, postula amb nitidesa la perfecció de Déu mitjançant la reafirmació contundent del seu poder, saviesa i providència, Clarke respon de nou el 10 de gener de 1716. Sap, sense dubte, que Leibniz l'està posant en la incòmoda situació que brosta de l'acusació de manca de reconeixement de la saviesa divina; per això, en realitat, gairebé tota la seva nova resposta respecte a aquesta qüestió gira al voltant d'una argumentació que busca reafirmar la saviesa de Déu des del punt de vista newtonià: la saviesa de Déu no es desprèn pas de la suposició que Déu hagi creat el món com un rellotge perfecte que mai es col·lapsa, com afirma Leibniz, sinó que més aviat «consiste donc en ce qu'il a formé, dès le commencement, une idée parfaite & complete d'un ouvrage, qui a commencé & qui subsiste toujours, conformément à cette idée, par l'exercice perpétuel de la puissance & du gouvernement de son Auteur»⁴²². Altrament dit: la intervenció efectiva del Déu geòmetra sobre la naturalesa per evitar el col·lapse que prediuen els *Principia* no és un fet improvisat que demostrï la manca de saviesa de Déu; ans al contrari, aquesta intervenció efectiva forma part del pla original que la sàvia intel·ligència de Déu ha ordit amb plena intencionalitat. La saviesa de Déu no pot fer-se present creant un món que pugui funcionar sense ell, sinó en preveure un pla perfecte que inclou les seves intervencions calculades i premeditades i dur-lo a terme puntualment.

Aclarida així la veritable saviesa de Déu, Clarke troba que, per part de Leibniz, hi ha una indubtable ironia pel fet d'emprar la paraula «correcció» –«correction». El concepte de «correcció» remet inevitablement al concepte d'«error» o «equivocació», i és obvi que Déu no pot errar ni equivocar-se per la seva absoluta saviesa. Com que el col·lapse de la gravitació ja ha estat previst a la bestreta per la saviesa de Déu, les tan disputades intervencions de Déu sobre la naturalesa no poden ser enteses com a «correccions», sinó simplement com a «renovació», com a «renouvellement»: «Le mot de *correction*, ou de réforme, ne doit pas être entendu par rapport à Dieu, mais uniquement par rapport à nous [...]. Ce changement n'est que relatif, par rapport à nôtre manière de concevoir les choses. *L'état présent* du monde, le *désordre* où il tombera & le *renouvellement* dont ce désordre sera suivi, entrent également dans le dessein que Dieu a formé»⁴²³. Hi ha per tant, en el pensament newtonià de Clarke, la convicció que la vertadera i innegable saviesa de Déu s'expressa, precisament, en les seves intervencions pròpies d'un geòmetra, que permeten mantenir l'equilibri que no pot assolir la gravetat per si mateixa. Quan Leibniz entén la saviesa de Déu com un exercici intel·ligent *previ* a la creació perfecta, Clarke li retrau, i li transmet que la saviesa i la providència divines rauen, inequívocament i pel contrari, en la seva *futura* participació orientada a restablir l'ordre: «La sagesse & la prescience de Dieu ne consistent pas à préparer des remèdes par avance, qui guériront d'eux-mêmes les désordres de la nature. Car, à proprement parler, il n'arrive aucun désordre dans le monde, par rapport à Dieu; [...] la sagesse & la prescience de Dieu consistent, comme

⁴²² S. CLARKE, *Seconde réplique de Mr. Clarke*, 10 de gener de 1716, *ibidem.*, pp. 118-9. [«[La saviesa de Déu] consisteix en establir originalment la perfecta i completa idea d'una obra que comença i continua d'acord amb aqueixa perfecta idea original, mercès al continu i ininterromput exercici del seu poder i del seu govern»].

⁴²³ *Ibidem.*, p. 119. [«La paraula 'correcció', o 'esmena', no pot pas ser entesa respecte a Déu, sinó només respecte a nosaltres [...]. Aquesta correcció tan sols és relativa, és a dir, respecte a la nostra manera de concebre les coses. *L'estat present* del món, el *caos* que el seguirà i la *renovació* que vindrà després del caos són, totes per igual, parts del projecte que Déu ha perfilat amb el seu disseny»].

on l'a dit ci-dessus, à former dès le commencement un dessein, que la puissance met continuellement en exécution»⁴²⁴.

La tercera carta de Leibniz, del 25 de febrer de 1716, trasllueix cert mal humor, bastant habitual en ell: són bastants els passatges on sembla que no pot digerir alguns arguments i insistències de Clarke que li deurien semblar més fruit de la tossuderia que no pas de la recta raó. Pel que fa al tema que tractem, Leibniz no hi aporta cap més argument destacable; es limita a fer una asseveració tan contundent que no només ratifica els seus propis arguments anteriors sinó que dóna la impressió que el fastigueja que Clarke remeni i remeni i no vulgui acceptar una veritat evident:

«13. Si la force active se perdoit dans l'Univers par les loix naturelles que Dieu y a établies, en sorte qu'il eût besoin d'une nouvelle impression pour restituer cette force, comme un ouvrier qui rémédie à l'imperfection de sa machine; le désordre n'auroit seulement lieu à l'égard de nous, mais à l'égard de Dieu lui-même. Il pouvoit le prévenir, & prendre mieux ses mesures, pour éviter un tel inconvénient: aussi l'a-t-il fait en effet.

14. Quand j'ai dit que Dieu a opposé à de tels désordres des remèdes par avance, je ne dit point que Dieu laisse venir les désordres, & puis les remèdes; mais qu'il a trouvé moyen par avance d'empêcher les désordres d'arriver».⁴²⁵

És, a totes llums, un rebuig frontal de l'opció clarkiana de l'existència d'un pla original de Déu que inclouria les seves «renovacions» puntuals quan «les forces actives» que donen equilibri a l'univers disminueixin o es dissipin. Segons Leibniz, es tractaria una manera de fer de Déu molt poc econòmica i eficient, i cap artífex no diví actuaria així si tingués la possibilitat, com efectivament la té Déu, de crear perfectes les lleis naturals per a què mai col·lapsin. Clarke, a la seva tercera carta del 15 de maig de 1716, encara respon amb insistència que aquestes «renovacions» o nous impulsos que Déu ha de transmetre als cossos de l'univers conjunturalment no són cap prova de la imperfecció de Déu ni de l'existència del caos: «Quoique les *forces actives* qui sont dans l'Univers, diminuent, & qu'elles ayent besoin d'une nouvelle impression, ce n'est point un désordre, ni une imperfection dans l'ouvrage de Dieu; ce n'est qu'une suite de la nature des créatures, qui sont dans la dépendance. Cette dépendance n'est pas une chose qui ait besoin d'être rectifiée»⁴²⁶. Clarke visualitza bé l'interès maliciós de Leibniz d'identificar el pensament newtonià –i ara clarkià, per extensió– amb conceptes com «desordre» o «caos» per tal de fer incompatibles els *Principia* amb

⁴²⁴ *Ibidem.*, p. 119. [«La saviesa i la providència divines no consisteixen en proveir per avançat els remeis que guareixin per si mateixos el caos de la naturalesa, puix que, parlant més pròpiament, no hi ha mai caos pel que respecta a Déu; [...] la saviesa i la providència divines consisteixen, com s'ha dit més amunt, en idear un disseny des del començament que el poder de Déu executa contínuament»].

⁴²⁵ G.W. LEIBNIZ, *Troisième écrit de Mr. Leibniz*, 25 de febrer de 1716, *ibidem.*, p. 123. [«13. Si la força activa es perdés a l'Univers per les lleis naturals que Déu mateix va establir, de manera que tingués la necessitat d'una nova impressió per tal de restituir aquesta força, tal com un artesà que corregeix la imperfecció de la seva màquina, aleshores el caos no hagués tingut lloc només respecte a nosaltres, sinó també respecte a Déu. Ho podia prevenir i prendre millor les seves mesures per tal d'evitar un inconvenient com aquest, que és efectivament com ho ha fet. 14. Quan he dit que Déu ha posat remei a aquests desordres per avançat, no dic que Déu deixi venir primer els desordres i després els remeis, sinó que ha trobat primer el mitjà per a impedir que arribin els desordres»].

⁴²⁶ S. CLARKE, *Troisième réplique de Mr. Clarke*, 15 de maig de 1716, *ibidem.*, p. 127. [«Les *forces actives* que hi ha a l'Univers disminueixen per si mateixes de manera que necessiten nous impulsos; tot i així, a l'edifici de l'Univers, l'obra de Déu, no hi ha ni desordre ni imperfecció, sinó que són una conseqüència de la naturalesa de les coses creades i de la seva pròpia dependència. I aquesta dependència no és una cosa que hagi de ser rectificada»].

l'essència perfecta de Déu i, en conseqüència, Clarke fa tot el possible per espolsar-se'ls de sobre, per negar-los com a possibles des de l'intervencionisme sobre la naturalesa que exigeix el sistema newtonià. I per això, un xic més endavant, afegeix encara que «Dieu agit toujours de la manière la plus régulière & la plus parfaite: qu'il n'y aucun désordre dans son ouvrage: que les changements qu'il fait dans l'état présent de la nature, ne sont pas plus extraordinaires, que le soin qu'il a de conserver cet état»⁴²⁷. Contra «caos», Clarke postula «regularitat» i «perfecció».

Pel que fa al tema que ens ocupa, les extenses dues cartes següents de Leibniz – del 2 de juny i del 18 d'agost de 1716, respectivament- i les dues conseqüents respostes de Clarke –del 26 de juny i del 29 d'octubre de 1716- ja no es mouen gens d'aquest terreny de joc: els principals arguments de la controvèrsia estan tots sobre la taula. Leibniz, en un passatge de la quarta carta del 2 de juny, ja fa una asseveració poc racional, plena de menyspreu, que demostra cert bloqueig dialèctic que no permet avançar més en la clarificació de dos punts de vista tan oposats: «Ceux qui s'imaginent que les forces actives se diminuent d'elles-mêmes dans le monde, ne connoissent pas bien les principales loix de la nature, & la beauté des ouvrages de Dieu»⁴²⁸. Les claus del debat ja han quedat exposades suficientment a aquestes alçades, i el que segueix són matisos que no afecten al missatge general de les mútues diatribes i els seus arguments primaris. Des del punt de vista clarkià –llegeixi's newtonià- la providència divina sobre el món material que equilibra els desajustos propis de les lleis naturals no és res que pugui ser titllat d'«extraordinari», sinó que, en la seva normalitat, segueix un pla establert que ja les contemplava; des del punt de vista leibnizià, aquesta providència sobre els cossos materials és impossible d'existir si Déu és vertaderament perfecte, com ha de ser per definició; i per tant, si existís, no només es demostraria que Déu es imperfecte i un mal rellotger, sinó que aquestes intervencions han de ser considerades com a «miracles», la qual cosa invalidaria tot el discurs científic al quedar esquarterada la màxima científica de la llei de causalitat inherent a l'univers que dona raó de tots els esdeveniments físics.

Com havia anunciat a Hartsoeker en la carta de 1711 i tal i com Cotes informava Newton a la seva carta de 1713, Leibniz va morir el 14 de novembre de 1716 convençut que els *Principia* no descrivien bé la realitat física perquè només podien ser certs si s'acceptaven els «miracles» divins en el funcionament de la naturalesa. Una acusació que, per suposat, no va ser exclosa d'aquesta correspondència amb Clarke i que corria paral·lela als arguments que hem anat debatent: la seva segona carta clou amb un passatge molt límpid del que emana un encant excepcional:

«Enfin, si Dieu est obligé de corriger les choses naturelles de tems en tems, il faut que cela se fasse ou surnaturellement ou naturellement. Si cela se fait surnaturellement, il faut recourir au miracle pour expliquer les choses naturelles; ce qui est en effet une réduction d'une hypothèse *ad absurdum*. Car avec miracles on peut rendre raison de tout sans peine. Mais si cela se fait naturellement, Dieu ne sera point *intelligentia supramundana*, il sera compris sous la nature des choses; c'est-à-dire, il sera l'Ame du Monde».⁴²⁹

⁴²⁷ *Ibidem.*, p. 127. [«Déu actua sempre de la manera més regular i perfecta; no hi ha cap mena de desordre en tota la seva obra; i en les alteracions que es complau en causar en l'ordre de les coses no hi ha res d'extraordinari que no hi sigui en la seva pròpia continuació»].

⁴²⁸ G.W. LEIBNIZ, *Quatrième écrit de Mr. Leibniz*, 2 de juny de 1716, *ibidem.*, p. 132. [«Aquells qui imaginem que les forces actives disminueixen per elles mateixes en l'entramat del món, no coneixen gens bé les principals lleis de la naturalesa ni la bellesa de les obres de Déu»].

⁴²⁹ G.W. LEIBNIZ, *Second écrit de Mr. Leibniz*, desembre de 1715, *ibidem.*, p. 116. [«En fi, si Déu es veu obligat a corregir les coses naturals de quan en quan, és necessari que això es faci sobrenaturalment o

Atès que només hi ha dues vies d'actuació, la «sobrenatural» o la «natural», si Déu actua sobre el món, ho ha de fer, necessàriament, seguint-ne una de les dues; però les dues duen a conclusions que deixen ben malparats els *Principia*: si Déu és un ésser «transcendent al món», una suposada «*intelligentia supramundana*», fonament bàsic del cristianisme, aleshores les seves intervencions sobre la naturalesa només poden ser enteses com a miracles, destruint els principis de la ciència; però si Déu intervé sobre el món sense fer miracles, aleshores Déu no pot ser un ésser transcendent al món, sinó que és el món mateix o la seva «*anima mundi*», acusació de caire neoplatònic, gnòstic o panteista i, per suposat, perillosa pels principis cristians. Moralina: el pensament newtonià o bé destrueix la ciència o bé destrueix el cristianisme. La resposta a aquest advertiment de Leibniz és sibil·lina i intel·ligent per part de Clarke:

«Le raisonnement que l'on trouve ici, suppose que tout ce que Dieu fait, est surnaturel & miraculeux; & par consequent, il tend à exclure Dieu du gouvernement actuel du monde. Mais il est certain, que le naturel & le surnaturel ne diffèrent en rien l'un de l'autre par rapport à Dieu: ce ne sont que des distinctions, selon nôtre manière de concevoir les choses. Donner un mouvement réglé au Soleil (ou à la Terre,) c'est une chose que nous appellons naturelle: arrêter ce mouvement pendant un jour, c'est une chose surnaturelle selon nos idées. Mais la dernière de ces deux choses n'est pas l'effet d'une plus grande puissance que l'autre; & par rapport à Dieu, elles sont toutes deux également naturelles ou surnaturelles».⁴³⁰

Leibniz no pot acceptar aquesta manera d'evadir-se i de dir que el concepte de «miracle», en definitiva, no és res més que una desviada visió humana de referir-nos a certs actes de Déu. Per al filòsof alemany, això és una manera de mesclar les coses fins a un punt que només poden aportar foscor en lloc de claredat. El comportament dels cossos en la naturalesa és el comportament que hom ha de considerar natural, sigui als ulls de Déu com als nostres propis; i, en canvi, tot allò que ocorre en els cossos del sistema del món la causa del qual no sigui una causa merament natural, ha de considerar-se sobrenatural i miraculós, tant als ulls de Déu com als nostres. «Les théologiens ne demeureront point d'accord de la thèse qu'on avance contre moi, qu'il n'y a point de différence par rapport à Dieu, entre le naturel & le surnaturel. La plûpart des philosophes l'approuveront encore moins. Il y a une différence infinie; mais il paroît bien qu'on ne l'a pas bien considérée. [...] Si Dieu vouloit faire en sorte qu'un corps libre se promenât dans l'éther en rond, à l'entour d'un certain centre fixe, sans que quelqu'autre créature agit sur lui; je dis que cela ne se pourroit que par

bé naturalment; si es fa sobrenaturalment, hom ha de recórrer al miracle per a explicar les coses naturals, la qual cosa és, de fet, la reducció d'una hipòtesi a l'absurd, puix que amb els miracles podem donar raó de totes les coses sense cap esforç. I si es fa naturalment, Déu no seria una *intelligentia supramundana*, sinó que estaria comprès en la naturalesa de les coses, o el que és el mateix, seria alguna cosa així com l'Ànima del Món»].

⁴³⁰ S. CLARKE, *Seconde réplique de Mr. Clarke*, 10 de gener de 1716, *ibídem.*, pp. 119-20. [«L'argument que dono aquí suposa que tot el que fa Déu és sobrenatural i miraculós, i tendeix, en conseqüència, a excloure tota operació de Déu en el govern o ordenament del món natural. Però la veritat és que tant allò que és natural com allò que és sobrenatural no són de cap manera diferents als ulls de Déu, sinó simples distincions que fem nosaltres al concebre les coses. Causar regularment el moviment del Sol (o de la Terra) és quelcom que anomenem natural; en canvi, aturar el seu moviment durant un dia ho jutgem sobrenatural. Però no és la segona d'aquestes coses l'efecte d'un poder més gran que el de la primera, i als ulls de Déu ambdues coses són tant naturals com sobrenaturals»].

miracle, n'étant pas explicable par les natures des corps. Car un corps libre s'écarte naturellement de la ligne courbe par la tangente. C'est ainsi que je soutiens, que l'attraction, proprement dite, des corps est une chose miraculeuse, ne pouvant être expliquée par leur nature»⁴³¹. Aquesta suposada claredat infinita, com es llegeix, no la poden negar ni els teòlegs ni els filòsofs, de manera que les tesis newtonianes han de quedar fora de la filosofia i de la teologia; allò que queda fora de la filosofia i la recta raó és niciesia, i allò que queda fora de la teologia no és altra cosa que heretgia. Tot i que la controvèrsia dura encara tota la resta de les cartes, tot analitzant-se alguns matisos i posant atenció en uns o altres aspectes d'aquestes tesis de partida, cap d'ambdues posicions tampoc es veurà alterada.

Unes últimes paraules al respecte: els partidaris de Leibniz, després de la seva mort, continuaran acusant els *Principia* o bé d'absurds o erronis o bé, aleshores, d'inevitablement miraculosos, i van entendre que la correspondència de Leibniz amb Clarke havia estat un cop dur al pensament de Newton. A l'altra banda, tanmateix, no només els seus acòlits sinó també Newton mateix van celebrar com a evident la victòria de Clarke sobre la metafísica de Leibniz. Com informa Whiston, conscient que ja al 1708 Leibniz havia patit un atac de cor, la brutal crueltat de Newton li va fer dir fins i tot, després de la mort del gran filòsof alemany, que el doctor Clarke «had broke Leibnitz's heart with his reply to him»⁴³². Tot i que Newton era un gran orador i un enorme administrador de les tècniques pròpies d'un debat, sempre va sentir-se molt cofoi d'haver promogut l'excel·lent defensa que Clarke havia fet de les seves tesis. Sempre agressiu amb la metafísica de Leibniz –i, com sabem, amb la pròpia persona de Leibniz–, Newton va considerar un èxit aquesta correspondència, i mai va abdicar de la seva idea d'un Déu que intervé directament en la consecució de l'equilibri que mostra la naturalesa: «While Leibniz and his cohorts were plaguing Newton for having posited a universe that was not perfect in itself and required God's intervention from time to time, Newton glorified those very interventions as the supreme acts of God's providential will. God had constantly intervened in the history of the physical world»⁴³³.

⁴³¹ G.W. LEIBNIZ, *Troisième écrit de Mr. Leibniz*, 25 de febrer de 1716, *ibidem.*, pp. 123-24. [«Els teòlegs no estaran pas d'acord amb la tesi que es proposa contra mi: que no hi ha diferència, amb relació a Déu, entre el que és natural i el que és sobrenatural. La majoria dels filòsofs ho aprovarien menys encara. Hi ha una diferència infinita, però pel que sembla vostès no ho han considerat massa bé. [...] Si Déu volgués fer que un cos lliure es mogués per l'èter donant tombos al voltant d'un centre fix sense que cap altra criatura actués sobre ell, jo dic que això no pot ser sinó un miracle, al no ser explicable per la naturalesa dels cossos, atès que un cos lliure se separa naturalment de la línia corba per la tangente. És per això que sostinc que l'atracció pròpiament dita dels cossos és una cosa miraculosa, puix que no pot ser explicada per la seva naturalesa»].

⁴³² I. NEWTON. Extret de W. WHISTON, *Historical Memoirs of the Life and Writings of Dr. Samuel Clarke*, p. 102, 1748. [«Amb la seva rèplica, li va fer esclatar el cor»].

⁴³³ F. E. MANUEL, *The religion of Isaac Newton*, p. 78, Oxford Clarendon Press, 1974. [«Mentre Leibniz i els seus exèrcits atacaven Newton per haver postulat un univers que no era perfecte en ell mateix i per requerir de quan en quan la intervenció de Déu, Newton glorificava aquestes múltiples intervencions com els actes suprems de la voluntat providencial de Déu. Déu havia intervingut constantment en tota la història del món físic»].

Capítol 8

DÉU POLIÈDRIC I GUSPIRES D'IMMANÈNCIA

Un univers regit sense excepcions per unes lleis naturals ben fixades va fer reeixir distintes concepcions religioses deistes que fins aleshores havien tingut poc protagonisme. S'amagava, doncs, rere el Déu que sentia Newton una emmascarada visió deista de la realitat? Una anàlisi d'aquesta qüestió ha de fer veure la vertadera complexitat del Newton religiós: un teista heterodox i fragmentari que va acabar flirtejant amb algunes imatges d'un panteisme inesperat i inconfessable.

§ 8.1 El món-màquina i el deisme

Seria ben absurd negar que l'intricat instrumental matemàtic que oferien els *Principia*, tan precís i, definitivament, tan ajustat a l'observació empírica, no hagués commogut realment tota la comunitat científica de l'època de Newton. Aquesta precisió i perfecció que s'hi respirava va consolidar de manera definitiva la visió del que s'ha conegut normalment com el «món-màquina», més enllà encara de les propostes galileiana o cartesiana: un món físic on cada unitat mínima de matèria estava subjugada a unes lleis insalvables i on cadascun dels esdeveniments que se'n derivaven podia explicar-se de manera exacta mitjançant equacions matemàtiques; un mecanisme perfecte on cadascuna de les parts de cada possible procés natural remetia a una causa que, si bé podia quedar oculta a la seva primera mirada, l'home podia fer-la aparèixer després dels pertinents esforços intel·lectuals. En definitiva: l'univers sencer era una màquina on cadascuna de les peces, inerts i mancades de vida o ànima, es concatenaven assolint un ordre còsmic invulnerable. «Newton's laws of motion and gravity seemed applicable to all objects, from the smallest particle in the laboratory to the farthest planet. [...] The perfection of mathematical law made a great impression on Newton's contemporaries. It suggested an image of the world as an intricate machine following immutable laws, with every detail precisely predictable. [...] Newton himself believed that the world-machine was designed by an intelligent Creator and expressed God's purposes»⁴³⁴.

Un «món-màquina» en el que desapareixien totes les propietats qualitatives associades a la subjectivitat humana i que deixava a l'objectivitat que representava la ciència només unes partícules massives en constant moviment en un espai absolut i lligades indefectiblement a les seves pròpies causes eficients, tot abandonant així definitivament la concepció de les causes finals. En paraules de Locke mateix: «By the

⁴³⁴ I. G. BARBOUR, *Religion and Science. Historical and Contemporary Issues*, p. 18, Harper Collins Publishers, 1997. [«Les lleis del moviment i de la gravetat de Newton semblaven aplicables a tots els objectes, des de la partícula més petita que hom pogués observar al laboratori fins al planeta més llunyà. [...] La perfecció de la llei matemàtica va causar una gran impressió en els contemporanis de Newton. La imatge del món que suggeria era la d'una intricada màquina que obeïa lleis immutables i en què cada detall es podia predir amb plena precisió. [...] Newton creia que el món-màquina havia estat dissenyat per un creador intel·ligent i que era reflex dels propòsits divins»].

figure, bulk, texture, and motion of these small and insensible corpuscles, all the phaenomena of bodies may be explained»⁴³⁵. Voltaire (1694-1778), tan influenciat pels *Principia* de Newton i pel propi Locke després del seu desterrament de Londres, ens diu: «Quand nous voyons une belle machine, nous disons qu'il y a un bon machiniste, et que ce machiniste a un excellent entendement. Le monde est assurément une machine admirable; donc il y a dans le monde une admirable intelligence, quelque part où elle soit»⁴³⁶. Comptat i debatut, doncs, els *Principia* significaven, almenys des del punt de vista d'alguns físics, una ferma victòria del *mecanicisme*, que, amb voluntat o sense, accentuava una visió del món materialista, i el que podria considerar-se pitjor, una visió paral·lela clarament determinista. I, com diem, era una ferma victòria perquè ara no es tractava d'un mecanicisme intuïtiu a les beceroles, com havia estat el cas de Galileu, ni tampoc d'un concebiment metafísic arrelat en la més pura especulació, com havia estat el cas de Descartes; no: ara es tractava d'una coincidència espectacular, la que unia per a sempre les matemàtiques amb el recte seguiment de cadascun dels processos físics. Hi ha un magnífic text d'Edwin A. Burtt, on queda molt nítida aquesta sentida «victòria»:

«Newton's authority was squarely behind that view of the cosmos which saw in man a puny irrelevant spectator of the vast mathematical system whose regular motions according to mechanical principles constituted the world of nature. [...] The world that people had thought themselves living in –a world rich with colour and sound, redolent with fragrance, filled with gladness, love and beauty, speaking everywhere of purposive harmony and creative ideals– was crowded now into minute corners in the brain of scattered organic beings. The really important world outside was a world hard, cold, colourless, silent, and dead; a world of quantity, a world of mathematically computable motions in mechanical regularity».⁴³⁷

L'èxit d'aquesta concepció del «món-màquina» arribarà més tard al seu extrem amb les concepcions ultramaterialistes d'homes com el metge i filòsof francès Julien Offray de la Mettrie (1709-1751) o Paul Henry Thiry, baró d'Holbach (1723-1789), qui, convençuts que el comportament de qualsevol entitat material podia i havia de ser explicada únicament des de les lleis físiques i des d'una estructura causal primordial, contemplaven el propi cos humà com un mecanisme reglat de peces inerts, que ben lubricades i encaixades, com aquell rellotge de Leibniz, eren capaces d'aconseguir els

⁴³⁵ J. LOCKE, *Elements of Natural Philosophy*, Cap. XII, extret de *The Works of John Locke*, Vol. II, p. 440, London, 1824. [«Tots els fenòmens dels cossos poden ser explicats mitjançant la seva figura, el volum, la textura i el moviment d'aquests petits i insensibles corpuscles»].

⁴³⁶ VOLTAIRE, *Dictionnaire philosophique. Athéisme*, extret de la *Collection des meilleurs ouvrages de la langue française*, Vol. II, p. 171, editat per M. BEUCHOT, Paris, 1829. [«Quan observem una màquina bella, diem que hi ha un bon maquinista, i que aquest maquinista posseeix un excel·lent enteniment. Sense dubte, el món és una màquina admirable, atès que en el món hi ha una admirable intel·ligència, estigui en el lloc que estigui»].

⁴³⁷ E. A. BURTT, *The Metaphysical Foundations of Modern Science*, p. 239, Humanities Press, New York, 1951. [«Pel pensament que començava a imposar-se, fou de la major importància que l'autoritat del gran Newton estigués directament al darrera de la cosmovisió que contemplava l'ésser humà com un minúscul i insignificant espectador de l'inabastable sistema matemàtic dels moviments del qual, regulars i subjectes a principis mecànics, constituïen el món natural. [...] El món on la gent havia cregut que vivia –un món ric en colors i sons, perfumat de fragàncies, curull d'alegria, amor i bellesa, un món que arreu donava mostres d'una harmonia amb sentit i d'uns ideals creatius- estava en realitat comprimit en petits raconets dels cervells d'éssers orgànics dispersos onsevilla. El món vertaderament important, el món raxior, era un món dur, fred, sense colors, silenciós i mort; un món de quantitats, de moviments matemàticament resolubles que transcorrien amb una regularitat mecànica»].

moviments i l'autonomia que veiem en ell, esdevenint en realitat, no pas una simbiosi de cos i ànima, sinó un microcosmos material que el converteix *de facto* en un «cos-màquina», el «cos-màquina» que, *strictu sensu*, és l'«home-màquina». Alguns passatges brillants d'aquest mecanicisme antropològic ens deixen vertaderament corpresos: «Mais puisque toutes les facultés de l'âme dépendent tellement de la propre organisation du cerveau et de tout le corps qu'elles ne sont visiblement que cette organisation même, voilà une machine bien éclairée!»⁴³⁸. Voltaire, de nou, també s'apunta a aquesta visió maquinall del cos, molt nítidament: «Tous les corps vivants sont composés de leviers, de poulies, qui agissent suivant les lois de la mécanique; de liqueurs que les lois de l'hydrostatique font perpétuellement circuler; et quand on songe que tous ces êtres ont du sentiment, qui n'a aucun rapport à leur organisation, on est accablé de surprise»⁴³⁹. O, just en el mateix sentit, si prenem paraules d'Holbach: «Plus nous réfléchissons & plus nous demeurerons convaincus que l'âme, bien loin de devoir être distinguée du corps, n'est que ce corps lui-même envisagé relativement à quelques-unes de ses fonctions»⁴⁴⁰. L'ésser humà, i el seu cos, doncs, no poden ser entesos sinó maquinallment: allò que posa en marxa un conjunt inert de peces materials que conformen els òrgans corporals i que, de manera harmònica, endega les seves activitats i funcions vitals seguint un ordre establert, no deriva pas d'un principi de moviment *extern* al propi cos com podria ser l'ànima, sinó que deriva, més aviat, de la *intrínseca* organització de les peces i de llur estructurada concatenació; sent així que l'ànima, entesa almenys com a dimensió mental, no és principi metafísic de la vivificació sinó una conseqüència interna ineludible de la complexa ordenació del mecanisme corporal. «Externalisme» i «internalisme» no són aquí idees supèrflues. Així com l'ordre vivífic que connecta tots els òrgans i que constitueix un cos humà pot explicar-se des de les relacions causals i concatenades que són internes i inherents al propi sistema mecànic, sense necessitat d'apel·lar a cap causa externa, d'igual manera l'ordre que compon el món, la naturalesa i l'univers sencer pot ser explicat des de les lleis que regeixen al rerefons de cadascun dels cossos i partícules i que estableixen les seves relacions i moviments, sense haver d'apel·lar a cap principi motriu extern. Tant de màquina té el cos humà com ho té l'univers sencer.

Aquesta concepció mecanicista pel que fa a la filosofia natural va dur de manera irremeiable al «deisme» en l'àmbit de la teologia natural. Encara que pressuposem que el món és una màquina i que tots els esdeveniments físics del món provenen d'una causa física que és la manifestació d'unes lleis immutables que regeixen sobre ell, cal encara preguntar-se *quin seria l'origen o la causa d'aquestes pròpies lleis*. En la mesura que les lleis són l'esquelet del món i que el món és en tant que aquestes lleis el permeten ser com és, l'origen de les lleis no pot ser intern al món mateix, atès que no hi hauria món abans que les lleis. El deisme, de forma genèrica, respon a aquesta

⁴³⁸ J. O. DE LA METTRIE, *L'homme machine*, p. 109, edició de Frédéric Henry, Paris, 1865. [«Però atès que totes les facultats de l'ànima depenen tan directament de la pròpia organització del cervell i de tot el cos fins al punt que no són visiblement res més que aquesta mateixa organització, vet aquí, doncs, quina màquina tan rutilant!»].

⁴³⁹ VOLTAIRE, *Dictionnaire philosophique. Athéisme*, extret de la *Collection des meilleurs ouvrages de la langue française*, Vol. II, p. 171, editat per M. BEUCHOT, Paris, 1829. [«Tots els cossos vius estan compostats d'alçaprens i de politges que segueixen les lleis de la mecànica; de líquids que les lleis de l'hidrostàtica fan circular perpètuament; i quan hom pensa que tots aquests éssers esdevenen sentiments que són aliens a llur estructura, hom es queda realment bocabadat»].

⁴⁴⁰ P. H. D'HOLBACH, *Système de la nature*, p. 118, edició de M. Mirabaud, London, 1775. [«Com més reflexionem més convençuts estarem que l'ànima, lluny d'haver de distingir-la del cos, no és sinó que aquest cos mateix considerant relativament algunes de les seves funcions»].

pregunta tot afirmant que ha d'haver-hi un Creador, en primer lloc, de les lleis i, després, de tota la matèria del món que haurà d'estar-hi subjecta. Dit així, doncs, és deïsta qui creu en l'existència d'un Creador primordial, sovint anomenat Déu, que, del no-res, «ex nihilo», crea el món i les lleis que el sostenen i, una vegada actualitzat aquest acte de creació, es desentén del funcionament del món, atès que el món-màquina posseeix, ja d'entrada pel poder del creador, tot allò que li és necessari per a perpetuar-se en el seu etern moviment. Puix que el poder i la saviesa del Creador és infal·lible, el món es mantindrà sempre més en un equilibri sempitern regit per les lleis de la naturalesa, i, és per aquest motiu, que Déu mai haurà de ser provident en la naturalesa ni es veurà obligat a intervenir-hi.

Ergo, en el deïsmo, Déu crea «ex nihilo» la totalitat, i el món-màquina funciona. La naturalesa, com un rellotge perfecte, segueix el seu curs segons les lleis decidides per Déu, i és la naturalesa, l'obra de Déu –«the God's work»-, la que pot dir-nos alguna cosa sobre els propis dissenys del Creador. Com que l'ésser humà, per a molts dels mecanicistes radicals, també és un cos-màquina, estarà subjecte irreversiblement a les lleis de la matèria i, per tant, la malaltia, el sofriment o la mort han de ser del tot inevitables en la mesura que aquests processos no són altra cosa que esdeveniments mecànics apareguts per les lleis de la causació física. Atès que no existeix cap mena d'intervenció divina ni providència en aquest perfecte funcionament preestablert, el deïsmo, generalment en totes les seves manifestacions, planteja principalment unes tesis que s'allunyen del teïsmo tradicional cristià: 1) rebutja clarament la noció de «miracle», en tant que per «miracle» s'ha d'entendre una intervenció que esquartera o interromp el perfecte funcionament natural establert, i per tant, pel deïsmo, no ocorren en la naturalesa fets que puguem titllar de «sobrenaturals»; si, per tercer cop, ara tornem a Voltaire, la biografia del deïsmo es va completant fil per randa: «Un miracle est la violation des lois mathématiques, divines, immuables, éternelles. Par ce seul exposé, un miracle est une contradiction dans les termes: une loi ne peut être à-la-fois immuable et violée. Mais une loi, leur dit-on, étant établie par Dieu même, ne peut-elle être suspendue par son auteur ? [...] Dieu, il a fait cette immense machine aussi bonne qu'il l'a pu: s'il a vu qu'il y aurait quelque imperfection résultante de la nature de la matière, il y a pourvu dès le commencement; ainsi il n'y changera jamais rien»⁴⁴¹; 2) considera ineficients, o absurdes, o irrelevantes, les pregàries o oracions que alguns éssers humans dirigeixen al Creador d'aquest món, en la mesura que mai tenen resposta: perquè si hi fos, la resposta hauria de considerar-se una intromissió de Déu en el desenvolupament preestablert per les lleis del món; 3) en el cas de molts deïstes radicals, en la mesura que l'ànima, com hem vist, no és altra cosa que la conseqüent consciència del cos-màquina en funcionament, es dona repetidament la negació de la immortalitat de l'ànima; 4) abjura també de totes les institucions eclesiàstiques humanes entenent que han estat construïdes a partir d'interessos merament humans i que no poden aportar res pel que fa a les qüestions de la divinitat, sinó que, dirigides per humans imperfectes com estan, més aviat només poden contribuir a accions també imperfectes. La succinta definició de «deïsmo» que dona Antonio Fernández-Rañada ens sembla ara més que suficient: «Se llama deísmo

⁴⁴¹ VOLTAIRE, *Dictionnaire philosophique. Athéisme*, extret de la *Collection des meilleurs ouvrages de la langue française*, Vol. VI, p. 206, editat per M. BEUCHOT, Paris, 1829. [«Un miracle és la violació de les lleis matemàtiques, divines, immutable i eternes. És per això que un miracle és una contradicció en els seus propis termes: una llei no pot ser a la vegada immutable i violada. Però una llei que ha estat establerta per Déu mateix, no podria ser suspesa pel seu autor? [...] Déu ha fet aquest immensa màquina tan perfecta com pot el seu poder; si hagués vist que hi hauria alguna imperfecció que resultés de la natura de la matèria, ho hauria previst des de l'inici; així que Déu mai canviarà res»].

a la creencia en un Dios sin atributos morales que, aunque sí ha creado el mundo, ni se ocupa luego de él ni interviene en los asuntos humanos [...] Los deístas no suelen creer en la inmortalidad del alma o, si lo hacen, rechazan la idea de la revelación»⁴⁴². La conseqüència resultant de la creença deïsta és un Déu silenciós, sord i mut, fred i deshumanitzat, allunyat dels problemes vitals humans i que, com a molt, observa frívol l'anar i venir del món.

«The Cosmic Designer, who started the world-machine and left it to run on its own, seemed impersonal and remote –not a God who cares for individuals and is actively related to human life or a Being to whom prayer would be appropriate. [...] In deism, God was a rational inference from the impersonal structures of nature, unrelated to personal experience. [...] The deists also attacked the institutional church; traditional Christianity was pictured as the enemy of the religion of reason. Miracles were rejected as primitive superstitions, and instances of cruelty and immorality in the biblical record were cited. Any creed, dogma, or ritual was suspect as out of keeping with the new temper».⁴⁴³

També Karen Armstrong, novament, ens informa amb molta clarividència dels pensaments que John Locke, molt proper al deïsm, havia expressat a la seva *A letter concerning toleration* (1689) al voltant del paper que havia jugat, jugava o havia de jugar l'Església davant del «descobriment» del Déu renovat que es derivava de la naturalesa ordenada i regulada de la que hom acabava de donar fe: «He was fully convinced that the natural world gave ample evidence for a Creator and that if reason were allowed to shine forth freely, everybody would discover the truth for himself. False and superstitious ideas had only crept into the world because priests had used cruel and tyrannical methods, such as the Inquisition, to force the people to accept their orthodoxy. For the sake of true religion, therefore, the state must tolerate all manner of beliefs, and must concern itself solely with the practical administration and government of the community. Church and state must be separate, and neither must interfere in the business of the other»⁴⁴⁴.

A la vista de molts teïstes cristians tradicionals, la concepció deïsta, que deixava solitari i incomunicat Déu eternament, els semblava, de fet, ateïsm. Tant en la seva versió més moderada: un Déu creador que abandona la seva obra a les seves lleis immutables i que no exerceix o aplica cap mena de providència, amb qui no hi ha cap

⁴⁴² A. FERNÁNDEZ-RAÑADA, *Los científicos y Dios*, p. 53-4, Ed. Trotta, Madrid, 2008.

⁴⁴³ I. G. BARBOUR, *Religion and Science. Historical and Contemporary Issues*, p. 37, Harper Collins Publishers, 1997. [«El dissenyador còsmic que un dia va posar en marxa la màquina del món i que després la va deixar funcionar per si mateixa resultava impersonal i llunyà: no era un Déu que es preocupés per cada persona i que mantingués una relació activa amb la vida humana, ni tampoc un ésser a qui resultés apropiat dirigir pregàries. [...] En el deïsm, Déu era el resultat d'una inferència racional a partir de les estructures impersonals de la naturalesa, sense cap mena de relació amb l'experiència de les persones. [...] Els deïstes també van atacar l'Església institucional: el cristianisme tradicional es representava com l'enemic de la religió de la raó. Negaven l'existència de miracles, que consideraven supersticions primitives, i citaven exemples de crueltat i immoralitat trets dels textos bíblics. Qualsevol credo, dogma o ritual era sospitós de no estar a l'alçada dels nous temps»].

⁴⁴⁴ K. ARMSTRONG, *The Battle for God*, p. 90, Random House Publishing Group, New York, 2001. [«Estava convençut del tot que el món natural donava ampla evidència de l'existència d'un Creador, i que, si es permetés que la raó indagés lliurement, tothom descobriria la veritat per si mateix. Les idees falses i supersticioses només havien estat introduïdes al món perquè els clergues havien emprat mètodes cruels i tirànics, com ara la Inquisició, per a obligar la gent a acceptar la seva ortodòxia. Per tant, pel bé de la verdadera religió, l'Estat havia de tolerar tota mena de creences i ocupar-se tan sols de l'administració pràctica i del govern de la comunitat. L'Església i l'Estat havien d'esdevenir entitats separades i ninguna d'elles havia d'intervenir en els afers de l'altra»].

possibilitat de diàleg ni hi ha possibilitat que es mostri o es reveli; com en la seva versió més radical, que hi afegeix la impossibilitat de la immortalitat de l'ànima, sent com és únicament una manifestació aparent del cos-màquina; tant en una com a l'altra versió, diem, el concepte de deisme els apareix, simplement, com una quimera o una noció absolutament buida de significat, a un nivell epistemològic, i buida de contingut a un nivell metafísic. El primer professor d'art poètica a Oxford, Joseph Trapp (1679-1747), de moderada volada, va identificar deisme i ateisme sense massa escrúpols en alguns dels seus poemes, entre ells: «But soft –we stand arrested in our course: / Objections here, of mighty weight, and force / Against these suppositious, fancy'd things / The bloated, or the meagre, *atheist* brings. / *Atheist* I stile him; for he's much the same; / Tho' chusing *deist's* somewhat milder name. / Speak then, dull infidel, thy inmost thought: / Death's nought, thou sayest, and after death is nought; / A future state, vile priestcraft's bugbear theme, / And all revealed religion is a dream»⁴⁴⁵. Tampoc el teòleg Daniel Waterland (1683-1740) no dubta en fer aquesta identificació entre deisme i ateisme d'una manera menys poètica, però més diàfana i, alhora, pretesament justificada:

«What *Atheism* chiefly aims at is, to sit loose from *present* restraints and *future* reckonings: and those two purposes may be competently served by *Deism*, which is but a more refined kind of *Atheism*. For when a man presumes to take God's business out of his hands, and under the name of *reason* prescribes both the *laws* and the *sanctions*, as his own fancy or inclination shall suggest; it is obvious to perceive, that God is as much excluded this way from being *Lord over us*, as if his existence were denied».⁴⁴⁶

Tradicionalment s'ha concedit que, a nivell històric, el deisme dels racionalistes va ser efectivament la primera pedra de l'ateisme modern. L'absoluta autonomia del món-màquina va relegar Déu, en un primer moment, a una posició que podríem anomenar merament «honorífica», en la mesura que la seva existència és irrellevant sobre el món i sobre els afers humans després de l'acte de creació; malgrat que se l'acceptava com a ser suprem, no era un Déu de la religió, sinó de la filosofia, puix que era un Déu deduït per la raó i, de cap manera, descobert per la seva providència o la seva revelació. El culte a aquest Déu havia de ser un culte interior i totalment desvinculat de qualsevol mena d'institució organitzada, com la cristiana, que, evidentment, no era representativa ni una ambaixada de Déu a la Terra. «Hay que suprimir no sólo al cristianismo sino todas las religiones positivas y sustituirlas por la religión natural, que se basa en la razón y en la naturaleza, desligada de cualquier

⁴⁴⁵ J. TRAPP, *The Four Last Things: Death, Judgment, Heaven, and Hell*, extret d' H. B. BONNER, *The Christian Hell from the first to the twentieth Century*, p. 76, Kessinger Publishing Co., USA, 2003. [«Però com qui no vol la cosa, aturem-nos en el nostre camí: / I posem traves, fortes, poderoses i de pes / A aquestes coses fantàstiques i quimèriques / Que l'ateu ufanós, o miserable, ens duu. / Ateu jo l'anomeno, puix que sempre és el mateix, / Malgrat que ell es triï el nom més suau de *deista*. / Trau, doncs, infidel deslluït, ton pensament més íntim: / Que res és la mort, dius, i res hi ha al seu darrera; / Que el més enllà només és el malson de la infame clerecia, / I que tota religió revelada és un somni.»].

⁴⁴⁶ D. WATERLAND, *Christianity vindicated against infidelity*, extret de *The works of the Rev. Daniel Waterland*, Vol. VIII, p. 42, editat per W. VAN MILDERT, Oxford at the University Press, 1843. [«Al que aspira sobretot l'ateisme és a deslligar-se de les restriccions *presentes* i de les aspiracions *futures*; i aquests dos propòsits també pot oferir-los amb garanties el *deisme*, que no és altra cosa sinó una més refinada mena d'ateisme. Perquè quan un home presume que sobre els afers de Déu res se'n pot dir i quan en nom de la *raó* prescriu tant les *lleis* com les *sancions* com suggeririen els seus supòsits o les seves inclinacions, s'aprecia aleshores amb claredat que d'aquesta manera no només exclou Déu de ser el *Senyor per sobre nostre*, sinó que, a més, actua com si negués la seva existència»].

misterio y sin ninguna revelación»⁴⁴⁷. En un segon moment, això va comportar que la necessitat d'un Déu «honorífic» esdevingués absolutament supèrflua, en la mesura que no exercia cap funció, ni a nivell cosmològic ni a nivell antropològic, i el resultat natural d'una aital concepció no podia ser un altre que l'eliminació d'aquesta figura innecessària, modelant-se així un buit en la transcendència i el consegüent ateisme. «Esta actitud terminó en ateísmo, porque esta religión natural no tuvo ningún éxito, y no se substituyó por otra, sino que en el siglo XIX se reemplazó por la misma autodivinización del hombre»⁴⁴⁸. KÜNG és un dels erudits que fa referència a la celebèrrima sentència de Laplace per donar fe de la irrellevància de la figura de Déu i de l'ateisme associat en els deutors del deisme: «Als schließlich Laplace, als 'Newton Frankreichs' Newton vervollständigend, in seiner *Himmelsmechanik* auch noch die Unregelmäßigkeiten in den Planetenbahnen (von Saturn und Jupiter) durch Eigenkorrekturen der Planeten zu erklären vermochte, zeigte sich der Rückgriff auf einen Weltenschöpfer und Weltenlenker auch von daher endgültig als unnötig. Mit Recht konnte Laplace bei der Übergabe seines ersten Bandes an Napoleon auf dessen Fragen nach Gott in dieser Schöpfung antworten: 'Sire, ich hatte diese Hypothese nicht nötig'»⁴⁴⁹.

Tanmateix, davant d'aquesta acusació d'ateisme, molts dels primers deistes –i uns quants dels posteriors– haurien protestat amb energia i, de fet, ho van fer: la seva gran majoria no es considerava, ni de lluny, un ateu. La diversitat de pensaments al respecte era tan àmplia, amb tot els seus matisos i particularitats, que hom ben pot assegurar que mai ha existit un deisme monolític, unitari o exclusiu; a la *Boyle Lecture* que va presentar l'any 1705 a la catedral de Sant Pau de Londres, el mateix Samuel Clarke de l'intercanvi epistolar amb Leibniz va identificar almenys quatre menes distintes de deisme que, segons el seu grau, s'apropaven més o menys al que hauria de ser la religió perfecta, és a dir, el teisme cristià tradicional. El *primer grup* inclouria a tots aquells deistes que creuen que Déu és un ésser etern, infinit, autònom i intel·ligent, Creador del món i de la matèria, però que no ha projectat a priori cap pla ordenat del món, deixant-lo a l'atzar en la seva evolució, en una mena de darwinisme còsmic, sense intervenir en absolut en el govern del món i sense observar ni tenir cura del que pugui passar-hi en ell; els qui participin d'aquesta opinió, diu Clarke, per molt que s'esforcin en diferenciar-se dels materialistes ateus epicuris, cauen irremeiablement en l'ateisme més pur: «But, if we examine things duly, this opinion must unavoidably terminate in absolute Atheism. [...] yet to fancy that God originally created a certain quantity of matter and motion, and left them to frame a world at adventures, without any determinate and particular view, design or direction; this can no way be defended consistently, but must of necessity recur to downright atheism»⁴⁵⁰. Bé podria dir-se que aquesta primera mena de deisme, un

⁴⁴⁷ E. FORMENT, *El problema de Dios en la metafísica*, p. 224, PPU, Barcelona, 1986.

⁴⁴⁸ *Ibidem.*, p. 224.

⁴⁴⁹ H. KÜNG, *Existiert Gott? Antwort auf die Gottesfrage der Neuzeit*, p. 117, R. Piper, 1978. [«Quan Laplace, 'el Newton de França', aconseguix, per fi, al seu tractat de *Mecànica celeste*, perfeccionant Newton, explicar les irregularitats de les òrbites planetàries (de Saturn i Júpiter) a base de les correccions dels propis planetes, el recurs d'un creador i un conductor del món resulta definitivament inútil. Quan Laplace li ofereix el seu primer volum, amb raó pot contestar a Napoleó, quan aquest li pregunta pel paper de Déu en la Creació: 'Senyor, no em va fer pas falta aquesta hipòtesi'»]. La veracitat d'aquesta resposta de Laplace a Napoleó poques vegades ha estat posada en dubte.

⁴⁵⁰ S. CLARKE, *A Discourse Concerning the Unchangeable Obligations of Natural Religion, and the Truth and Certainty of the Christian Revelation*, extret de *A Collection of Theological Tracts*, Vol. IV, p. 116, editat per R. WATSON, Londres, 1791. [«Però si examinem les coses degudament, veiem que aquesta opinió ha d'acabar inevitablement en un ateisme absolut. [...] Imaginar que Déu va crear

deisme absolutament bàsic, representa potser més del que la gran majoria de deistes estarien disposats a acceptar, en la mesura que no admetrien cap mena d'atzar en afers de la naturalesa, rebutjant aquest abandonament «at adventures, without any determinate and particular view, design or direction», sinó que, en canvi, defensarien una previsió dels esdeveniments fonamentada en la saviesa divina.

El *segon grup* de deistes, segons Clarke, seria aquell que hom podria considerar el moll de l'os del «deisme del disseny» pròpiament dit: la creença en un ser suprem, creador de l'univers i de tota la matèria que conté, que, evitant l'atzar, des d'un principi dissenya un pla establert infal·lible en el funcionament de la naturalesa: «[...] they believe, not only the being, but also the providence of God; that is, that every natural thing that is done in the world is produced by the power, appointed by the wisdom, and directed by the government of God»⁴⁵¹; però que, d'altra banda, no valora i es desentén de les accions morals dels homes: «Though, not allowing any difference between moral good and evil, they suppose that God takes no notice of the morally good or evil actions of men, these things depending, as they imagine, merely on the arbitrary constitution of human laws»⁴⁵². En la mesura que la naturalesa funciona per l'aplicació de la saviesa divina, Clarke considera que es pot considerar aquest Déu *provident* en afers naturals, però no en el sentit usual que intervingui en el món, de manera miraculosa, després d'haver-lo creat amb unes lleis immutables. Es tracta de la providència que més tard defensarà Leibniz en la seva mútua correspondència: Déu és provident en la mesura que el món funciona com ho fa i es manté en el temps per la simple voluntat de Déu. Per tots aquests trets, doncs, Clarke té clar que l'esmentada visió també ha de dur inexorablement a un «downright atheism», atès que «[...] their practice and behaviour is generally agreeable to that of the most openly professed atheists»⁴⁵³.

Els altres dos últims grups de la curiosa taxonomia de Clarke són més aviat un manual de les heterodòxies que no pas una ajustada descripció d'alguns possibles matisos deistes, almenys des de la visió del deisme que ja ha quedat establerta. Pertanyerien al *tercer dels grups* aquells «deistes» que, tot i creure en un ser suprem, creador de tota la matèria del món i dissenyador del seu perfecte funcionament – independentment de si hi ha providència en la naturalesa *a posteriori* d'haver estat creada-, i que, ben a diferència dels altres dos primers grups esmentats, tot i creure que Déu pren nota, observa i no es desentén de les accions morals humanes, cauen irremeiablement en l'heretgia i es veuen definitivament incapaços de defensar i d'acceptar la immortalitat de l'ànima humana:

«Another sort of deists there are, who, having right apprehensions concerning the natural attributes of God, and his all-governing providence, seem to have some notion of his moral perfections also. That is; as they believe him to be a being infinitely knowing, powerful, and wise; so they believe him to be also in some

originàriament certes quantitats de matèria i moviment i que les va abandonar a l'aventura sense cap mena de determinació i previsió particular, disseny o direcció, això és quelcom que no pot ser defensat amb consistència si no es fa, necessàriament, des de l'ateisme evident»].

⁴⁵¹ *Ibidem.*, p. 118. [«[...] Creuen no només en l'existència, sinó també en la providència de Déu, puix que, per a ells, tot el que passa en la naturalesa i el món prové del poder de Déu, és decidit per la seva saviesa i és dirigit pel seu govern»].

⁴⁵² *Ibidem.*, p. 118. [«Tanmateix, com que no accepten cap diferència entre el bé i el mal en termes de moralitat, suposen que Déu no pren nota de les bones o dolentes accions morals dels homes, entenent que aquestes coses depenen, pensen, de la simple i arbitrària constitució de les lleis humanes»].

⁴⁵³ *Ibidem.*, p. 119. [«[...] Els seus actes i el seu comportament estan d'acord, generalment, amb els que demostren els ateus més obertament professors»].

sense a being of infinite justice, goodness, and truth; and that he governs the universe by these perfections, and expects suitable obedience from all his rational creatures. But then, having a prejudice against the notion of the immortality of human souls, they believe that men perish entirely at death, and that one generation shall perpetually succeed another, without any thing remaining of men after their departure out of his life, and without any future restoration or renovation of things».⁴⁵⁴

Òbviament, aquesta tercera visió clarkiana també ha de desembocar, diu, en un flagrant ateisme: atès que no es reserva cap possibilitat de premi o de càstig després de la mort per la inexistència d'una vida ultramundana, les nocions humanes de bondat i de maldat manquen de tot sentit, puix que el que fa bona o dolenta una acció és que, a posteriori, pugui ser jutjada com a tal i, com a conseqüència d'aquest judici, pugui emetre's un veredicta sobre l'ànima que hagi comès aitals accions. Apel·la, doncs, a l'argument que no creure en la immortalitat de l'ànima duu irreversiblement a no creure en la justícia divina, i si Déu és un ser amoral –en la mesura que la justícia és garantia de moralitat- no hi ha possibilitat d'«ajustament» de cap mena, ni ha nivell moral ni natural. Per la qual cosa, Clarke considera que algú que s'inclouï en aquest tercer grup de «deistes» viu en realitat en un niu de contradiccions.

Resta per analitzar el quart i últim dels grups que Clarke ens proposa, que, diguem-ho d'entrada, no deixa de ser sorprenent. En aquest *últim grup*, Clarke hi inclou tots aquells que creuen en un Déu únic, etern, infinit, totpoderós, intel·ligent i savi, font de justícia, veritat i bondat, creador de tota la matèria del món i perfecte dissenyador del seu funcionament, i que *preserva* a través d'una «*continued all-wise providence*» –allunyant-se del deisme que fixa un Déu fred i impassible- i que té cura de les accions dels homes, de la seva moralitat, en vistes d'una vida futura i eterna; d'igual manera, els éssers humans deuen obediència a aquest creador de totes les coses i han d'esforçar-se a imitar els atributs de justícia, bondat i veritat amb què ell regeix el món. Dit així, i si hom llegeix tot el discurs sencer, no sembla que aparegui cap tret que pugui diferenciar aquest «deisme» del més vertader teisme; però aleshores afegeix que allò que en veritat els diferencia rau merament en una qüestió epistemològica: aquests suposats deistes no preveuen cap possibilitat de conèixer Déu a través de la revelació divina, sinó únicament i exclusiva a través de les seves obres naturals –«the God's works»-, obviant la fe i emfasitzant la racionalitat i la lògica: «But all this, the men we are now speaking of pretend to believe only so far, as it is discoverable by the light of nature alone, without believing any divine revelation»⁴⁵⁵. Tot i que reconeix que són pocs, o ningun, els qui redoblen aquests tambors, enuncia que els qui pertanyin a aquest quart grup són els únics que no estan condemnats a caure en l'ateisme; que són propers al reialme de Déu i que paga la pena dialogar amb ells per fer-los veure l'enraonament i la certesa de la pròpia

⁴⁵⁴ *Ibidem.*, pp. 120-1. [«Una altra mena de deistes són aquells qui, tenint una correcta percepció dels atributs naturals de Déu i de la seva absoluta providència, semblen tenir també alguna noció de les seves perfeccions morals. És a dir: com creuen que Déu és un ésser infinitament coneixedor, savi i poderós, també creuen que, en algun sentit, és un ésser d'infinita justícia, bondat i veritat, i que tot governant l'univers amb aquestes perfeccions, espera de les seves criatures racionals una obediència que s'hi adigui. Però ocorre que, tenint com tenen un prejudici contra la noció de la immortalitat de l'ànima humana, creuen que l'home desapareix completament després de la mort i que una generació haurà de succeir perpètuament l'altra sense que romanguï res dels homes després que hagin marxat d'aquesta vida, sense cap possibilitat d'una futura restauració o renovació de les coses»].

⁴⁵⁵ *Ibidem.*, p. 122. [«Però tot això, els homes de qui estem parlant ara, tan sols ho pretenen creure en la mesura que sigui possible de descobrir a la llum de la naturalesa, sense concedir cap creença a la revelació divina»].

revelació cristiana. Afirmar que són pocs perquè si realment accepten les primeres premisses sincerament és realment improbable que arribin a la conclusió que només per raó pura i estudi de la naturalesa es pugui assolir l'essència de Déu, quan en realitat, si donen per vàlides les premisses significa que no estan allunyats de la fe, i si no estan allunyats de la fe, no poden negar la revelació cristiana.

Es poden traure ara algunes conclusions d'aquest esforç de Clarke per classificar el grau de compromís respecte al teisme. Els quatre graus que allunyen un teòleg de la vertadera ortodòxia teista, de més a menys, són l'atzar en la realitat, el relativisme del bé i del mal, l'apostasia de la immortalitat de l'ànima i, per últim, l'abandonament del coneixement revelat. Clarke considera que aquells que preconitzen les tres tesis primeres no poden ser anomenats «deistes» pròpiament, sinó simplement «ateus»; es reserva el nom de «deista» per a aquells heterodoxes que marginen a un segon pla la veracitat de la paraula revelada. Així les coses, com que no pertanyeria a aquest quart grup, a Leibniz només se'l podria titllar d'ateu. Ell, Clarke mateix, no sembla voler encabir-se en cap d'aquests quatre grups, de manera que, si fos així, estaria acceptant la importància de la paraula revelada i s'etiquetaria, doncs, com un teista tradicional fidel a l'ortodòxia; en la mesura que Clarke sempre va actuar com a una mena de portaveu de Newton, estaria dient que Newton ha de ser considerat dins de la més estricta ortodòxia; per tant, els posteriors intercanvis epistolars entre Clarke-Newton i Leibniz han de ser entesos, des dels ulls de Clarke, com una conversa a distància entre un ortodox –o dos ortodoxos– i un ateu, respectivament. A més d'això, l'astúcia de Clarke és infinita: donat el cas que algú pugui considerar, potser alguna autoritat eclesiàstica, que els *Principia* pretenen ser un apropament a Déu sense fer cas de la paraula revelada, deixa clar que com a molt podrien ser acusats de deistes «molt propers al reialme de Déu», però que, de cap de les maneres, pot haver-hi en ells cap apropament pervers a l'ateisme.

Tot i la coincidència general sobre el significat del terme, la taxonomia de Clarke demostra també que el concepte de «deisme», ahir i avui, podia i pot entendre's amb certa nuvolositat, o certa ambigüïtat, si hom vol. James E. Force ens convida a aquest posicionament quan afirma que «'Deism' from the latin *Deus*, denotes belief in some form of deity. As with 'latitudinarism', the term 'deism' resolutely resists definitions both now and when it is first used. In England in the 17th and 18th centuries, the term applies to a range of people from un-Christian theists to anti-Christian theists. Paradoxically, many, if not all, 18th-century crusaders on behalf of the Christian revelation simply equate it with atheism despite its etymology»⁴⁵⁶.

§ 8.2 De si va haver-hi un Newton deista

Que els *Principia* promoguessin l'enfortiment de la visió del món-màquina ha dut a una idea relativament estesa, sovint fins i tot pressuposada, i que bé podem assegurar que és falsa: que Newton era un deista. És veritat, com s'acaba d'explicar, que la concepció de l'univers com a món-màquina va fer proliferar el pensament deista, però això no significa, ni molt menys, que Newton ho fos. Però també s'ha

⁴⁵⁶ J.E. FORCE, *Essays on the Context, Nature, and Influence of Isaac Newton's Theology*, p. 43, Kluwer Academic Publishers, 1990, Dordrecht. [«El 'deisme', del llatí *Deus*, denota una creença en alguna forma de deïtat. Com passa amb el terme 'latitudinarisme', 'deisme' es resisteix del tot a ser definit tant ara com quan fou emprat per primer cop. A l'Anglaterra dels segles disset i divuit, el terme s'aplicava a un marc de persones que anava des dels teistes no cristians als teistes anticristians. De forma paradoxal, molts dels soldats de la revelació cristiana al segle divuit, si no tots, simplement l'identificaven amb l'ateisme malgrat la seva etimologia»].

d'entendre que el fet que Newton no fos un deïsta no aboleix la idea que considerés l'univers com si realment fos una màquina. Newton vivia internament una lluita psicològica: mirava l'univers com una màquina però es negava a adoptar la posició deïsta, almenys com se la contempla actualment, o sigui, com abonada a la teoria del disseny perfecte que no necessita cap mena d'intervenció del rellotger perfecte. La resta d'accepcions de la taxonomia del deïsmes de Clarke no es poden cartenir, estrictament, com a tals.

És evident que, en la mesura que els càlculs de Newton li asseguraven que la gravitació hauria d'entrar teòricament en col·lapse en algun moment del temps tot rompent l'equilibri universal que s'observa, no podia acceptar una visió com la deïsta que contravenia les conclusions que s'extreien dels *Principia*. Segons els *Principia*, l'equilibri era impossible per si sol, i si, no gensmenys, s'observa *de facto* l'equilibri, només pot explicar-se per una intervenció divina que ressitua els cossos en la correcta ordenació per tal d'assegurar l'estabilitat. L'anàlitzada correspondència de Newton amb Bentley és una prova fefaent del rebuig de Newton per cap mena de posició deïsta. Els deïstes, en canvi i com sabem, entenien que l'equilibri era possible per si sol si com a premissa s'acceptava que Déu era plena intel·ligència i màxima expressió de la saviesa; saviesa que es trasllada a la natura en un món sense fissures i de perfecte funcionament. Després de tot el que s'ha dit fins ara, doncs, és obvi que la correspondència entre Clarke i Leibniz és la disputa entre un britànic newtonià que renega del deïsmes i un teòleg alemany que el valora inevitable. El britànic newtonià que renega del deïsmes té la sospita que el seu antagonista s'aboca a l'ateïsmes: «[...] ceux qui soutiennent que l'Univers n'a pas besoin que Dieu le dirige & le gouverne continuellement, avancent une doctrine qui tend à le bannir du monde»⁴⁵⁷; i el teòleg alemany té la impressió que el seu contrincant, per protegir amb tossuderia els *Principia*, és capaç de negar les obvietats més grans que ens aporta la teologia natural. Per a Clarke, hi ha indicis d'heretgia en Leibniz; per a Leibniz només hi ha en Clarke orgull anglosaxó, subterfugis i improvisacions vàries: «Je répondrai cette fois amplement, pour éclaircir les difficultés, & pour essayer si l'on est d'humeur à se payer de raison, & à donner des marques de l'amour de la vérité, ou si l'on ne fera que chicaner sans rien éclaircir»⁴⁵⁸.

Sent com són les coses, almenys en aquest punt, tan diàfanos, no és fàcil de comprendre que, sovint, s'identifiqui Newton amb alguna mena de model del deïsmes històric. Tant en articles de baixa volada i en veus poc rellevants com en publicacions serioses i en força veus autoritzades, alimentant sempre el rumor, podem trobar-hi habitualment la convicció d'un Newton deïsta, justificada sempre mitjançant la visió del seu món-màquina. Sembla que el poeta romàntic William Blake (1757-1827), a la seva coneguda obra *Europe, a Prophecy* (1794), ja interpreta aquest món-màquina com una «ventada» que va endur-se les grans virtuts de la religió; i inclou Newton entre els deïstes, tot i que mai ho digui de forma explícita: «A mighty spirit leap'd from the land of Albion, nam'd Newton: he siez'd the trump & blow'd the enormous blast! Yellow as leaves of autumn, the myriads of angelic hosts fell thro' the wintry

⁴⁵⁷ S. CLARKE, *Carta a Leibniz*, 26 de novembre de 1715, *Première réplique de Mr. Clarke*. Extreta de *Gothofredi Guillelmi Leibnitii Opera Omnia*, Vol. II, Part I, p. 113, Genevae apud fratres de Tournes, 1768. [«[...] Aquells que sostenen que l'univers no necessita d'un Déu que el dirigeixi i el governi contínuament, avancen una doctrina que tendeix a excloure'l del món»].

⁴⁵⁸ G.W. LEIBNIZ, *Cinquième écrit de Mr. Leibniz*, 18 d'agost de 1716. *Ibidem.*, p. 142. [«Aquest cop respondré més àmpliament per tal d'escatir les dificultats i tractar, si estem d'humor, d'atenir-nos a la raó i de donar senyals d'amor a la veritat, atès que, si no, no farem altra cosa que no sigui embolicar-nos sense esclarir res de res»].

skies seeking their graves, rattling their hollow bones in howling and lamentation»⁴⁵⁹. A aquesta ventada que va produir Newton, Blake, a l'inici del tercer capítol de la seva obra *Jerusalem*, hi suma també un al·legat contra el gran dimoni deïsta, tot i que Newton no hi surt anomenat explícitament: «Deism is the worship of the God of this world by the means of what you call natural religion and natural philosophy, and of natural morality or self-righteousness, the selfish virtues of the natural heart. This was the religion of the pharisees who murder'd Jesus. Deism is the same & ends in the same»⁴⁶⁰. Adscriu a aquest fariseisme a homes com Hume, Gibbon, Voltaire o Rousseau; però Paul J. Korshin creu que l'ànima de Blake també incloïa Newton: «The deists of history –Locke, Newton, Voltaire, Rousseau, Gibbon and their ilk- are the pharisees and hypocrites responsible for human suffering»⁴⁶¹.

Altres als nostres dies, com Suzanne Gieser, al·ludint a la negació que fa Newton de la Trinitat i també a la desvalorització de la figura de Crist, pretenen fer passar Newton per «proper al deisme»: «Newton seems to have been closer to the deists in his conception of God and had no time for the doctrine of the Trinity. The deists did not recognize the divine nature of Christ»⁴⁶². Altres, com Hans S. Plendl, àdhuc sembla eliminar el dubte i atribueix Newton la plena adhesió al deisme: «Newton expressed the same conception of the nature of atoms in his deistic view of the Universe»⁴⁶³. El reconegut professor de física de la Universitat de Houston Joseph L. McCauley, fins i tot nega que hom pugui considerar Newton, el deïsta, un autor cristià: «Newton, as a seventeenth century non-Christian deist, would have been susceptible to an accusation of heresy by either the Anglican Church or the Puritans»⁴⁶⁴. Gerald R. Cragg creu que Newton fou un «protodeïsta» que va posar les primeres pedres per a un futur deisme organitzat.⁴⁶⁵ John Redwood relaciona inevitablement tota la doctrina antitrinitària amb un suposat «newtonianisme» i el deisme.⁴⁶⁶ Tot i que hi ha qui no assevera amb rotunditat el deisme de Newton, l'introdueix amb cautela en el discurs tot promocionant-ne la possibilitat o bé eternitzant-ne el dubte: «El deísmo de Newton es, por tanto, físicamente operativo y no simplemente declarativo. Pero cabe preguntarse [...] si Newton era deïsta (creía en un Principio Absoluto impersonal) o era teïsta (creía en un Dios personal)»⁴⁶⁷. En canvi, multitud de publicacions, tant en paper escrit com a la xarxa digital, declaren sense cap mena de reserva el deisme de Newton. Serien, certament, in comptables.

⁴⁵⁹ W. BLAKE, *Complete Writings*, p. 243, The Nonesuch Press, London, 1957. [«Un immens esperit, brotat de la terra d'Albion, i Newton de nom, va bufar fort la trompeta i va causar una enorme ventada! Com les grogues fulles de la tardor, miríades d'hosts angèliques van caure cels glacials avall buscant les seves tombes, agitant els seus ossos balmats entre gemecs i lamentacions»].

⁴⁶⁰ *Ibidem.*, p. 682. [«El deisme és l'adoració del Déu d'aquest món pel que s'anomena religió natural i filosofia natural, a través de la moralitat natural o hipocresia, les virtuts egoïstes del cor natural. Així fou la religió dels fariseus que van matar Jesús. El deisme és el mateix i acaba sempre en el mateix»].

⁴⁶¹ P. J. KORSHIN, *Typologies in England, 1650-1820*, p. 351, Princeton University Press, 1982. [«Els deïstes històrics, com ara Locke, Newton, Voltaire, Rousseau, Gibbon i llur patuleia són els fariseus i hipòcrites responsables del sofriment humà»].

⁴⁶² S. GIESER, *The Innermost Kernel*, p. 181, Springer Verlag, Berlin, 2005. [«Sembla que, en la seva concepció de Déu, Newton va ser molt proper als deïstes, i no va perdre el temps en la doctrina de la Trinitat. Els deïstes no reconeixien la naturalesa divina de Crist»].

⁴⁶³ H. S. PLENDL, *Philosophical Problems of Modern Physics*, p. 361, Ed. Reidel, Dordrecht, 1982. [«Newton expressà la mateixa concepció de la natura dels àtoms en la seva visió deïsta de l'univers»].

⁴⁶⁴ J. L. MCCAULEY, *Classical Mechanics: Transformations, Flows, Integrable and Chaotic Dynamics*, p. 3, Cambridge University Press, 1997. [«Newton, com a deïsta no cristià del segle dissetè, hauria estat susceptible d'acusació d'heretgia tant per l'Església Anglicana com pels Puritans»].

⁴⁶⁵ G. R. CRAGG, *Reason and Authority in the eighteenth Century*, Cambridge University Press, 1964.

⁴⁶⁶ J. REDWOOD, *Reason, Ridicule and Religion*, p. 169, Harvard University Press, 1976.

⁴⁶⁷ J. L. SAN MIGUEL DE PABLOS, *Filosofia de la naturaleza*, p. 151, Ed. Kairós, Barcelona, 2009.

Entre els que volen veure Isaac Newton com un deïsta sobresurt l'emblemàtica i erudita figura del seu biògraf Richard Westfall, que afirma que el manuscrit mai publicat de Newton *Theologiae gentilis origines philosophicae* –Yahuda Coll. Ms. 16, que Westfall mateix data al voltant de 1683- és essencial per tal de poder defensar aquest posicionament. Malgrat que Westfall reconeix que Newton mai va pertànyer al grup de deïstes que posseïen un «esperit essencialment negatiu», és a dir, als deïstes posteriors que defenien a ultrança el fred rellotger, assereix que és indubtable que havia arribat a posicions molt properes a les seves: «Their essentially negative spirit did not belong to Newton. His hatred of the corruptions of religion flowed directly from a profound adoration of the living God that suffused his entire life. One looks in vain for a similar sense of worship among the deists. Nevertheless, for all the difference in ultimate outlook, Newton arrived at conclusions remarkably similar to theirs»⁴⁶⁸. Els arguments en què es basa aquesta afirmació i que Westfall acaba exposant en el seu assaig *Isaac Newton's Theologiae gentilis origines philosophicae*, són abstrusos i difícils de digerir: partint de la idea que la religió comparada ens demostra que la Bíblia no seria altra cosa que, primer, una última complexa transposició dels principis de la teologia monoteïsta egípcia –de caràcter racional degut a les observacions astronòmiques que indicaven un naixent heliocentrisme i que va donar lloc a un seguit de símbols jeroglífics i a un seguit de rituals- i, segon, de la religió pagana antiga d'herois i semidéus –basada a la vegada en la figura de Noè i els seus descendents, lloats com a Déus i després identificats amb distints cossos celestes- pot intuir-se llavors, diu Westfall, que Newton no donaria a la Bíblia cap valor cognoscitiu del veritable Déu creador dels cels i que, al contrari, tan sols hauria aportat «superstició» i «misteri»; en contraposició a això, entén Westfall, Newton recuperaria un camí racional cap a Déu a través de la naturalesa fins al punt de convertir-se en un deïsta d'amagatotis aplanant el camí del conegut i reconegut deïsta Matthew Tindal⁴⁶⁹ (1657-1733).

Vistes totes aquestes consideracions, malgrat tot, per molt que els *Principia* reforcessin la visió del món-màquina, l'assignació d'una actitud deïsta a Newton ens sembla absolutament inassumible. És cert que si hom cerca, recerca de nou i s'hi torna a esforçar, poden trobar-se passatges, ben pocs en proporció a l'envergadura de tota l'obra «esotèrica» no publicada de Newton, que, interpretats a la seva manera, poden deixar traslluir cert apropament al deïsmes. No podem considerar aquests líquids passatges cap prova de cap deïsmes newtonià, no només per la seva rebuscada especificitat, sinó perquè tota la perllongada trajectòria intel·lectual de Newton mai va ser del tot monolítica, cosa que permet entendre incursions –o millor dit: indicis

⁴⁶⁸ R. WESTFALL, *Isaac Newton's Theologiae gentilis origines philosophicae*, extret de *The Secular Mind: transformations of faith in modern Europe*, p. 31, ed. Franklin Le van Baumer & W. Warren Wagar, Holmes & Meier, 1982. [«No pertanyia a Newton el seu esperit essencialment negatiu. El seu odi a les corrupcions de la religió brollaven directament d'una profunda adoració del Déu vivent que va professar tota la seva vida. És impossible de trobar aquesta mena d'adoració entre els deïstes. No obstant això, si ens atenim al seu punt de vista essencial, Newton va arribar a conclusions que eren extraordinàriament properes a les seves»].

⁴⁶⁹ L'obra de Matthew Tindal *Christianity as Old as the Creation* (1730) va esdevenir el gran llibre de referència de tot el deïsmes de principis del segle XVIII. E. G. WARING constata que el llibre «[...] became, very soon after its publication, the focal centre of the deist controversy. Because almost every argument, quotation, and issue raised for decades can be found here, the work is often termed 'the deist's Bible'», *Deism and Natural Religion*, p. 107, F. Ungar Pub Co., 1967. [«[...] va esdevenir, poc després de la seva publicació, el centre focal de tota la controvèrsia deïsta. Atès que s'hi poden trobar gairebé tots els arguments, cites i qüestions que havien aparegut durant dècades, sovint s'ha considerat aquesta obra com la 'Bíblia dels deïstes'»]. Basat en els principis empiristes de Locke i en la fortalesa de la raó humana, Tindal rebutja els coneixements bíblics i qualsevulla altra font de revelació.

d'inclusions- estranyes o poc coherents amb el missatge principal o troncal, repetit fins a la sacietat, de l'obra teològica de Newton. Qui sap si sir Isaac va tenir cap mena de palpitació deïsta mentre escrivia els *Principia*; però la satisfacció i la joia interna que havia despertat en ell la defensa de Clarke davant de les paraules emmetzinades de Leibniz durant llur correspondència no donen cap motiu per pensar en un deïsm de Newton, sinó, òbviament en tot el contrari. La benvolença i l'agraïment de Newton envers Clarke, en un afer tan públicament conegut i celebrat, i lliurat al 1716, quan el geni ja havia solidificat sensacions, són més fiables que algunes obscures deduccions, en tot cas interessants, que puguin basar-se en escrits anteriors o molt anteriors als *Principia*, quan Newton surava en tota una mar d'idees diverses i incertes. D'altra banda, que Newton es fes passar per antideïsta només amb l'objectiu de menysprear i destruir les idees de Leibniz, donada la seva mútua antipatia i com alguns semblen suggerir, tampoc ens sembla un argument de pes.

L'anterior correspondència amb Bentley, datada dels anys 1692 i 1693, tampoc suggereix, ni d'a prop, cap tipus de deïsm, sinó també tot el seu contrari, per molt sospitosa i dirigida que pugui ser-ne la seva lectura. Donada l'ocasió majestuosa i rellevant en què s'emmarca aquest intercanvi epistolar, les divulgades *Boyle Lectures*, cal prendre els arguments i afirmacions que s'hi inclouen amb més seriositat que les que es puguin deduir amb força dificultats de tots els pocs passatges esotèrics pseudodeïstes que hom vulgui trobar amb lupa a l'obra de Newton. Estem plenament d'acord amb l'anàlisi de Manuel quan afirma que tant Newton com aquests dos acòlits seus, Clarke i Bentley, no només van rebutjar sempre sense fissures qualsevol interpretació deïsta dels *Principia*, sinó que van dur a terme una croada contra tota mena de teologia deïsta, llavor de blasfèmia, i contra tots els que van acabar apropant-s'hi convertint-se, al seu parer, en els últims corruptors de la vertadera religió: «Newton and his spokesmen Richard Bentley and Samuel Clarke were explicit in distinguishing their views on Christ and revealed religion from the growing fashion of deism. Christ was the Messiah and the son of God; and after the resurrection, it was Christ who would prepare heavenly mansions for the elect in a remote part of the universe»⁴⁷⁰. Malgrat això, a les planes que segueixen a aquest passatge, Manuel s'esforça en fer veure que Newton mai va acceptar aquest paper predominant de Crist, allunyat de l'ortodòxia com estava; però és probable que acceptés a desgrat aquesta concessió teològica –que, d'altra banda, tampoc gosava a contradir en públic– convençut que la tasca dels seus escuders li convenia més que no pas amonestar-los.

Tampoc trobem espurnes deïstes a l'Escoli General de l'any 1713, que pot ser ponderat com la seva declaració teològica oficial. Al quart paràgraf trobem un llistat d'atributs als que els deïstes no renunciarien: «Aeternus est & infinitus, omnipotens, & omnisciens, id est, durat ab aeterno in aeternum, & adest ab infinito in infinitum: omnia regit; & omnia cognoscit, quae fiunt aut fieri possunt»⁴⁷¹; però una declaració generalista com aquesta ve precedida d'un advertiment que ja havíem citat: «Deus summus est ens aeternum, infinitum, absolute perfectum: *sed ens utcunque perfectum sine dominio non est dominus deus*» (vegi's VI.2). Es tracta d'una velada

⁴⁷⁰ F. E. MANUEL, *The religion of Isaac Newton*, p. 61, Oxford Clarendon Press, 1974. [«Newton i els seus portaveus Bentley i Clarke eren explícits a l'hora de distingir els seus punts de vista sobre Crist i la religió revelada de la moda creixent en què es va convertir el deïsm. Crist era el Messies i el fill de Déu; i després de la resurrecció, seria Crist qui, en alguna remota part de l'Univers, prepararia les mansions celestials que pertocarien als elegits»].

⁴⁷¹ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica, Scholium generale*, p. 528. [«És etern i infinit, omnipotent i omniscient, és a dir, dura des de l'eternitat fins a l'eternitat i està present des del principi fins a l'infinit: tot ho regeix; tot ho coneix, el que succeeix i el que pot succeir»].

reprimenda a l'esperit deista: un ser etern, infinit, omnipotent i omniscient que no exerceixi un domini pràctic, fàctic i senyorial sobre el món, clarament provident, no pot considerar-se realment Déu, de manera que es dedueix que una visió deista no pot sinó allunyar-nos de la fe i endinsar-nos en l'ateisme. Un primer avís que després no dubta en reforçar per tal que no en quedi cap escletxa: «Deus sine dominio, providentia, & causis finalibus nihil aliud est quam fatum & natura» (vegi's també VI.2). Si a Déu li restem la seva providència, no queda cap cosa més sinó la naturalesa cega i el seu propi determinisme. És la declaració «oficial» de Newton més preclara de la seva plena oposició al deisme que ventava de tot arreu.

Així doncs, la tríade més significativa de documents teològics de Newton o d'algun dels seus escuders a nivell públic no només no recolza, ni de bon tros, cap mena de postura deista, sinó que s'afanya a menysprear-la i, fins i tot, a rebaixar-la a algun tipus d'ateisme encobert. Pot retraure's que, precisament perquè aquests textos tenen un caràcter públicament massa oficial, Newton va procurar allistar-se a posta a certa ortodòxia i evitar d'aquesta manera qualsevol acusació d'heterodòxia o, fins i tot, d'ateisme; però que, rere aquesta prudència poruga, s'hi covaria un Newton que, malgrat infligir-se potser cert sentiment de culpabilitat, s'inclinaria pesarós cap a posicions deistes que les hauria expressat en pocs documents privats que no haurien de veure la llum. Aquest argument ens sembla tediós i carregat d'una tendència llicenciosa a voler fer grans descobriments en terres mil cops explorades, amb abusos psicoanalítics que, al capdavant, resulten ben intempestius. D'una banda, l'Anglaterra de Newton gairebé produïa i oferia més heterodoxos que ortodoxos, fins al punt que les heterodòxies o bé passaven desapercebudes o bé, si no en passaven, només podien ser causa d'alguna amonestació relativament poc rellevant. D'altra banda, si hom acceptés aquestes sospites, tota la història intel·lectual de totes les obres publicades de tots els pensadors de tots els temps haurien de ser posades en quarantena. La única concessió acceptable és la d'un jove Newton que, a les palpentes ara aquí i ara allà, topés amb alguna idea que, àdhuc sense ser-ne massa conscient, s'apropés als propòsits deistes; i que, amb el temps, restés en l'oblit al seu propi cap.

Al nostre parer, doncs, són més oportunes una gran quantitat de manifestacions documentades que recolzen amb més o menys vehemència l'antideisme de Newton. Voltaire, tot i les seves clares inclinacions deistes, no escatima esforços en deixar constància de l'antideisme del seu admirat amic Newton: «Newton étoit intimement persuadé de l'existence d'un Dieu, & il entendoit par ce mot, non seulement un Être infini, tout-puissant, éternel & Créateur, mais un Maître qui a mis une relation entre lui & ses créatures; car sans cette relation, la connaissance d'un Dieu n'est qu'une idée stérile qui laisse le genre humain sans morale, & sans vertu»⁴⁷². Apel·lant a aquesta clara declaració, sense negar, no obstant això, la dificultat de comprendre a fons els pensaments religiosos de Newton, Manuel assereix convençut que «[...] in comprehending Newton's religious expressions over the years –and many of them were not philosophically felicitous- some things can be asserted: he never upheld a simple mechanistic view of the universe, nor was he a partisan of plain deistic natural religion»⁴⁷³. Malgrat l'existència d'algunes veus ortodoxes dins de l'entrellat teològic

⁴⁷² VOLTAIRE, *La métaphysique d'Isaac Neuton*, inclosa a *Éléments de la philosophie de Neuton*, p. 5, Londres, 1746. [«Newton estava íntimament persuadit de l'existència d'un Déu, i amb aquesta paraula no només entenia un ésser infinit, totpoderós, etern i creador, sinó també un amo que ha establert una relació entre ell i les seves criatures; doncs, sense aquesta relació, el coneixement de Déu no és res més que una idea estèril que deixa l'ésser humà sense moralitat ni virtut»].

⁴⁷³ F. E. MANUEL, *A Portrait of Isaac Newton*, p. 124, Da Capo Press, 1968. [«A l'hora de comprendre les manifestacions religioses de Newton al llarg dels anys –i molts d'ells no foren pas filosòficament

de l'Anglaterra anglicana que podien assenyalar Newton i la seva pròpia obra com a sospitosos de simpatitzar amb el deisme, hi havia qui, amb honestedat, no queia en la temptació d'evitar els matisos i sabia diferenciar bé l'acusació de la realitat.

Paul Hartal afirma que «Newton was not a deist. For him the God of the Bible was real. For his part God was not a divine watchmaker who wound up the cosmic machine of the universe but the omniscient and benevolent supervisor of his own creation»⁴⁷⁴. En efecte, per a la partida deïsta, Déu no pot considerar-se cap mena de «supervisor» si és perfecte en la seva essència: només supervisa qui és conscient de possibles disfuncions en la seva obra. A més, l'actitud deïsta no se sent còmoda amb el concepte de «benvolença» divina: atès que el món-màquina perfecte no ha de menester cap intervenció reparatòria, els esdeveniments del món queden de fet determinats des del mateix principi, i tot el que passa en ell és plenament inevitable; en conseqüència, sense negar la bondat suprema de Déu en la seva essència, no es veu la manera que la «benvolença» divina s'immisceixi en el funcionament del món. Com que renunciar a l'esmentada «benvolença» de Déu és un preu massa elevat que s'ha de pagar en l'exercici deïsta, Leibniz la va situar en el context de la seva «harmonia preestablerta» tot dient que el rellotger diví havia creat el *millor* dels móns possibles. No és irrellevant, doncs, que Hartal posi el dit a la llaga afirmant que per a Newton, com a bon antideïsta, Déu és un «supervisor benvolent» sobre la seva pròpia creació.

El fred Déu dels deïstes, com ja s'ha dit, és un Déu de la raó i de la filosofia, no pas de la fe ni de la revelació. És un «Déu de la filosofia» en el sentit que esdevé una necessitat de la lògica deductiva i, per tant, es converteix en un concepte metafísic que no ofereix cap calidesa religiosa ni aporta cap indicatiu de consol. Plenament conscients que hom ha de salvar les diferències teòriques existents, el Déu deïsta és tan fred com aquells Déus epicuris allunyats i dispersos en un inabastable univers, indiferents als afers humans i amb qui no hi ha opció de comunicació en cap d'ambdós sentits. Newton no encarna, ni d'a prop, una teologia d'aquesta índole. A aquest respecte, no podem ignorar de cap manera el testimoni de l'autoritat de Koyré, que és, com de costum, al·lisonadora:

«Le Dieu de Newton n'est pas simplement un Dieu 'philosophique', la cause première impersonnelle et indifférente des aristotéliens, ni le Dieu de Descartes ou de Leibniz qui sont –aux yeux de Newton– des dieux complètement indifférents et absents du monde. Son Dieu est –ou du moins Newton le veut telle Dieu de la Bible, le maître effectif et le souverain du monde créé par lui».⁴⁷⁵

El reverend Pfizenmaier de l'Església presbiteriana de Chesterfield, Missouri, en un article de l'abril de 2005, associat a la revista *First Things*, assegura que hom ha de començar a desmuntar a nivell global el mite de les creences deïstes de Newton. Desencantat per la interpretació deïsta de Newton que el teòleg i cardenal jesuïta Avery Dulles (1918-2008) fa al seu article *The Deist Minimum* a la mateixa revista al

feliços- poden confirmar-se algunes coses: mai no va sostenir un simple punt de vista mecanicista de l'univers ni mai va esdevenir defensor de la mera religió natural deïsta»].

⁴⁷⁴ P. HARTAL, *The Brush and the Compass: the Interface Dynamics of Art and Science*, p. 16, edited by University Press of America, 1988. [«Newton no va ser un deïsta. Per a ell, el Déu de la Bíblia era real. Segons ell, Déu no era un rellotger diví que enllestís la màquina còsmica de l'univers sinó el supervisor omniscient i benvolent de la seva pròpia creació»].

⁴⁷⁵ A. KOYRÉ, *Du monde clos à l'univers infini*, p. 270, Gallimard, 1973. [«El Déu de Newton no és un Déu simplement 'filosòfic', la causa primera impersonal i indiferent dels aristotèlics, ni el Déu cartesià o el de Leibniz, que són –als ulls de Newton– Déus completament indiferents i absents del món. El Déu de Newton és –o almenys així el vol Newton– el Déu de la Bíblia, el Senyor que és causa de tots els efectes i el sobirà del món creat per ell mateix»].

gener de 2005, Pfitzenmaier afirma sense rodejos: «He leaves the impression that Newton was a deist, or nearly so. This represents an earlier scholarly consensus that should now be abandoned. Not only was Newton not a deist; he believed deism heretical and harmful. For this reason he was instrumental in the formulation of the *Boyle Lectures*, whose avowed purpose was “to prove the truth of the Christian religion against infidels”. The infidels *du jour* were the atheists and deists»⁴⁷⁶.

Que Newton rebutgés el trinitarisme o que jutgés la figura de Crist com a no consubstancial ni coeterna a Déu no demostra en ell cap inclinació deista, com molts volien confondre a la seva època i com molts d'altres han mantingut després per la inèrcia acadèmica. Force declara obertament: «Because Newton differs radically from most other Christian apologists [...] in his understanding of scripture is no reason to argue either that Christianity is false or that Newton is a deist. The very multiplicity and variety of ways of understanding the revelation ought not to count against the theoretical possibility that one of these interpretations, perhaps even Newton's heterodox one, is true»⁴⁷⁷. I no dubta en afegir que «while Newton does in fact arrive at a conclusion about the nature of God which one may argue is roughly similar to some particular forms of deism, his means of getting to that conclusion make him a 'different Christian' rather than a true deist»⁴⁷⁸. També l'historiador i estudiós de la ciència Derek Gjertsen participa activament d'aquesta desmitificació d'un suposat deisme newtonià, argumentant-ho ara des de la seva coneguda obsessió profètica:

«Wishing to stress the supreme role of reason in matters of religion, Deists tended to dismiss as naive, arguments from revelation and prophecy. It would thus be misleading to describe Newton as a Deist. He certainly accepted part of the Deist case that God's existence could be seen in the operations of Nature. His frequent insistence, however, of the vital role played by divine prophecy in religion conflicts strongly with the main Deistic programme».⁴⁷⁹

Al mes de maig de 1992, Paul Feyerabend (1924-1994), una de les veus més autoritzades en filosofia de la ciència, va impartir tota una sèrie de lectures a la Universitat de Trento, en les que negava rotundament que Newton hagués concebut mai la figura de Déu com un principi abstracte similar al que pregonaven els deistes i incidia especialment en una concepció més personal, comunicativa i intervencionista:

⁴⁷⁶ TH. C. PFITZENMAIER, *Newton's God*, First Things, Abril, 2005. [«Vol donar la impressió que Newton fou un deista, o quelcom així. Això representa un antic consens erudit que ja ha de ser abandonat. Newton no només no era un deista sinó que creia que el deisme era herètic i nociu. Per aquesta raó va implicar-se en la fórmula de les *Boyle Lectures*, el clar propòsit de les quals era “provar la veritat de la religió cristiana contra els infidels”. En aquell moment, els infidels eren els ateus i els deistes»].

⁴⁷⁷ J.E. FORCE, *Essays on the Context, Nature, and Influence of Isaac Newton's Theology*, p. 62, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1990. [«Que Newton difereixi radicalment de la majoria dels altres apòlogistes cristians [...] en la seva comprensió de les Escriptures no és raó suficient per esgrimir que el cristianisme és fals o que Newton sigui un deista. La gran multiplicitat i varietat de camins per a comprendre la revelació no hauria de jugar en contra de la possibilitat teòrica que un d'aquests camins fos vertader, potser fins i tot el camí heterodox de Newton»].

⁴⁷⁸ *Ibidem.*, p. 62. [«Encara que Newton arribi de fet a una conclusió sobre la naturalesa de Déu que algú pot argüir que és més o menys similar a algunes formes particulars de deisme, els mitjans que emprà per arribar a aquesta conclusió el fan més aviat un 'cristià diferent' que no un autèntic deista»].

⁴⁷⁹ D. GJERTSEN, *The Newton Handbook*, pp. 155-6, Routledge & Kegan Paul Inc., 1986. [«Amb el desig d'accentuar el paper suprem de la raó en qüestions de religió, els deistes tendien a rebutjar, per ingenus, els arguments de la revelació i de les profecies. Seria, doncs, un error titllar Newton de deista. És cert que va acceptar la part del projecte deista que entenia que l'existència de Déu podria reflectir-se en les operacions de la naturalesa. Tanmateix, la seva freqüent insistència en el rol vital que juguen les profecies divines en la religió entra del tot en conflicte amb els principis del programa deista»].

«God, Newton believed, was not just an abstract principle. He was a person; he was concerned about his creatures and his interventions showed this concern. At any rate, there was a clash between the facts and Newton's law of gravitation used without additional assumptions. Did those who believed in 'inexorable laws' give up? They did not. Leibniz ridiculed Newton's god for being an incompetent universe-maker»⁴⁸⁰. També la doctora Michaela Boenke, en la vuitena conferència –«Gott und Kosmos»– del seu cicle *Geschichte der Philosophie II* (München, 2002) consolida l'antideisme de Newton procurant accentuar l'absoluta *necessitat* –«Notwendigkeit»– de la presència –«Präsenz»– i de la providència –«Wirken»– divines: «Planetenbahnen werden durch wechselseitige Gravitation gestört [...]. Aufgrund dieser Voraussetzungen entwarf er eine Verfallsvision, gemäß derer Bewegungsverlust und Unordnung sich im Lauf der Zeit vergrößern werden. Gottes *Präsenz* und *Wirken* in der Welt ist bei Newton folglich nicht nur eine theologische, sondern auch eine naturtheoretische, eine kosmologisch-physikalische *Notwendigkeit*»⁴⁸¹.

§ 8.3 De si va haver-hi un Newton teista

Si Newton no només mai no va ser un deista sinó que, com diu Pfizenmaier, va condemnar el deisme com a «herètic» i «nociu», cal preguntar-se aleshores si hom pot adscriure-li a sir Isaac alguna altra determinada etiqueta teològica: respondre a la pregunta de «què va ser Newton» a nivell religiós ha mantingut a molts enjòlit durant segles. Per a la major part dels seus contemporanis i per a la immensa majoria d'estudiosos posteriors que, amb el lloable afany de ser precisos, han rebutjat veure com a deista tot el seu ingent corpus religiós, Newton, malgrat els seus titubejos contradictoris, va ser i ha estat considerat habitualment com a «teista». Es poden trobar in comptables definicions del que pugui ser el «teisme». En un sentit molt ampli es comprèn per «teisme» la creença bàsica que existeix almenys un Déu –i, d'aquesta manera, s'entendria com a oposat a l'ateisme; però no és en aquest sentit ampli –que, lògicament inclouria també al deisme– que ni nosaltres en parlarem ni tampoc s'empra usualment; sinó que ho farem en el sentit específic habitual que concep el teisme com la creença en un Déu creador del món i de l'estirp humana que transcendeix aquestes seves creacions. Barbour entén el concepte com «the view that God is a personal and purposeful eternal being transcending the world but also immanent in it»⁴⁸²; Antonio Fernández-Rañada ho defineix com aquella creença on

⁴⁸⁰ P. FEYERABEND, *The Tyranny of Science*, p. 41, Polity Press, 2011. Aquesta publicació pòstuma és una traducció a l'anglès de *Ambigüitat e armonia: lezione trentine* (1996), editada també després de la mort de l'autor per Francesca Castellani, (Ed. Laterza, Roma-Bari) com a transcripció de les lliçons impartides per Feyerabend a Trento. [«Newton pensava que Déu no era, precisament, un principi abstracte. Era una persona, implicada amb les seves criatures i que les seves intervencions eren mostra d'aquesta implicació. Al cap i a la fi, hi havia un desacord entre els fets i la llei de gravitació de Newton si se l'emprava sense cap altra assumpció addicional. Feren la vista grossa tots aquells que creien en 'lleis inexorables'? No, no ho van fer. Leibniz va ridiculitzar el Déu de Newton per ser una mena de creador incompetent de l'univers»].

⁴⁸¹ M. BOENKE, *Vorlesung: Geschichte der Philosophie II*, 14 de juny de 2002, Ludwig-Maximilians-Universität München; www-Redaktion: Helga Pirner-Pareschi. «[Les òrbites planetàries són alterades per la canviant acció gravitatòria [...]. Hagut compte d' aquests supòsits, [Newton] projecta una visió de col·lapse, fruit del desordre i de la disminució del moviment que aniran augmentant a mesura que passi el temps. En Newton, la *presència* i la *providència* de Déu sobre el món no només són una *necessitat* teològica, sinó també de la teoria natural física i cosmològica»].

⁴⁸² I. G. BARBOUR, *Religion and Science. Historical and Contemporary Issues*, p. 360, Harper Collins Publishers, 1997. [«El punt de vista que Déu és un ésser personal, etern i dotat de voluntat que, encara que transcendeix el món, també hi és immanent»].

«existe un Dios con atributos morales, creador y cuidador del mundo, que mantiene un relación especial con los seres humanos y que hará justicia en una vida posterior»⁴⁸³; Swinburne, al seu tractat sobre teisme, s'ajusta encara més: «By a theist I understand a man who believes that there is God. By a 'God' he understands something like a 'person without a body (i.e. a spirit) who is eternal, free, able to do anything, is the proper object of human worship and obedience, the creator and sustainer of the universe'»⁴⁸⁴; Smart fa la següent afirmació: «Theism is normally taken to be the view that there is one and only God who is eternal, is creator of the universe, is omnipotent, omniscient, benevolent and loving, and who is personal and interacts with the universe, as in the religious experience and prayerful activities of humans»⁴⁸⁵. Aquestes definicions permeten concloure que el Déu teista és un recull extens de qualitats: és personal, etern, moral, voluntariós, transcendent, creador «ex nihilo», provident, comunicatiu, justicier, espiritual, lliure, omnipotent, omniscient, únic i bondadós. Barbour hi afegeix la variant que, en el seu misteri, Déu no només és transcendent sinó que, com a esperit que és, també és «immanent» en el món, en el sentit que no pot haver-hi cap part del Ser on Déu no hi sigui present. Sota l'atribut de la *comunicació*, hom ha d'incloure-hi sovint el fet de la revelació. D'altra banda, l'atribut de la *unicitat* que recull Smart no és històricament infal·lible: en un principi, «teisme» podia referir-se a una religió farcida d'una munió de déus que fessin amàs de totes les propietats mencionades –llegeixi's politeisme-, tot i que, amb el pas del temps, va acabar denotant les principals religions monoteistes.

Aquesta col·lecció de propietats són una condició necessària però no suficient de l'arquitectura del cristianisme ortodox. Fonamentalment, el cristianisme ortodox hi afegeix el misteri del dogma de la Santíssima Trinitat –Déu és una i tres persones alhora-, i, cosa que funda pròpiament el dogma cristià, l'encarnació de Déu en el Crist vingut al món per a la redempció dels homes. Com ja sabem, Newton no accepta sota cap forma el trinitarisme i considera la figura de Crist només com un profeta de la veritat, com podia ser-ho Moisès, «Jesus is the Word or prophet of God», que en cap cas fou cap encarnació divina sinó de plena naturalesa humana –«was a man born of a woman, crucified by the Jews for teaching them the truth»⁴⁸⁶; és evident, doncs, que Force és molt generós quan afirma que Newton era «a different Christian» si, pròpiament, era incapaç d'acceptar els dogmes sobre els que es construeix l'edifici cristià. Malgrat el possible rebombori, es pot dir que Newton mai va ser «a different Christian», sinó que, directament, mai va ser un cristià, ni tan sols diferent, o almenys mai va ser un cristià convençut. La generositat de Force pot pretendre fer de Newton un cristià heterodox; tanmateix, *strictu sensu*, la renúncia de Newton al trinitarisme i la seva devaluació de la figura de Crist no és que el situïn en la heterodòxia sinó que, simplement, li'n fan fora ineludiblement. És aquesta, sense cap gènere de dubtes, la causa més genèrica que molts l'hagin comptat erròniament entre

⁴⁸³ A. FERNÁNDEZ-RAÑADA, *Los científicos y Dios*, p. 54, Ed. Trotta, Madrid, 2008.

⁴⁸⁴ R. SWINBURNE, *The coherence of Theism*, Introduction, p. 1, Oxford University Press, 1977. [«Per teista entenc un home que creu que existeix un Déu. Per Déu entén alguna cosa així com 'una persona sense cos (o sigui, un esperit) que és etern, lliure, totpoderós, omniscient, absolutament bo, objecte propi de la pregària i obediència humanes, creador i sostenidor de l'univers'»].

⁴⁸⁵ J.J. SMART & J.J. HALDANE, *Atheism & Theism*, p. 8, Blackwell Publishing Ltd., 2003. [«S'entén normalment per teisme la creença que hi ha un i únic Déu que és etern, creador de l'univers, que és omnipotent, omniscient, benvolent i ple d'amor, i que és personal i interactua tant amb l'univers com amb l'experiència religiosa i les oracions dels humans»].

⁴⁸⁶ Ambdós passatges poden trobar-se a: H. MCLACHLAN, *Sir Isaac Newton Theological Manuscripts*, pp. 54-6, Liverpool University Press, 1950. [«Jesús és la paraula o el profeta de Déu»]; [«Fou un home nascut de dona, crucificat pels jueus perquè els mostrava la veritat»].

els deistes, com si el deisme fos el «cul-de-sac» de tots aquells que, a l'època de Newton, abandonaven del tot l'ortodòxia; i més, si a aquest abandonament s'hi afegia el convenciment que Déu s'havia de conèixer fonamentalment a través de les seves obres en la naturalesa, les famoses «God works»; i més, si hom escrivia un tractat de física com foren els *Principia*. Si hom es posa estricte, ni tan sols Leibniz hauria de ser considerat un deista, com generalment s'accepta, atès que, malgrat que negava la intervenció de Déu en el món físic i l'eventualitat dels miracles, no rebutjava pas la providència de la gràcia divina sobre els éssers humans i les seves ànimes.

Per a molts, tanmateix, en una correcta interpretació, que Newton escapés del cristianisme no significa, per principi, que escapés també del teisme. D'entrada, el seu Déu del domini, «universorum dominus», i el seu voluntarisme semblen encarnar tot el ventall de propietats que subratllen les definicions que n'hem donat més amunt. En efecte, a l'Escolí General de 1713, Newton menciona i considera irrenunciabls l'eternitat de Déu, «ens aeternum», la seva estructura espiritual, «dominatio entis spiritualis», l'omnipotència i l'omnisciència, «est omnipotens & omnisciens», la seva unitat, «*Unius dominio*»; la personalitat, «*persona indivisibilis*», i la voluntat divines, «*ab voluntate entis necessario exitentis*», i les completa acuradament afegint que Déu és un ser viu i intel·ligent, «*esse vivum, intelligentem*», la qual cosa referma la pròpia consciència de si; la llibertat de Déu no es menciona explícitament, però de fet es pressuposa precisament al contraposar el seu domini sobre totes les coses del món –impossibles sense la seva voluntat– i sobre els éssers humans, qui, en canvi, són els seus «serfs»; reconeix amb claredat la seva providència i la seva cura, «*deus sine providentia nihil aliud est quam fatum et natura*»; afegeix, a més, que és infinit i absolutament perfecte, «*infinitum, absolute perfectum*».

Si ens atenim a aquestes expressions inserides en distints passatges de l'escolí, pot donar la impressió que Newton es presenta, efectivament i a grans trets, com un teista –fet que no implicaria necessàriament el seu cristianisme. No hi ha a l'escolí, ni d'a prop, cap referència a l'estructura trinitària ni a la figura de l'home Crist. Tant és així que han estat molts qui, donat el profund coneixement de l'obra medieval de Maimònides, donat el seu interès per l'Antic Testament, per la càbala i també pel bandejament dels grans pilars del cristianisme, han volgut interpretar que Newton va ser realment un *teista afí al judaisme*. Segons el professor i rabí José Faur: «The papers reveal that Newton was a strict monotheist. He saw no need for a new revelation and rebuffed the Christian notion of atonement and salvation. Siding with Rabbinic tradition and *contra* Christian doctrine, he maintained that the Noahide precepts alone suffice for salvation, and thus there is no need for Jesus' expiatory death. [...] Newton was resolute in his belief that the Law of Moses was not abrogated with the advent of Christianity. [...] Therefore, the Christian Scripture must be understood in light of the Hebrew Scripture, and not the other way around»⁴⁸⁷.

És obvi que la major part de tota la teologia newtoniana no només es fonamenta en una acurada interpretació de la lectura de l'Antic Testament, sinó també i sobretot en una profunda revisió de tots els textos fonamentals de la tradició jueva. Faur, en

⁴⁸⁷ J. FAUR, *Newton, Maimonidean*, extret de *Judaism and Christianity: New Directions for Dialogue and Understanding*, p. 133, Koninklijke Brill NV, Leiden, 2009. [«Els papers revelen que Newton fou un monoteista estricte. No veia cap necessitat d'una nova revelació i va rebutjar les nocions cristianes d'expiació i salvació. Seguint la tradició rabínica i contra la doctrina cristiana, va mantenir que els *Set preceptes de les Nacions* eren suficients per si sols per la salvació, i que per això era innecessària la mort expiatòria de Jesús. [...] Newton es mantenia ferm en la creença que la llei de Moisès no havia quedat derogada per l'adveniment del cristianisme. [...] En conseqüència, les Escriptures cristianes han de ser enteses sota la llum de les Escriptures hebrees, i no pas a l'inrevés»].

un exercici d'erudició, assegura que Itzhak Abendana (1643-1727) va ser professor d'hebreu de Newton quan, a partir de 1663, va exercir aquesta funció a la universitat de Cambridge; que Newton coneixia bé l'obra del talmudista Ra'ah Aharon ha-Levi (Girona, 1235-1290), i que li servia per oposar-se a algunes matèries de Rabi Shlomo Yitzaki (1040-1105), d'acrònim Rashi; que coneixia bé la Sifra⁴⁸⁸ i els comentaris que el talmudista Aharon Ibn Hayyim (1545-1632) n'havia fet al *Qorban Aharon*; les cites, lectures, passatges, comentaris i estudis de Newton de tota la tradició judaica són tan freqüents i tan extensos que Faur mateix no pot evitar titllar-lo d'hebraïsta expert.⁴⁸⁹ Goldish, efectivament, a les conclusions que ens presenta a la seva obra *Judaism in the Theology of Isaac Newton*, dóna clar testimoni de la implicació de Newton en tot el conjunt de documents de la tradició hebraica:

«[Newton] struggled to fit the Jews into his scheme of early religion, trying to understand what their place was within competing conceptions of religious origins. He considered whether the rabbinic conception of seven Noachide commandments might be the religion of nature which could solve the contemporary crisis of essential religious belief. He carefully thought over the Jews' role in the apocalyptic past and future and accepted some of the Jews' own opinions on the nature of those times. He delved deeply into the Jewish exegetical tradition of the Targums to ascertain the meaning of prophecies, in order to establish their interpretation on a scientific basis which would confound the skeptics. He studied the Talmud, Maimonides, Josephus, and Philo to understand the Jewish Temple of Jerusalem, which he concluded was a hieroglyph of both the heliocentric universe and the apocalyptic vision. [...] In short, Newton looked to Judaism and Jewish authors as a major authority in his attempt to establish the truths of Scripture and its meaning for all generations on a scientific basis, which would avert the crisis of Scripture once and for all».⁴⁹⁰

Tanmateix, és exagerada, per obertament falsa, la creença en certs cercles que Newton mateix era jueu, com també ho és que fos un jueu convertit al calvinisme, com ho és també que fos un cristià convertit al judaisme. Parlar d'«Itzhak Newton», com s'ha arribat a fer, és ben desafortunat. La fantasia que un jueu ocult en una zona rural d'Anglaterra, fill d'un granger pròsper, operava en el més obscur secretisme, és una idea que no té cap mena de sentit. Des de 1290 s'havia treballat per expulsar els jueus d'Anglaterra i es creu que l'any 1655 no n'hi quedava ni un. Cecil Roth, l'historiador dels jueus a les illes, accepta que uns quants jueus van resistir en secret

⁴⁸⁸ Es coneix per *Midrash Sifra* un antic comentari rabínic del llibre del Levític, destinat a comprendre la *Torah*, que tracta de justificar exegeticament el ritual sacrificial dels sacerdots jueus en el temple.

⁴⁸⁹ J. FAUR, *Newton, Maimonidean*, extret de *Judaism and Christianity: New Directions for Dialogue and Understanding*, p. 130, Koninklijke Brill NV, Leiden, 2009.

⁴⁹⁰ M. GOLDISH, *Judaism in the theology of Isaac Newton*, p. 165, Springer, 2010. [«[Newton] es va esforçar per encaixar el judaisme en el seu esquema de la religió primitiva, provant d'entendre quin fou el seu paper pel que fa a les concepcions dels orígens religiosos. Va tenir en compte que la visió rabínica dels Set Preceptes de les Nacions podria ser la religió de la natura que podria resoldre la crisi contemporània de l'essència de la creença religiosa. Va reflexionar acuradament sobre el rol dels jueus en el passat i el futur apocalíptics i va acceptar alguns dels preceptes dels propis jueus sobre la naturalesa d'aqueixos temps. Va aprofundir en la tradició exegetica jueva dels Targums per tal de determinar el significat de les profecies, amb l'objectiu d'establir llur interpretació sobre una base científica que condemnés els escèptics. Va estudiar el Talmud, Maimònides, Flavi Josep i Filó per comprendre el temple de Jerusalem, tot conclouent que era un jeroglífic de dues dimensions: l'univers heliocèntric i la visió apocalíptica. [...] En resum, Newton va jutjar el judaisme i els autors jueus com l'autoritat més elevada a l'hora d'establir les veritats de les Escriptures i el seu significat sobre una base científica per a totes les generacions, eliminant d'una vegada per totes la crisi de les Escriptures»].

emascarats bé de catòlics o bé de protestants, però que tots ells tenien orígens portuguesos. Només després de 1655, sota la república de Cromwell, es va permetre el retorn d'alguns jueus degut a les gestions de Menasseh ben Israel (1604-1657). Els jutges sir John Glynne (1602-1666) i William Steele (1610-1680) van resoldre que cap llei anglesa prohibia que els jueus tornessin a Anglaterra. «On 12 November 1655 Cromwell brought this petition with him to a meeting of the Council of State, resolved to secure its acceptance with the minimum delay, and a motion was tabled to the effect that 'the Jewes deserveing it may be admitted into this nation to trade and trafficke and dwel amongst us as providence shall give occasion'»⁴⁹¹. Newton, doncs, fou de naixement un calvinista purità, d'ànima força independent, que, exclusivament per qüestions de coneixement, va endinsar-se en tota la tradició jueva, fins al punt que tota la seva teologia no només ve marcada profundament per aquestes arrels, sinó i sobretot, essencialment.

No obstant això, si ens atenim de nou a l'Escoli General, que passa per ser una declaració institucional de la seva concepció de Déu, *tampoc és massa convincent deduir-ne que Newton fos un teïsta judaïtzant*. Si bé és cert, d'una banda, que no fa cap referència als dogmes essencials del cristianisme, tampoc posa, de l'altra, cap mena d'èmfasi en alguns dels primers principis del judaisme més bàsic. És cert, com ja s'ha assenyalat anteriorment, que Newton insisteix en caracteritzar Déu de forma excessivament reiterativa com a «dominus», com a Senyor i amo, trets de marcat caràcter jueu que desprenen un halo de voluntat primigènia que tot ho regeix, i a la que l'home s'ha de subordinar malgrat la seva incomprensió; fins i tot, encunya de manera explícita la veu «deus Israelis, deus deorum, & dominus dominorum». Però aquí s'acaben totes les concessions als trets més marcadament primitius del judaisme –i que, després, recollirà el cristianisme. Perquè és molt significatiu que Newton 1) no faci referències a l'escoli a cap espècie d'atributs morals de Déu i, que per tant, no el presenti com a bondadós ni com a justicier; ni que 2) malgrat que l'anomena «fabricator» no el presenti mai obertament com un Déu «creador ex nihilo»; ni que 3) tampoc posi èmfasi en la seva activitat comunicativa: si bé la relació hebraica «amo-serf» que Newton proclama pressuposa aquesta activitat, també és cert que ens adverteix que «Hunc cognoscimus solummodo per proprietates eius & attributa, & per sapientissimas & optimas rerum structuras & causas finales» (vegi's VII.2), apostant aquí clarament per l'accés a Déu mitjançant les seves obres naturals, expressables per la física, i deixant de banda l'acció comunicativa que representa la revelació en les Sagrades Escriptures. No deixa de ser paradoxal que un home que, a nivell privat, havia posat tan grans quantitats de prouja en l'estudi de les Escriptures revelades, ara, en la seva estel·lar aparició pública, assereixi únicament que a Déu se'l pot conèixer «solummodo» per les seves obres.

Quina mena de teïsmes, judaïtzant o no, pot haver-hi en una visió teològica –com la que sir Isaac presenta a l'Escoli General– que, tot i no ser-hi palesa una explícita renúncia, 1) no reconegui ni els atributs morals del Déu personal, 2) ni subratlli amb vehemència l'acte de creació a partir del no-res 3) ni mencioni la revelació divina com a eina imprescindible del coneixement de Déu? En les variades definicions del teïsmes que hem aportat al començament, Fernández-Rañada ens parlava d'un Déu «con atributos morales» i Smart d'un Déu que és «benevolent and loving», que inclou

⁴⁹¹ C. ROTH, *A History of the Jews in England*, p. 161, Clarendon Press, 1964. [«El 12 de novembre de 1655, Cromwell es va endur aquesta petició a una reunió del Consell d'Estat, el qual va resoldre assegurar la seva acceptació amb el mínim de temps possible, i es va presentar una moció a fi i efecte que 'els jueus que ho mereixin podran ser admesos en aquesta nació per tal de comerciar, traficar i viure entre nosaltres quan en doni ocasió la providència'»].

sentiment i moralitat; en termes kantians, efectivament, el teisme ha sobreviscut en la seva forma jueva i cristiana com a «teisme moral»: «Wie wird man aber die Theologie nennen, wo Gott gedacht wird als *summum bonum*, als das höchste moralische Gut? Diese hat man bis jetzt noch nicht recht unterschieden, und daher auch keinen Namen für sie erdacht. Man kann sie *theismus moralis* nennen, wo man sich Gott als den Urheber unserer moralischen Gesetze denkt; und dies ist die eigentliche Theologie, die zum Fundament der Religion dienet. Denn, wenn ich mir auch Gott denke als den Urheber, und nicht zugleich als den Weltbeherrscher; so hat dies gar keinen Einfluß auf mein Verhalten. Hier denke ich mir Gott nicht als das oberste Princip in dem Reiche der Natur, sondern im Reiche der Zwecke»⁴⁹². En segon lloc, pel que fa a la necessitat d'un acte de creació «ex nihilo» a l'entorn del teisme, tant Fernández-Rañada com Swinburne o Smart ens parlen d'un «creador» de totes les coses i no pas d'un ambigu «fabricador» que es pot entendre com a generador de la realitat a partir de materials donats; de la tradició jueva pren el Nou Testament aquest passatge: «Perquè per Ell foren creades *totes les coses*, tant les del cel com les de la terra, tant les visibles com les invisibles, siguin trons o siguin dominis, potències o autoritats; *tot ha estat creat per Ell* i a Ell destinat. *I Ell és abans que totes les coses*, i totes les coses tenen consistència en Ell» (Colossencs 1:16, 17); o també: «Ets digne, Senyor Déu nostre, de rebre la glòria, l'honor i el poder, perquè *has creat tot l'univers. Quan res no existia, tu vas voler que tot fos creat*» (Apocalipsi 4:11). El teòleg presbiterià Charles Hodge (1797-1878) no escatima paraules per tal de fer ben visible el nexa irrompible que és dóna entre el teisme i la noció de creació «ex nihilo»: «The God of the Bible is all extramundane God, existing out of, and before the world, absolutely independent of it, its creator, preserver, and governor, so that the doctrine of creation is a necessary consequence of theism. If we deny that the world owes its existence to the will of God, then atheism, hylozoism, or pantheism would seem to be the logical consequence»⁴⁹³.

I finalment, en tercer i últim lloc, cap de les definicions de teisme mencionades deixa entreveure que el coneixement de Déu s'hagi d'assolir exclusivament a la llum de la comprensió de les seves obres naturals, sinó més aviat a través d'un acte comunicatiu mutu basat en la revelació i la fe. És evident que tota la tradició *teïsta* judeocristiana es basa en un relat continuat de revelacions en el marc de la història: rere aquest fet s'amaga el convenciment que l'ésser humà, per si mateix i a través de la seva pròpia estructura cognoscitiva, només amb el coneixement translúcid de l'obra de Déu –la naturalesa–, seria incapaç d'assolir consciència de Déu i es veuria condemnat a una foscor terrenal que el durien a la buidor i a l'angoixa. Conscient Déu d'aquesta mancança, es revela als homes. Explícitament, a l'Antic Testament no sorgeix enlloc el concepte de «revelació», però sí, en efecte, el d'«*aparèixer-se*» o

⁴⁹² I. KANT, *Vorlesung über Rationaltheologie*, extret de *Kants Vorlesungen*, Bd. II, p. 1002, Walter de Gruyter & Co., Berlin, 1972. [«Però com haurà d'anomenar-se la teologia en què Déu és entès com a *summum bonum*, com al bé moral més elevat? Fins ara, no s'ha etiquetat adequadament aquesta mena de teologia i, per això, no se li ha pensat cap nom. Podem anomenar-la *teisme moral*, on Déu és pensat com a creador de les nostres lleis morals; i aquesta és la única teologia que serveix de fonament a la religió. Doncs, si ausades penso Déu com a creador, però no el penso alhora com a Senyor del món, aleshores això no tindrà cap efecte sobre el meu comportament. No penso Déu com a primer principi en el regne natural sinó en el regne dels propòsits»].

⁴⁹³ CH. HODGE, *Systematic Theology* (1873), Vol. I, pp. 561-2, WM. B. Eerdmans Publishing Co., 1940. [«El Déu de la Bíblia és un Déu extramundà, existint fora i abans del món, sent-ne absolutament independent i el seu creador, preservador i governador. De manera que la doctrina de la creació és una conseqüència necessària del teisme. Si neguem que el món deu la seva existència a la voluntat de Déu, aleshores la conseqüència lògica semblaria ser l'ateisme, l'hilozoisme o el panteisme»].

«mostrar-se» («epifania», del grec *ἐπιφαίνω*): «Aquella mateixa nit el Senyor es va *aparèixer* a Isaac i li digué: 'Jo sóc el Déu del teu pare Abraham'» (Gn 26:24); en molts passatges no només hi és explícit l'acte d'*aparició*, sinó també el de la *paraula* i la *comunicació*: «Després d'aquests fets, el Senyor *va comunicar la seva paraula* a Abraham en una visió» (Gn 15:1); el missatge de Déu és una *crida*: «Moisès va pujar cap a Déu. El Senyor el *cridà* des de la muntanya» (Ex 19:3). Déu *crida* perquè si no ho fa, no és vist ni sentit, es mostra lliurement conscient de la ceguera dels homes i, doncs, s'*apareix, parla i es comunica*. I el que comunica el seu missatge és la veritat, la llum, la claredat, el sentit; *salva i guareix* de la penombra a què condemna el silenci de la naturalesa. Robert Anchor Thompson fa una bella i poètica lloança de l'acte de la comunicació revelada en el teisme: «The eternal Father will break the silence of nature, and reveal Himself more immediately to His creatures. [...] The good Creator has enabled His creatures thus to communicate with one another, through the divine gift of language. This very gift creates the expectation, that He will converse with them as He has taught them to converse together. If He be not a blind energy of nature, but a Spirit of Life and Love, we may expect that His dealings with mankind will not be confined to manifestations of the laws and powers of nature, but will extend to that closer communion of mind with mind, which expresses itself in the symbols of human language»⁴⁹⁴.

Havent parat esment, doncs, en totes aquestes consideracions, no sembla pas que Newton vulgui presentar-se, almenys a l'Escoli General, com un teista al peu de la lletra. És inviable pensar que s'oblida naturalment del que definiria una visió teista ortodoxa completa; és viable, en canvi, pensar que «se n'oblida casualment»? La possibilitat que Newton no es trobés gens còmode sota una assumpció teista, a la vista de la seva exposició, no pot menystenir-se. Cabria plantejar-se si la creença en un Déu del domini, personal, etern, únic, omnipotent i omniscient, espiritual, provident, viu i intel·ligent –com el que presenta Newton–, però que no fos moral ni causa primera, ni creador «ex nihilo», ni tampoc comunicatiu, podria titllar-se d'un «teisme de mínims». En aquest cas, des del punt de vista d'una ortodòxia teista, un teisme de mínims d'aquesta mena amb el que Newton hagués combregat, no resulta massa operatiu; *no es veu com un Déu que sigui personal i provident podria no ser moral*: quina intencionalitat podria tenir la intervenció provident d'un ésser que és i que se sent persona sobre l'ordre còsmic establert i sobre els éssers animats? No hi ha en tota intervenció d'una voluntat no maquinal un objectiu carregat de moralitat?; *no es veu com un Déu que sigui únic, omnipotent i l'únic etern no sigui alhora causa primera creadora «ex nihilo» de totes les coses*: si això fos així, no seria el món un existent també etern i posseïdor de prou potència per mantenir-se en el seu ésser i, per tant, no entraria això en contradicció amb la capacitat de Déu de decidir sobre l'existència de totes les coses, anul·lant d'aquesta manera la seva omnipotència i la seva infinita voluntat? Lewis S. Ford és molt inequívoc al respecte: «If the notion ultimately makes sense, only an omnipotent being could create the world *ex nihilo*. Only an all-determinative act could bring some being into being if there were no

⁴⁹⁴ R. A. THOMPSON, *Christian Theism: The Testimony of Reason and Revelation to the Existence and Character of the supreme Being*, p. 319, Harper & Bros. Publishers, New York, 1855. [«El Pare etern trencarà el silenci de la naturalesa i es revelarà a les seves criatures de manera més immediata. [...] Bo com és el Creador, doncs, ha capacitat a les seves criatures per a comunicar-se entre si, gràcies al do diví del llenguatge. Aquest magnífic do fa brollar l'expectació que Ell conversarà amb elles tal i com Ell va ensenyar-los a conversar entre elles. Si Ell no és una cega energia de la naturalesa, sinó un Esperit de vida i amor, podem confiar que la seva relació amb la Humanitat no es limitarà a les manifestacions de les lleis i potències de la naturalesa, sinó que s'estendrà a una comunió més estreta entre ment i ment que s'expressa a través dels símbols del llenguatge humà»].

other resources involved»⁴⁹⁵; i Joseph V. Mayer també resulta expeditiu: «Unter der *Allmacht* verstehe ich das Vermögen Gottes, die Welt zu erschaffen. Jede andere Begriffsbestimmung erscheint als leer und nichts sagend. So erklärt man gewöhnlich die Allmacht Gottes als ein Vermögen, wornach er schaffen könne, was er wolle»⁴⁹⁶. I per últim, *no es veu tampoc com un Déu del domini podria no ser comunicatiu*: quin domini, al cap i a la fi, podria exercir-se sobre les criatures i quina obediència podrien retre aquestes criatures si no hi hagués hagut cap missatge clar de les ordres? No es fonamenta el domini d'una voluntat sobre les altres en l'obediència d'uns manaments que només es coneixen per un acte de comunicació? Cal preguntar-se, doncs, quin sentit tindria realment la professió d'un aital «teisme de mínims»; i cal preguntar-se aleshores, seriosament, si Newton no tenia realment per endavant la ben secreta convicció que un «teisme de mínims» no era, pròpiament, cap mena de teisme, sinó una esquinçada i absurda declaració teològica amb què sortir al pas. Amb la convicció o sense ella –és a dir, amb dissimulació patent o amb una candidesa que li era totalment impròpia-, el fet és que Newton, a l'Escoli General, professa un «teisme de mínims» que hom no arriba a entendre com es pot mantenir, si és que, realment, pot qualificar-se de teisme –en el sentit específic habitual.⁴⁹⁷

A mode de sumari, doncs, és evident que Newton era teista en el sentit més ampli –la creença en un únic Déu transcendent i personal; però, en aquest sentit també ho era Leibniz com a deïsta. Tanmateix, aquesta no és la qüestió que es debat ara ni que mai s'ha debatut: la qüestió és si Newton era teista en el sentit específic o restringit usual que afegeix a la transcendència i la persona de Déu llurs eticitat i omnipotència creadora ex nihilo, i que opera amb la convicció que el coneixement d'allò que pugui ser Déu ha de passar necessàriament per la revelació escrita. A jutjar per l'Escoli General, ho hem de repetir: *Newton no apareix com a teista en sentit estricte*. Reconeixem que no deixa de ser paradoxal que un home que, a nivell privat, havia posat tan grans quantitats de prouja en l'estudi de les Escriptures revelades fins al punt obsessiu de constituir el gruix de la seva obra, ara, en la seva estel·lar aparició pública, assereix únicament que a Déu se'l pot conèixer «solummodo» per les seves obres. Reconeixem també que en varis dels escrits privats en matèria de teologia, Newton sembla assumir, potser un pèl veladament en alguns casos, però de manera prou significativa i manifesta en altres, el acte de creació diví a partir del no res; reconeixem també que en altres passatges privats assereix pensaments explícits sobre la bondat i moralitat de Déu: «The wisest of beings requires of us to be celebrated not so much for his essence as for his actions, the *creating*, preserving & governing of all things according to his *good will* & pleasure. The wisdom, power, *goodness* & *justice*

⁴⁹⁵ L. S. FORD, *Transforming Process Theism*, p. 7, State University of New York Press, 2000. [«Si és que la noció té en últim terme alguna mena de sentit, només un ésser omnipotent podria crear el món *ex nihilo*. Només un acte d'absoluta determinació podria dur un ésser a existir si no hi haguessin altres recursos possibles implicats»]. En realitat, Ford, basant-se en els escrits sobre el teisme d'Alfred North Whitehead, inclou aquesta afirmació en un context on, precisament, es posa sobre la taula si el nexa entre omnipotència i creació ex nihilo és imprescindible. L'afirmació de Ford que inserim és la que indica la visió ortodoxa que ell, seguint a Whitehead, es proposa desaprovar.

⁴⁹⁶ J. V. MAYER, *Theismus und Pantheismus*, p. 24, Verlag v. Fr. Xav. Wangler, Freiburg i. Breisgau, 1860. [«Per omnipotència entenc la capacitat de Déu de crear el món. Qualsevol altra definició d'aquest concepte apareix tan buida que no diu realment res. Per això, habitualment es comprèn l'omnipotència de Déu com un poder pel qual Ell pot crear tot allò que Ell vulgui»].

⁴⁹⁷ Val a dir també que munions de teòrics han fet generosos intents de llistar manifestacions de distints teïsmes: en propietat, no s'hauria de parlar del teisme com a una visió ben definida i homogènia, sinó més aviat de «teïsmes», en plural. Una obra aclaridora a aquest respecte resulta ser la de G. WEISSENBORN, *Vorlesungen über Pantheismus und Theismus*, NG Elwert'sche Universitäts-Buchhandlung, Marburg, 1859.

which he always exerts in his actions are his glory which he stands so much upon»⁴⁹⁸. Però com poden relligar-se aquestes manifestacions, fer-se coherents diguem-ne, amb el contingut gairebé minimalista de l'Escoli General? I com pot conjuguar-se un passatge com aqueix últim, tan càlid i cristianament teista, amb el moderat passatge «teista de mínims» de l'Escoli General?

Potser és que no es tracta del mateix Newton. Aquest últim paràgraf citat de Newton data de la dècada de 1670, molt abans que escrivís i publicqués per primer cop els *Principia*, i pertany a una exposició que fa al voltant d'uns passatges del segon llibre bíblic dels Reis, on es descriu la mala conducta dels israelites després que fossin alliberats d'Egipte i arribessin a la terra promesa: «Van menysprear els seus decrets i l'aliança pactada amb els seus pares, i les amenaces que el Senyor els havia adreçat. Van anar al darrere d'ídols que no són res, i ells també es van torbar no res. Van imitar les nacions veïnes, quan el Senyor els havia manat que no actuessin mai com elles. Van abandonar tots els preceptes del Senyor, el seu Déu, i es van fer dos vedells de fosa. Van plantar bosquets sagrats, van adorar tot l'estol dels astres i donaven culte a Baal», 17:15-16. Durant les dècades de 1660 i 1670, els afanys religiosos de Newton eren, en general, menys imaginatius, dedicats a l'exegesi de les Sagrades Escripures i a mirar de provar la perversió que havia patit la religió primitiva: són els anys on es forma el Newton arrià i unitarista; mogut per aquests interessos, a finals dels anys seixanta, inicia una història de l'Església, posant sobretot l'accent en les idolatries i depravacions que havia sofert. Malgrat que l'interès per la religió no el va abandonar mai en tota la seva vida, aquesta «primera etapa» presenta el Newton calvinista i purità, que treballava convençut de cor en ordre a establir la vertadera religió; és el Newton solitari que encara no havia pres part en debats públics en afers de religió i, en aquest sentit, des de la seva privacitat, no havia patit encara els atacs diversos provinents de la que podríem anomenar «vertadera teologia natural». Podia mostrar-se sincer i radical, sense la necessitat de fer equilibris teòrics. Potser hi havia aleshores un teista ortodox que anava molt més enllà del «teisme de mínims».

Però l'Escoli General data de l'any 1713, trenta i escaig anys després d'aquesta «primera etapa» puritana. Els afers religiosos –mai abandonats del tot– havien quedat durant aquests anys en un pla secundari, rere els treballs en alquímia i les batalles en matèria de física a les que l'havia dut la primera publicació dels *Principia*. Durant aquest temps, el Newton estudiant relativament poc conegut s'havia convertit en un dels genis més grans de la història de la ciència. A principis de maig de 1696 va acceptar el nomenament de Director de la Casa de la Moneda, abandonant el Trinity i Cambridge definitivament el 20 d'abril del mateix any, després d'haver-hi exercit com a professor gairebé trenta anys, i es traslladà a Londres. L'any 1703 va acceptar el càrrec de president de la Royal Society, i en fou reelegit fins a la seva mort; l'any 1705 va ser ordenat cavaller per la reina Anna Estuard pels seus mèrits. Totes aquestes ocupacions professionals van provocar, d'una banda, que el Newton investigador científic s'anés diluint poc a poc, i de l'altra, que a partir de 1705 tots els seus treballs a nivell merament privat tornessin a estar orientats de manera obsessiva en afers de caire religiós. Tanmateix, aquesta «segona etapa» religiosa de Newton –en la que hom hi ha d'incloure l'Escoli General de 1713– és molt distinta de la primera etapa de joventut: aquell purità incorruptible que potser era un teista més o menys ortodox, s'havia hagut d'enfrontar a les conseqüències teològiques que els seus *Principia*

⁴⁹⁸ I. NEWTON, *Yahuda Coll.*, Ms. 21, fol 1. [«El més savi dels éssers mereix que el celebrem no tant per la seva essència sinó per les seves accions, és a dir, la creació, la preservació i el govern de totes les coses segons la seva bona voluntat i gaudiment. La saviesa, el poder, la bondat i la justícia que sempre posa en les seves accions son la glòria que el posen per sobre de totes les coses»].

haviem provocat; havia degustat tot un ventall de concepcions religioses que eren força diverses entre elles; potser havia estat temptat per alguna mena de deisme que, a la fi, va acabar rebutjant incansablement; havia vist el món sota els ulls del científic que dubta de l'ordre establert, potser fins i tot amb certa angoixa. Pot dir-se que el Newton teòleg de joventut, tan ferm i resolut en la línia que s'havia marcat, trenta anys més tard, entra en un estat d'obertura doctrinal que, si volem ser més estrictes, hauríem d'anomenar de *confusió*: «Some of the papers, in which information on early heresies appears on the same page with material on heathen religions or the nature of Christ or the chronology of the prophecies, suggest that during his final years his mind was frequently a chaos of undifferentiated religious preoccupation»⁴⁹⁹.

Aquest «caos» teològic que indiquen els documents privats de Newton en aquesta segona etapa religiosa condueix doncs fonamentalment a: 1) una sèrie de radicalitzacions sobre certs aspectes heterodoxos que inflaven encara més les seves antigues heretgies particulars –àdhuc fins al punt d'acariciar la frontera on es troben algunes paranoies teòriques; 2) un cert relaxament pel que fa a les postures més purament teistes de la seva joventut, que provenien de l'ortodòxia puritana; i 3) una creixent impossibilitat, tant per part de l'analista o l'erudit com del propi Newton, de fer possible una visió homogènia i unitària del seu pensament religiós –aspecte que, afirmem, el duu al teisme de mínims dels *Principia*, conscient de la dificultat d'encabir al text de l'Escoli General tots els dogmes que havia construït al seu cap, tant si eren acceptables des del punt de vista de l'ortodòxia com si eren inacceptables del tot, que eren, comptat i debatut, la majoria. Defensem que el «caos» teològic de Newton al final de la seva vida s'havia estès tant que era incapaç d'expressar un teisme doctrinàriament genuí; es dilueix, doncs, fins al punt que a l'Escoli General no posa èmfasi ni en la dimensió moral de Déu –no hi surt enlloc la seva «goodness & justice»- ni abandera amb claredat «the creating action» a partir del no res, ni afegeix al coneixement de Déu per les seves obres la necessitat d'un coneixement per les Escriptures revelades. Totes aquestes mancances, doncs, fan que el suposat teisme de Newton no concordi amb les definicions més primàries de teisme amb què hem encetat aquesta secció. Si la seva consciència va ser algun cop genuïnament teista, va anar a la deriva fins a arribar a una mar desconeguda.

Directament proporcionals a aquesta deriva interna de la seva consciència són els esforços constants per mostrar-se públicament com un teista ortodox. Atès que deuria creure que el teisme de mínims dels *Principia* no era suficientment convincent per a les classes ortodoxes dominants –de qui depenia directament el seu benestar, els seus ingressos i els seus càrrecs-, sir Isaac va procurar mostrar-se sempre molt prudent i afí al poder eclesiàstic i a la doctrina oficial del teisme més autèntic: «Whereas Newton published statements of his belief in God, he not only kept the unorthodox aspects of his religion to himself, but he exercised some care in London to mask his heterodoxy behind a facade of public conformity»⁵⁰⁰. Només un petit nombre de gent que li era propera coneixia la veritat. «Well concealed [...] his

⁴⁹⁹ R. WESTFALL, *Never at rest: a biography of Isaac Newton*, p. 804, Cambridge University Press, 1983. [«Alguns dels documents en què hi trobem informació sobre antigues heretgies a la mateixa pàgina on hi trobem material sobre les religions paganes o la naturalesa de Crist o àdhuc sobre la cronologia de les profecies, suggereixen que durant els últims anys de la seva vida la seva ment fou sovint un caos de preocupacions teològiques molt distintes»].

⁵⁰⁰ *Ibidem.*, p. 828. [«Malgrat haver fet públiques algunes expressions de la seva fe en Déu, no només va guardar-se exclusivament per a ell mateix els aspectes menys ortodoxos de la seva religiositat, sinó que va exercir certa influència a Londres per a emmascarar la seva heterodòxia rere una façana de pública conformitat amb el que es considerava l'establert»].

heterodoxy slid into virtual oblivion, not to be uncovered until the twentieth century or to be fully revealed until the Yahuda paper became available quite recently»⁵⁰¹. En efecte, s'havia de dissimular bé que l'home que l'any 1702 rebia un sucós salari de 2.000 lliures anuals com a intendent de la Casa de la Moneda i que era conseller electe del Govern i també president de la Royal Society, havia escrit coses en uns papers –als voltants de 1693- que mai s'hauria atrevit ni tenia cap intenció de publicar: «Idolatry had its rise from worshipping the founders of cities, kingdoms & empires, & began in Chaldea a little before the days of Abraham, most probably by the worship of Nimrod the founder of several great cities. Till Abrahams days the worship of the true God propagated down from Noah to his posterity continued in Canaan as is manifest by the instance of Melchidezeck but in a little time the Canaanites began to imitate the Chaldees in worshipping the founders of their dominions, calling the Baalim & Melchom & Asteroth lords & kings & queens, & sacrificing to them upon their gravestones & in their sepulchres & directing their worship to their statutes as their representatives, & instituting colleges of priests with sacred rites to perpetuate their worship»⁵⁰². Una història així de corrupcions i velles idolatries dins de la pròpia tradició no hauria afavorit en res la continuació en els seus càrrecs i, com bé diu Westfall, «the man who had once prepared to surrender his fellowship so as not to accept the mark of the beast now cultivated the odor of orthodox sanctity by serving as a trustee of the Tabernacle on Golden Square and as a member of the Committee to Build Fifty New Churches in London»⁵⁰³. Així que, quan Newton s'olorava que algun paper seu podia ser descobert o quan redactava quelcom suposant-ne la publicació, l'heterodox emmascarat acabava escrivint coses que podien ser molt ben considerades dins de l'ortodòxia teista més estricta, incloent-hi ben explícitament –potser massa ben explícitament-, ara sí, els atributs sentimentals de Déu –«he loves his people as his children»-, l'acte creatiu «ex nihilo» –«created the heaven and earth as is exprest in the ten commandments»- i, fins i tot, qui ho havia de dir, la naturalesa divina de Crist –«Jesus Christ by whom are all things»-:

«We must beleive that there is one God or supreme Monarch that we may fear & obey him & keep his laws & give him honour & glory. We must beleive that he is the father of whom are all things, & that loves his people as his children that they may mutually love him & obey him as their father. We must beleive that he is παντοκράτωρ Lord of all things with an irresistible & boundless power & dominion that we may not hope to escape if we rebell & set up other Gods or transgress the laws of his monarchy & that we may expect great rewards if we do

⁵⁰¹ *Ibidem.*, p. 828. [«Ben dissimulada [...] la seva heterodòxia va acabar caient en l'oblit, fins al punt que només ha pogut ser redescoberta al llarg del segle XX, quan els papers de Yahuda van passar recentment a disposició pública»].

⁵⁰² I. NEWTON, *New College Library, Oxford*, Ms. 361.3, fol. 242. [«La idolatria va aparèixer quan hom va començar a adorar els fundadors de les ciutats, regnes i imperis; i va tenir el seu origen a Caldea una mica abans dels temps d'Abraham, seguida segurament a l'adoració de Nimrod, fundador de vàries ciutats grans. El culte al veritable Déu va propagar-se a partir de Noè fins als temps d'Abraham, i així va ser fins molt després, sobretot a Canaan, com queda de manifest en el cas de Melquisedec; però de seguida els cananeus començaren a imitar als caldeus, que adoraven els fundadors dels seus territoris, anomenant-los Baalim, Melchom o Asteroth, sota els títols de senyors, reis i reines, i que els dedicaven sacrificis als seus sepulcres, i centrant l'adoració en les estàtues que els representaven, i instituint col·legiates sacerdotals d'acord amb els ritus sagrats per a perpetuar els seus cultes»].

⁵⁰³ R. WESTFALL, *Never at rest: a biography of Isaac Newton*, pp. 814-5, Cambridge University Press, 1983. [«L'home que en un altre temps va estar disposat a renunciar al seu *fellowship* per tal de no quedar estigmatitzat per la Bèstia, ara conreava l'olor de santedat ortodoxa al servir de fideïcomissari del Golden Square Tabernacle i com a membre del comitè per a la construcció de cinquanta noves esglésies a Londres»].

his will. We must beleive that he is the Gog of the Iews who created the heaven & earth all things therein as is exprest in the ten commandments that we may thank him for our being & for all the blessings of this life, & forbear to take his name in vain or worship images of other Gods. We are not forbidden to give the name of Gods to Angels & Kings, but we are forbidden to have them as Gods in our worship. For tho there be that are called God whether in heaven or in earth (as there are Gods many & Lords many, yet to us there is but one God the father of whom are all things & we in him & one Lord Iesus Christ by whom are all things & we by him: that is, but one God & one Lord in our worship)». ⁵⁰⁴

Donats tots els antecedents en manuscrits secrets, alguns vells i altres no tant, el text sembla una farsa tan gran que és gairebé impossible no quedar-se ben bocabadat. Atesa la finesa irònica de Newton, hom té àdhuc la temptació de pensar que tot el devessall d'imperatius –«hem de creure»- que Newton sembla exigir-nos podrien ser més aviat, si no fos pel respecte profund que li produïen els conceptes de paternitat i monarquia divines, els imperatius a què a nosaltres, Newton inclòs, ens obliga la tradició i l'ortodòxia. Potser més que un suggeriment és una queixa.

A tall conclusiu: en un sentit ampli, no és fals afirmar que Newton fou un home de concepcions properes al teisme; però tampoc és fals asseverar que mai fou un teista modèlic, en el sentit estricte del terme. No només ocorre que d'entrada el terme «teisme» escombra un camp semàntic tan extens que es desdibuixa sovint el seu significat, sinó que, a més, Newton el va recórrer a fortes bandejades, tan severes que fins i tot freqüentment sembla sortir-se dels límits que l'atermenen. Permetent-nos el dubte sobre la seva època juvenívola, el que és clar és que Newton no va acabar mai més d'encabir-se plenament en allò que en un sentit acadèmic entenem com el teisme exemplar o paradigmàtic. Aquest teisme exemplar apareix en el pensament de sir Isaac tan aviat com hi desapareix; que la historiografia i tots els seus biògrafs recents no tinguin escrúpols en parlar-nos de «Newton, l'heretge» no és pas degut, com hem vist, a què se'l pugui considerar un deista ni tampoc degut només als seus arrianisme i antitrinitarisme unitarista, sinó també en igual mesura a tota l'heterogeneïtat dels dogmes que va assumir, a les distintes concepcions de Déu que va imaginar, a les contradiccions i incoherències que va generar, al recorregut intel·lectual dispers que va mantenir; dogmes, concepcions, incoherències i recorregut que el van allunyar de l'estereotip de teista tradicional. Probablement, el mateix Newton era ben conscient d'aquesta seva fugida conceptual i de les seves pròpies inseguretats a l'hora de penjar-se una etiqueta; àdhuc és possible que, envoltat de curiosos remordiments, a mesura que anava avançant la seva teologia es preguntés on era la seguretat puritana del jove

⁵⁰⁴ I. NEWTON, *Yahuda Coll.*, Ms. 15, 3, fol. 46, *Drafts on the history of the Church*. [«Hem de creure que hi ha un Déu o Monarca suprem a qui hem de témer i obeir, les lleis del qual hem de complir, i també honrar-lo i glorificar-lo. Hem de creure que Ell és el pare de totes les coses i que estima el seu poble com fossin els seus propis fills, i que aquests han d'estimar-lo recíprocament, a més d'obeir-lo com obeeix un fill al seu pare. Hem de creure que Ell és el παντοκράτωρ, Senyor de totes les coses, i que té un poder irresistible i il·limitat, un domini tal que no podríem aspirar a fugir-ne ni tan sols encara que ens rebel·léssim i adoréssim altres déus, ni tan sols encara que transgredíssim les lleis de la seva monarquia. Hem d'esperar grans recompenses si acomplim la seva voluntat. Hem de creure que Ell és el Déu dels jueus, que va crear els cels i la terra i totes les coses que existeixen, tal com s'expressa als deu manaments; a Ell hem d'agrair l'existència que ens ha donat i totes les benediccions d'aquesta vida, i hem d'abstenir-nos de prendre el seu nom en va i d'idolatriar imatges d'altres déus. No se'ns prohibeix donar el nom de Déu a àngels i reis, però sí que es prohibeix prendre'ls per déus i adorar-los. Doncs, encara que n'hi hagi d'altres que són anomenats déus en el cel o a la terra, com hi ha múltiples déus i múltiples senyors, només hi ha per a nosaltres un sol Déu pare, de qui són totes les coses, i nosaltres som en Ell, en un sol Senyor Jesucrist mitjançant el qual totes les coses existeixen i existim nosaltres per Ell, és a dir, un sol Déu i un sol Senyor en la nostra adoració»].

Newton teista que va arribar a Cambridge; al final de la seva vida, esgotat potser de discussions teològiques al voltant de la naturalesa de Déu, tot va convertir-se en un confús garbuix d'interpretacions de les profecies i de lectures dels textos que més que una altra cosa encenien d'una manera mordaç la seva imaginació. El «mag» i teòleg es guillava al seu escriptori envoltat d'un món d'imatges esotèriques o divines; però el científic assenyat, el que es posava seriós i baixava als fenòmens, quan es veu forçat a afegir un Escolí General a l'obra que ell bé sabia que era immortal, conscient de les tramoies de la teologia, es decideix només pel que hem batejat com un «teisme de mínims» –si és que realment un teisme d'aquesta mena arriba al límit inferior que un teisme de soca-rel exigiria. De fet, es té sovint la impressió que anar més enllà d'un teisme de mínims era per a Newton alguna cosa semblant a un joc irresistible, un entreteniment fascinant, una inacabable partida d'escacs; però els *Principia* –i l'últim escoli- no eren un joc, ni un entreteniment, cap esbargiment, en definitiva. Potser havia entès que una suposada concepció teista tan absolutament polièdrica com la que acabaven oferint els seus «jocs» duia, al capdavant, a no significar gairebé res.

§ 8.4 Les guspies d'immanència

S'ha entès sovint que la tesi d'un Newton panteista, així tal i com sona, no té sentit i és impensable; que la fórmula que immortalitza Baruch Spinoza (1632-1677), «Deus sive natura» –que, estrictament, sense embuts, entén Déu com a immanent al món i l'equipara amb la naturalesa corpòria mateixa i totes les seves manifestacions-, no és aplicable al pensament religiós de Newton. Efectivament, tota l'obra de sir Isaac no només no està escrita en clau panteista, sinó que s'afanya, en alguns passatges aïllats, a rebutjar-ne del tot la concepció. A l'Escolí General, tenint en compte que a la seva època el Déu immanent del panteisme era designat com a «ànima del món»⁵⁰⁵, Newton no vol deixar de ser ben transparent: «Hic omnia regit non ut anima mundi, sed ut universorum dominus. [...] Deitas est dominatio dei, non in corpus proprium, uti sentiunt quibus deus est anima mundi, sed in servos»⁵⁰⁶. La referència a «aquells per a qui Déu és l'ànima del món» va dirigida, sense dubte, a l'esmentat Spinoza i també a Giordano Bruno (1548-1600), cremat per la Santíssima Inquisició a la plaça del Campo dei Fiori de Roma. Alguns han cregut que el passatge que trobem a l'escolí de Newton també anava dirigit al filòsof irlandès John Toland (1670-1722), que ja havia proclamat algun cop –sobretot a la seva obra *Socinianism truly stated, by a Pantheist* (1705), on fixa definitivament l'ús del terme «panteisme» que el matemàtic Joseph Raphson (1648-1715) havia emprat per primer cop en llatí l'any 1697 a la seva

⁵⁰⁵ La tradició religiosa de l'«anima mundi» és antiquíssima. Els antics filòsofs van entendre el terme com allò subjacent a la naturalesa material, donant alè de vida a tot l'ordre de l'Univers. El propi Plató, tan policromat, ens diu al *Timeu* (29, 30) que el món és, de fet, un ser vivent dotat d'ànima i àdhuc d'intel·ligència, un ens únic que conté en ell a tots els éssers vius, interconnectats naturalment entre si. El concepte es troba també en algunes doctrines orientals hinduïstes sota els noms de Brahma (Déu) o Atman (ànima). Més modernament, pensadors com Paracels o Spinoza utilitzen també el terme, i Friedrich Schelling, gran representant de l'idealisme objectiu panteista sosté la mateixa idea. De fet, l'expressió «anima mundi» era el terme usual abans que la modernitat que s'enceta al segle XVII encunyés el terme concret de «panteisme». També és cert que el panteisme que expressa l'«anima mundi» podia entendre's també com una variant del panteisme genèric, en el sentit que no faria exactament una identificació entre Naturalesa i Déu sinó que seria una consciència que brollaria de la pròpia estructura material de l'Univers, del qual mai podria desprendre's. Sigui com sigui, quan Newton utilitza l'expressió l'entén com la divinitat equiparable i inseparable de l'Univers mateix.

⁵⁰⁶ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica, Scholium generale*, p. 528. [«[Déu] tot ho regeix, no com a ànima del món, sinó com a Senyor de l'Univers. [...] La deïtat és el domini de Déu, no sobre el seu propi cos, com pensen aquells per a qui Déu és l'ànima del món, sinó sobre els serfs»].

obra *De spatio reali*- el que acabaria escrivint al seu *Pantheisticon* de l'any 1720: que «vis denique & energia Totius, creatrix omnium & moderatrix, ac ad optimum finem semper tendens, Deus est; quem *Mentem* ducas, si placet, & *Animum Universi*»⁵⁰⁷.

El rebuig explícit que fa Newton de la mirada panteista es deu sobretot a tres factors: 1) un *factor personal* que, des de la seva joventut puritana teista, el convenciença i només li permetia entendre Déu com a transcendència i, de cap de les maneres, com a indistinció amb la naturalesa; 2) un *factor històric* que havia cristal·litzat en les condemnes per heretgia i que era un horitzó de temor febaent en tots els intel·lectuals i 3) un *factor ideològic*, causa directa del factor anterior, que confonia panteisme amb ateisme: en la mesura que el panteisme no fa cap distinció teòrica entre Déu i la seva obra, sent Déu totes les coses i sent totes les coses Déu mateix, i que, per tant, es tracta d'una divinitat no personal, immanent, sent la pròpia estructura harmònica de l'Univers, hi ha qui pensa que aquestes no serien condicions suficients per a establir un marc conceptual de divinitat. Miguel de Unamuno (1864-1936), assedegat d'una fe que la raó penalitza, descriu, tot castigant Spinoza, el que Newton i molts altres contemporanis seus ja havien fet sinònims: «[...] Se dice, y se dice muy bien, que el panteísmo no es sino un ateísmo disfrazado. Y yo creo que sin disfrazar. Y tenían razón los que llamaron ateo a Spinoza, cuyo panteísmo es el más lógico, el más racional»⁵⁰⁸. La disfressa a la que es refereix Unamuno –i que oloraven ja els enemics del panteisme des de la publicació de les obres de Spinoza- queda ben reflectida en el controvertit pensament del teòleg protestant Paul Tillich (1886-1965), qui, soscant d'alguna manera el teisme tradicional de l'Església a què pertanyia, no identifica Déu amb una entitat sobrenatural i transcendent més enllà dels éssers naturals, sinó amb –molt heideggerianament- «the Ground of Being», «la base del Ser» de tots els éssers naturals que existeixen, com el substrat ontic de totes les coses, com «the Being-Itself», el «Ser com a tal», cosa que acaba significant «tot allò que és», en tant que totes les coses que són, són perquè hi ha en elles la base del Ser, i, en conseqüència, Déu és totes les coses. Davant d'aquesta màscara o disfressa de Déu que hom posa sobre el Ser, cal pensar que Newton hauria convingut amb Martin Gardner que «If God is merely another name for Being, or an impersonal ground of being, then only the terminology distinguishes pantheism from atheism»⁵⁰⁹.

Ara bé: ocorre quelcom força rellevant. Tota aquesta suposada animadversió programàtica de Newton envers qualsevol mena de mirada panteista –o que li sigui propera- queda almenys en suspens en alguns passatges de l'edició de l'*Opticks* del 1706. No es tracta que Newton faci, de sobte, cap mena de declaració que puguem considerar nítidament panteista, però sorprenentment sembla suggerir que l'espai és, de fet, el «sensori» de Déu: «Does it not appear from phaenomena that there is a being incorporeal, living, intelligent, omnipresent, who in infinite *space*, as it were in

⁵⁰⁷ J. TOLAND, *Pantheisticon*, p. 17, Cosmopoli, 1720. [«Finalment, la força i l'energia de la Totalitat, creadora i reguladora de totes les coses, i sempre orientada a la millor finalitat, és Déu, a qui, si et plau, li pots dir *la Ment* i *l'ànima de l'Univers*»]. En una carta del 30 d'octubre de 1720 a Barnham Goode, Toland confessa sentir una gran tranquil·litat d'ànim gràcies a les seves creences panteistes: «I enjoy as profound a tranquillity, as if living in Arabia. And after all I think it the wisest course, at least the most becoming a Pantheist (who ought to be prepar'd for every caprice and reverse of fortune», *British Museum Additional Manuscript* 4295, fol. 39. [«Estic gaudint d'una profunda calma, com si estigués vivint a Aràbia. Després de tot, penso que és el camí més savi, almenys el millor, esdevenir panteista (qui resta impàvid davant de cadascun dels capricis i giravoltes de la fortuna)»].

⁵⁰⁸ M. DE UNAMUNO, *Del sentimiento trágico de la vida*, p. 123, Editorial Óptima, Barcelona, 1999.

⁵⁰⁹ M. GARDNER, *The Whys of a Philosophical Scrivener*, p. 179, St. Martin's Griffin, New York, 1999. [«Si Déu no és altra cosa que un altre nom del Ser, o una base impersonal del Ser, aleshores l'única cosa que distingeix el panteisme de l'ateisme és la terminologia»].

his sensory, sees the things themselves intimately, and throughly perceives them, and comprehends them wholly by their immediate presence to himself?»⁵¹⁰; i més endavant, també, torna a repetir la mateixa idea, i així fins al punt que, per insistència, l'associació entre l'espai i el «sensori» de Déu queda ja manifestament establerta:

«[God is] a powerful ever-living Agent, who being in all Places, is more able by his Will to move the Bodies within his boundless uniform Sensorium, and thereby to form and reform the Parts of the Universe, than we are by our Will to move the Parts of our own Bodies. And yet we are not to consider the World as the Body of God, or the several Parts thereof, as the parts of God. He is an uniform Being, void of Organs, Members or Parts, and they are his creatures, subordinate to him, and subservient to his Will».⁵¹¹

Aquests significatius passatges –on Newton no oblida pas que «Déu està a tots els llocs»- estan inspirats, en últim terme, en el Llibre bíblic dels Fets dels Apòstols, gràficament prou explícit: «De fet potser podrien acostar-s'hi a les palpentes i trobar-lo, perquè ell no és lluny de ningú de nosaltres, ja que 'en ell vivim, ens movem i som'» (17:27-28). Una interpretació literal del versicle permet Newton identificar «l'espai físic» com «l'entitat metafísica» on Déu habita i on els cossos es posen –o són posats per ell-, de manera que l'espai infinit i uniforme és el «substrat» del món i «sensori» de Déu. Segons el text, la voluntat de Déu s'expressaria a través d'aquest sensor i, d'aquesta forma, intervindria calculadament sobre la seva obra. La comparació intencionada que fa Newton al segon fragment entre la voluntat divina i el seu «sensori» amb la voluntat humana sobre el seu propi cos fa concloure Force que «In the same sense that human beings had dominion over their own bodies in a limited way, God, in an unlimited way, had transcendental dominion over his creation. The active principle of the divine will was an extraordinary principle. Because of this attribute, God could cut through the ordinary coursing of nature and nature's laws as He pleased. The manner in which God governed the world was analogous to the way in which human being made an intentional action. Consequently, man (and everything in creation) was continuously dependent upon God while was not depending upon anything»⁵¹².

⁵¹⁰ I. NEWTON, *Opticks, A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light*, Query 28, p. 345, 2nd Edition, W. & J. Innys, London, 1718. [«No se n'extrau, doncs, d'aquests fenòmens que existeix un ésser incorpori, vivent, intel·ligent i omnipresent que, en l'espai infinit, com si fos el seu sensor i, veu íntimament les coses mateixes, tot percebent-les i contenint-les plenament per la seva immediata presència en ell?»].

⁵¹¹ *Ibidem.*, Query 31, p. 379. [«[Déu és] un poderós agent etern que, com que és a tots els llocs, és més capaç de moure els cossos per la seva voluntat des de dintre del seu il·limitat sensor i uniforme i, així, donar forma i remodelar totes les parts de l'Univers, tal i com nosaltres movem voluntàriament les parts dels nostres propis cossos. Tot i així, no hem de considerar el món com el cos de Déu, o algunes de les seves parts com si fossin parts de Déu. Ell és un ésser uniforme, sense òrgans ni membres ni parts; ells només són les criatures que es subordinen a ella, i que serveixen a la seva voluntat»].

⁵¹² J.E. FORCE, *Essays on the Context, Nature, and Influence of Isaac Newton's Theology*, p. 130, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1990. [«En el mateix sentit que els éssers humans dominen els seus propis cossos d'una manera limitada, Déu, il·limitadament, tindria un domini transcendental sobre la seva creació. El principi actiu de la voluntat divina seria un principi extraordinari. Gràcies a aquest atribut, Déu podria intervenir en el decurs ordinari de la naturalesa i sobre les lleis naturals de la manera que li plagués. La forma en què Déu governaria el món seria anàloga a la forma en què l'ésser humà fa una acció intencional. Per tant, l'home (i qualsevol altra criatura) dependria de Déu contínuament mentre que Déu no dependria de cap altra cosa»].

També és explícit, d'altra banda, que la convicció o la prudència de Newton asseguruen que el món no pot ser entès com el cos de Déu –«we are not to consider the World as the Body of God»-. Seria d'un panteisme flagrant afirmar que el món –és a dir, el conjunt de tots els ens materials que ocupen un lloc a l'espai- són el propi cos de Déu, però la convicció o l'atreviment de Newton no l'impedeixen entendre el substrat espacial, l'espai on els cossos mostren la seva existència, com l'atribut de Déu que el comunica amb la naturalesa, la seva obra. És cert, també, que el passatge, tan controvertit, es presta com a mínim a dues interpretacions: d'una banda, com suggereix Force –i ha estat un suggeriment habitual- l'espai com a «sensori» seria exclusivament la frontissa –o la «pell metafísica»- amb què Déu, des de la seva *transcendència* –«transcendental dominion»-, entraria en contacte amb la seva obra i, per tant, no hi hauria una explícita identificació entre Divinitat i l'espai pròpiament físic; la segona interpretació parangonaria Déu amb el propi espai –que no seria cap frontissa, sinó la pròpia naturalesa de Déu- i, subtilment, la seva voluntat equivaldria a les pròpies lleis que mouen l'Univers sencer, de manera que per «sensori» hauríem d'entendre la manifestació sensible de l'essència divina. Si bé és difícil no veure en aquesta segona possible interpretació un panteisme evident, la primera interpretació, en canvi, evita caure en un panteisme sense màscares, atès que allò que sigui Déu roman fora o a «l'altre costat» de la naturalesa, posant a bon resguard la seva teïsta transcendència. Tanmateix, que l'espai sigui identificat amb una manifestació divina –o el que és el mateix, un atribut de Déu, per molt que sigui un «atribut frontissa»-, també fa difícil eludir la possible acusació d'una certa *immanència* de Déu en el propi Univers. Potser no proposa un panteisme amb totes les seves lletres; però costa força defensar que no és una bona «guspira panteïsta».

Potser hom podria considerar aquests passatges de l'*Opticks* quelcom així com un ofuscament momentani o una eventual deficiència explicativa de Newton, alguna idea per ventura mal expressada, si no fos pel fet que nou anys més tard torna a aparèixer la mateixa imatge a l'Escolí General de 1713. Si bé en el passatge més misteriós i més críptic de tot l'escolí Newton entén que Déu «no és la duració ni l'espai, sinó que dura i està present», «non est duratio & spatium, sed durat & adest», tot just després afirma que «[Deus] durat semper, & adest ubique, & existendo semper & ubique, durationem & spatium constituit. Cum unaquaque spatii particula sit *semper*, & unumquodque durationis indivisibile momentum *ubique*, certe rerum omnium fabricator ac dominus non erit *nunquam*, *nusquam*»⁵¹³. I una mica més endavant, sense oblidar-se del passatge del Llibre dels Fets dels Apòstols, s'atreveix i diu: «In ipso continentur & moventur universa, sed sine mutua passione»⁵¹⁴.

Malgrat la dificultat que històricament ha ofert el text, i assumint la rellevància que poden contenir els matisos, el cert és que sir Isaac reprèn la tasca d'implicar en la definició de Déu aspectes que fan referència directa a l'extensió espacial i, afegeix ara, a la duració temporal. La visió més genèrica que hom extrau de la lectura del passatge és la identificació palmària que fa Newton del que contemporàniament entenem per «espaitemps» amb els atributs menys metafísics de Déu. Diem menys metafísics en el sentit que no es tracta ara d'atributs relatius a una existència transcendent –infinitud, eternitat, omnipotència, omnisciència, perfecció- sinó d'atributs que representen Déu

⁵¹³ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica, Scholium generale*, p. 528. [«[Déu] sempre dura i està present a tots els llocs, i, existint sempre i a tots els llocs, constitueix la duració i l'espai, Atès que cada partícula d'espai sempre existeix, i cada moment indivisible de duració és en algun lloc, aleshores certament, el constructor i senyor de totes les coses no serà mai, cap lloc»].

⁵¹⁴ *IBídem.*, p. 529. [«En ell es troben contingudes i es mouen totes les coses, però sense mútua interferència»].

com quelcom immanent al propi món físic –la temporalitat i l’extensió-. Així com entendríem que no hi ha espai ni temps més enllà, en la transcendència de l’espai i el temps, d’igual manera entenem que no hi ha atributs transcendentals en el món físic: efectivament, res en el món físic és infinit, etern, omnipotent, omniscient ni perfecte. Newton està trencant aquesta regla de la teologia teista de la separació atributiva i desplaça Déu del lloc transcendent que li pertocaria cap a la immanència. I en conseqüència, la guspira panteista, es vulgui o no, no queda extingida còndidament en els fragments que hem presentat de l’*Opticks*, sinó que, amb plena consciència –i aquesta plena consciència és molt significativa- es reafirma a l’Escriure General. Newton tampoc s’estalvia, la qual cosa torna a ser rellevant, que en Déu «es troben contingudes totes les coses» i que en Ell «es mouen totes les coses». La semàntica dels verbs «contenir» i «moure» posseeix un evident contingut físic: només pot «contenir» allò que és «recipient» i és «recipient» allò que ofereix espai, de forma que si és en Déu on es contenen totes les coses, la identificació de Déu amb l’espai es torna a fer palesa; d’altra banda, el moviment dels cossos és un efecte que defineix la pròpia essència de la ciència de la física i, per tant, s’entén que és impossible el moviment dels cossos sense l’existència del substrat espacial sobre el que operen.

Que Newton era conscient de l’atreuiment que suposava plantejar tesis properes a la immanència de Déu és una sospita justificada. Ho demostra el fet que ell mateix s’afanya a intentar reduir l’efecte de les seves afirmacions tot remetent a autoritats que hom no pot deixar de llegir. Quan proclama obertament que «en ell» –«in ipso»- «es troben contingudes i es mouen totes les coses, però sense mútua interferència», no dubta a afegir una anotació a peu de plana –fet relativament poc habitual en Newton- en la que enumera abundants referències a passatges clàssics destinades a reforçar el seu esmentat atreuiment. I «tal com opinaven els antics» –«Ita sentiebant veteres»-, comença citant, entre els grecs, Pitàgores, Tales, Anaxàgores i també l’inici dels *Phaenomena* d’Aratus, on l’autor afirma que Zeus omple els cels, la terra i el mar, sentint-lo aquí i arreu; i entre els llatins tot el llibre I del *De natura deorum* de Ciceró, i referències als passatges de les *Geòrgiques* i de l’*Eneida* de Virgili: «Deum namque ire per omnes terrasque tractusque maris caelumque profundum»⁵¹⁵ i «Principio coelum, ac terras, camposque liquentes, lucentemque globum lunae, titaniaque astra, spiritus intus alit, totamque infusa per artus Mens agitat molem, et magno se corpore miscet»⁵¹⁶. En el mateix sentit es refereix al judaisme hel·lènic del Llibre I de les Al·legories de Filó d’Alexandria i, tot seguit, adjunta fragments concrets dels autors sagrats de les Escriures que, tot i ésser menys clars i literals pel que fa a la seva immanència, tots proposen alguna mena d’omnipresència divina: no només el passatge dels Fets dels Apòstols del que abans n’hem fet menció, sinó també Joan 14:2: «A casa del meu Pare hi ha lloc per a molts»; Deuteronomi 4:39 i 10:14: «Reconeix, doncs, avui, que el Senyor és l’únic Déu: ni dalt al cel ni aquí baix a la terra no n’hi ha d’altre» i «Mira: el cel fins al cel del cel, i la terra amb tot el que conté són del Senyor, el teu Déu», respectivament; els Salms 139:7, 8 i 9: «On aniria lluny del teu esperit? On fugiria lluny de la teva presència? Si pujava dalt al cel, hi ets present, si m’ajeia als inferns, també t’hi trobo»; 1 Reis 8:27: «Però, és que Déu podria veritablement residir a la terra? Si ni el cel ni el cel del cel no poden contenir la teva immensitat, molt menys aquest temple que jo t’he construït»; Job 22:12, 13 i 14:

⁵¹⁵ P. VIRGILIUS MARO, *Georgica*, IV, ver. 220. [«Puix Déu és escampat per tota cosa, per terra i cel pregon i per mar ampla», *Geòrgiques*, p. 100, traducció catalana de Llorenç Riber, 1918].

⁵¹⁶ *Ibidem.*, *Eneida*, VI, ver. 725. [«Des del començ, el cel i la terra i les líquides planes i l’esfera brillant de la lluna i l’astre titànic, un esperit els penetra: difós pels membres, agita tota la massa, aquest seny, i amb el cos enorme es barreja», *L’Eneida*, p. 180, traducció catalana de Miquel Dolç, Alpha, 1958].

«Déu és al capdamunt del cel i veu sota d'ell les estrelles més altes. I tu goses dir: 'Què coneix Déu? Com pot jutjar a través de la tempesta? El vel dels núvols no li deixa veure res quan, caminant, fa el tomb del cel!'»; Jeremies 23:23 i 24: «Sóc un Déu que hi veu només de prop? Sóc un Déu que hi veu també de lluny! Ho dic jo, el Senyor. Ja pot buscar l'home amagatalls, que jo l'hi trobaré. Ho dic jo, el Senyor. No sabeu que jo omplo el cel i la terra? Ho dic jo, el Senyor». I, finalment, Newton, sense poder estar-se de mencionar els cultes pagans, assenyala que alguns «idòlatres» van adorar el cels mateixos, però, s'afanya a dir per tal d'evitar acusacions panteistes, que ho havien fet de manera incorrecta: «Fingebant autem idolatrae solem, lunam, & astra, animas hominum & alias mundi partes esse partes dei summi & ideo colendas sed falso»⁵¹⁷. Tanta evidència d'un immanentisme pagà ja no la troba acceptable. El que queda clar és que l'esperit de Newton es debat entre les inclinacions immanentistes que deixa entreveure el passatge publicat finalment a l'escoli –i que el mou a haver-se de justificar mitjançant l'anotació a peu de plana- i la correcció tradicional d'haver de preservar la transcendència divina –que l'obliga a titllar d'«errònia» l'adoració de la naturalesa per part del costum pagà. Però, al cap i a la fi, per molt debat interior que tingués entre la temptació immanentista i la prudència transcendent, el cert és que el que deixa escrit és que «en ell», agradi o no, «es *mouen* totes les coses». Qui vulgui, que no ho interpreti literalment.

Encara hi ha més elements per a la sorpresa. Aquell qui vulgui defensar que la interpretació de l'espai i el temps –l'espaitemps- com a «sensori» de Déu –i, per tant, Déu mateix actuant espacialment i temporal-, no és altra cosa que el resultat d'una dèria contra la teologia abstracta d'un Newton sexagenari, es topará irremeiablement amb un manuscrit sense títol de principis de la dècada dels noranta que li ensorrará la tesi. Aquest document⁵¹⁸, que James E. McGuire acaba titulant *Tempus et Locus* –escrit pocs anys després de la primera edició dels *Principia*, molt probablement l'any 1693-, ja manté l'opinió de la identificació entre l'existència de Déu i l'existència de l'espai i el temps absoluts. Newton hi deixa entendre que Déu és vivent, intel·ligent i poderós, una persona real i no una abstracció metafísica, i que existeix *a tots els llocs*; que entendre Déu com l'ésser suprem més enllà de l'espai i el temps és una concepció totalment abstracta que no descriu la realitat; que Déu no és en un «present» sense temps o intemporal, com entenia la versió escolàstica del «totum simul» –derivada de l'«ara etern» de Plotí, i introduïda a la doctrina per Agustí i Boeci-, sinó que «God's existence can be characterized by successiveness and the temporality of earlier and later. Indeed he calls God's life by the name 'He that was and is and is to come'. Thus in Newton's conception God's existence is sempiternal; for there is no time past, present or future at which God does not exist»⁵¹⁹. Segons el manuscrit, Déu existeix literalment de forma sempiterna a l'espai infinit i també literalment és presa la immensitat divina, i actuant en l'espai i a través del temps, Déu és una entitat activa a cada instant. En el document, Newton àdhuc arriba a relacionar la presència de Déu en l'espai infinit amb les pròpies lleis matemàtiques de la naturalesa i es

⁵¹⁷ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica, Scholium generale*, p. 529. [«Els idòlatres suposaven que el Sol, la lluna i els estels, les ànimes dels homes i també altres parts del món eren parts del Déu suprem i que, per tant, havien de ser adorades, però erròniament»].

⁵¹⁸ *Ibidem.*, Portsmouth Collection, Ms. Add. 3965.13, fol. 541-2 i 545-6.

⁵¹⁹ J. E. MCGUIRE, *Predicates of Pure Existence: Newton on God's Space and Time*, inclòs al recull *Philosophical Perspectives on Newtonian Science*, p. 92, edited by Ph. Bricker & R.I.G. Hughes, Massachusetts Institute of Technology, 1990. [«L'existència de Déu pot ser caracteritzada per la successió i la temporalitat de l'abans i del després. De fet, defineix la vida divina amb l'expressió 'Aquell que fou, és i serà'. Per això, segons la concepció de Newton, l'existència de Déu és sempiterna, per la qual cosa no hi ha passat, present ni futur en què Déu no existeixi»].

pregunta «whether the Prophets more correctly say that God is present absolutely in all places, and constantly sets in motion the bodies contained in them according to mathematical laws, except where it is to the good to violate those laws»⁵²⁰. En definitiva, la visió newtoniana de Déu també defuig la teologia abstracta en qüestions d'espai i temps des de molt abans que els fragments de l'*Opticks* i, per tant, no pot mantenir-se la idea d'una confusa extravagància d'un Newton de la tercera edat. Sir Isaac sempre va mantenir –almenys des de la publicació primera dels *Principia*- que «a deity worthy of human worship must exist in the world actually, substantially, and intimately. God must therefore be able to exist at all times and in all places and possess an intelligent life that literally exists through unending duration»⁵²¹.

Tanmateix, aquesta concepció de l'espai i temps com a sensoris de Déu no permet, si volem ser estrictes, parlar de panteisme en Newton. En primer lloc, perquè en cap cas no es dona una identificació entre Déu i el contingut material que ocupa lloc a l'espai, que sempre i en tot moment és vist com la creació finita dependent i posterior a l'existència divina. En segon lloc, perquè Newton, en el manuscrit que acabem de comentar, també s'esforça a fer palès que Déu no s'esgota en la seva dimensió d'espai com a «sensori»; amb l'objectiu de salvaguardar la transcendència divina, adverteix que la condició d'espai com a deïtat –que anomena «makom» seguint els termes jueus- és, per dir-ho d'alguna forma, accidental, en el sentit que «Déu s'ha fet espai» però podria no haver-ho fet i, per tant, l'espai no és un atribut essencial de Déu; o podria dir-se que Déu és *en* l'espai però no és exclusivament ell ni tampoc s'hi identifica plenament. Que Déu sigui l'espai *de facto* no implica que ho sigui *de iure*, i per tant, el que Déu pugui transcendeix la seva pròpia espaiositat. L'any 1719, en un esborrany que va enviar a Des Maizeaux, s'expressa similarment en els mateixos termes: «When the Hebrews called God *makom* place, the place in which we live & move & have our being & yet did not mean that space is God in a literal sense»⁵²². És veritat que aquest esborrany l'escriu Newton en el context de les seves disputes teològiques amb Leibniz, però el fet que s'hagués expressat de manera semblant al *Tempus et Locus* de 1693 impossibilita que fos una improvisació per a defensar-se. Sigui com sigui, totes aquestes consideracions al voltant del manuscrit de 1693 també deixen al descobert el que ja havíem anunciat: que és inherent al discurs de Newton la tensió entre la necessitat de preservar la divina transcendència i l'afany d'acollir una versió intramundana i fisicista de Déu.

Atès que, com pot veure's, allò que Newton hauria deixat escrit no reflecteix en absolut un panteisme estricte, cal repensar si, voluntàriament o involuntària, no hauria caigut en alguna mena de «panenteisme» inconscient. S'entén normalment per *panenteisme* –esbossat per primera vegada pel filòsof alemany Karl Christian Friedrich Krause (1781-1832) per tal d'harmonitzar el teisme amb el panteisme- la

⁵²⁰ I. NEWTON, Portsmouth Collection, Ms. Add. 3965.13, fol. 542, University Library, Cambridge. [«[...] si els profetes no diuen més correctament que Déu està absolutament present a tots els llocs, i que constantment posa en moviment els cossos que s'hi contenen segons les lleis matemàtiques, menys quan, per alguna bona raó, calgui violar aquestes lleis»].

⁵²¹ J. E. MCGUIRE, *Predicates of Pure Existence: Newton on God's Space and Time*, inclòs al recull *Philosophical Perspectives on Newtonian Science*, p. 94, edited by Ph. Bricker & R.I.G. Hughes, Massachusetts Institute of Technology, 1990. [«Una deïtat digna de la veneració humana ha d'existir en el món realment, substancialment, íntimament. Per això, Déu ha d'existir en tots els temps i a tots els llocs i posseir una vida intel·ligent que, literalment, existeixi a través d'una duració infinita»].

⁵²² I. NEWTON, *Advertissement au Lecteur*. Extret de I. B. COHEN, *Isaac Newton's Principia, the Scriptures, and the Divine Providence*, p. 101, a *Philosophy, Science and Method*, St. Martin's, New York, 1969. [«Quan els hebreus anomenaven Déu l'espai *makom*, no volien significar que l'espai en què vivim, ens movem i som, fos Déu en un sentit literal»].

concepció teològica que es figura Déu com a immanent i transcendent a la vegada, de manera que conté l'Univers sencer però, al mateix temps, el supera i s'erigeix com a entitat supramundana. Hom confon sovint la mirada panenteïsta amb la del *pandeïisme*, que, de manera distinta, postula un Déu no físic creador que esdevé el món o «es fa món» en el seu acte primigeni de creació: estrictament no podria parlar-se d'un Déu original transcendent atès que el món encara no hauria estat creat, però sí d'una evolució divina d'un cert estat «pre-immanent» a un absolut panteïisme immanentista⁵²³. És obvi que el pensament de Newton no s'apropa gens a un esquema pandeïsta; però té alguns elements que l'apropen a cert panenteïisme.

Un panenteïisme ortodox segueix una estructura de subconjunts: la realitat física és un subconjunt B-(Món) que pertany al conjunt superior A-(Déu) i que es genera i es desenvolupa *en* ell. El món i la seva dimensió material són Déu, però Déu és més coses que estrictament el món: aquest excedent de Déu és la seva transcendència. Vist així, el panenteïisme ortodox és un *panenteïisme material*, puix que *tots* els continguts del món –i per tant, els cossos i la seva materialitat– són i estan en Déu. Des d'aquest punt de vista, malgrat l'excedència transcendent de Déu, hom no deixa d'identificar la realitat física amb Déu i, en conseqüència, engloba un panteïisme sever. Es veu, doncs, que no pot haver-hi en Newton cap panenteïisme ortodox o material, atès que sir Isaac no deixa escrit *en cap fragment* una visió d'aquesta magnitud. Però sí que hom pot adscriure a Newton certa tendència a un *panenteïisme formal*, entenent per aquest terme una descripció de Déu que no només manté –i és, fonamentalment– la seva transcendència sinó que també admet dins seu *les formes de la materialitat*, és a dir, les formes o condicions en les que l'existència dels cossos és possible com a contingut o, en altres paraules, l'espai i el temps, l'espaitemps; no obstant això, els continguts d'aquestes formes, els cossos materials, no formarien part de Déu, sinó que restarien com la seva obra creada i externa a ell. Per molt que Newton vulgui fins i tot provar de desempallegar-se del panenteïisme formal adduint que l'espai i el temps físics que copsem els humans no són en realitat el «makom» diví, el cert és que aquesta visió formalista del panenteïisme seria palmària en Newton des del moment que diu que Déu és literalment temporal –i que, per tant, és en els tres estats del temps, passat, present i futur, rebutjant el «totum simul» escolàstic– i que l'espai és el «sensori» de Déu, «la pell metafísica», com dèiem, amb què Déu «es presenta» al món físic. En el fons, és el panenteïisme formal el que permet Newton superar l'aporia que presenta el teïisme ortodox quan afirma que «Déu està en totes les coses» i alhora rebutja d'una

⁵²³ El *pandeïisme* s'ha vist promocionat actualment degut al marc teòric que ofereix la hipòtesi del *big bang*. Hi ha qui ha entès que una entitat divina i omnipotent prèvia al físicisme del món, i àvida de la creació, ha esdevingut material a través del *big bang* tot abandonant el seu estatus pre-físic en un acte creatiu voluntari. En aquest acte creatiu i evolutiu, Déu hauria deixat de ser Déu per convertir-se en imperfecció mitjançant la conversió en tots els fragments corporis que componen l'Univers. El sentit historicista que s'amaga rere aquesta concepció és que l'Univers camina cap a una apocatàstasi, en la que tota la entitat material es reunirà de nou en l'entitat divina originària. Scott Adams ha elaborat la doctrina de la «kenosi radical» a la seva obra *God's Debris*, on afirma que el Déu pre-físic primigeni va destruir-se a si mateix convertint-se en *big bang* perquè la seva omnisciència no seria tal fins que no tingués coneixement de la seva pròpia inexistència: «A God who knew the answer to that question would indeed know everything and have everything. For that reason he would be unmotivated to do anything or create anything. There would be no purpose to act in any way whatsoever. But a God who had one nagging question –what happens if I cease to exist?– might be motivated to find the answer in order to complete his knowledge», S. ADAMS, *God's Debris*, p. 43, Ed. Andrews McMeel, Kansas City, 2004. [«En efecte, un Déu que sabés la resposta a aquesta pregunta tot ho sabria i tot ho tindria. Per aquesta raó no hi hauria en ell cap motivació per a fer o crear cap cosa. No tindria cap propòsit per actuar d'alguna manera. Però un Déu que tingués una pregunta incòmoda –què passaria si deixo d'existir?– podria estar motivat per a trobar la resposta i completar així el seu coneixement»].

manera frontal, àdhuc ben combativa, qualsevol interpretació panteïsta. «Traditional theism asserts the *omnipresence* of God and, while it strongly wishes to maintain that this is not equivalent to pantheism, the difference between saying that God *is present everywhere in everything* and saying that God *is everything* is far from easy to explain. If omnipresence means, not simply that God is cognisant of or active in all places, but literally that he exists everywhere, then it is hard to see how any finite being can be said to have existence external to God. Indeed, for Isaac Newton and Samuel Clarke divine omnipresence was one and the same thing as space, which they understood as ‘the sensorium of God’»⁵²⁴. Dir, però, que l’espaitemps és el sensori de Déu per a salvar l’aporia esmentada, és la guspira immanentista que hom ha d’estar disposat a pagar com a peatge.

§ 8.5 Les consegüents acusacions de panteïsmes

Voltaire, a la seva obra *Éléments de philosophie de Newton* (1738), es fa ressò de la versió formal del panenteïsmes de Newton i titula el segon capítol «De l’espace et de la durée comme propriétés de Dieu», assumint amb normalitat que l’espaitemps és una propietat divina. I acte seguit ens alligona: «Newton regarde l’espace et la durée comme deux êtres dont l’existence suit nécessairement de Dieu même; car l’Être infini est en tout lieu, donc tout lieu existe: l’Éternel dure de toute éternité, donc une éternelle durée est réelle»⁵²⁵. I a continuació menciona el fragment de la Query 28 de l’*Opticks* que hem citat més amunt i, per ell mitjan, explicita el mot «sensorium» que Newton havia establert per a l’espai, com a medi i manifestació per la qual Déu actua i veu, discerneix i conté totes les coses. Immediatament després, Voltaire informa que el filòsof Leibniz va atacar i oposar-se frontalment a aquesta idea, i que la consort del rei d’Anglaterra –llegeixi’s Caroline von Ansbach-, sabedora de l’enfrontament, va convidar-los a dirimir les seves diferències epistolament, proposta a la qual Newton va negar-se i que, en substitució seva, Clarke va prendre les regnes de l’afer: «Cette princesse, digne d’être en commerce avec Leibnitz et Newton, engagea une dispute réglée par lettres entre les deux parties. Mais Newton, ennemi de toute dispute, et avare de son temps, laissa le docteur Clarke, son disciple en physique, et pour le moins son égal en métaphysique, entrer pour lui dans la lice. La dispute roula sur presque toutes les idées métaphysiques de Newton; et c’est peut-être le plus beau monument que nous ayons des combats littéraires»⁵²⁶.

⁵²⁴ R. OAKES, *Divine Omnipresence and Maximal Immanence: Supernaturalism versus Pantheism*, p. 171-9, extret de la revista *American Philosophical Quarterly*, n. 43(2), University of Illinois Press, 2006. [«El teïsmes tradicional postula l’omnipresència de Déu mentre que desitja fermament mantenir que això no equival a panteïsmes; però la diferència entre dir que Déu *està present arreu en totes les coses* i dir que Déu *és totes les coses*, és lluny de poder ser explicada fàcilment. Si omnipresència significa, no simplement que Déu coneix o actua arreu, sinó que literalment existeix arreu, aleshores és molt difícil de veure com podria dir-se d’un ésser finit que té una existència externa a Déu. Per això, per a Isaac Newton i Samuel Clarke l’omnipresència divina és la mateixa cosa que l’espai, que ells varen entendre com el ‘sensori de Déu’»].

⁵²⁵ VOLTAIRE, *Éléments de philosophie de Newton*, VI, p. 436, extret de *Oeuvres complètes de Voltaire*, l’Imprimerie de Fain chez Th. Desoer, Paris, 1817. [«Newton considera l’espai i la duració com dues realitats, l’existència de les quals emana necessàriament de Déu mateix, puix que l’Ésser infinit és arreu i, per tant, existeixen tots els llocs: l’Ésser etern dura tota l’eternitat i, en conseqüència, la duració eterna és real»].

⁵²⁶ *Ibidem*. [«Aquesta princesa, digna de tractar amb Leibniz i Newton, va idear una disputa epistolament entre els dos partits. Però Newton, que era enemic de tota disputa i molt gelós del seu temps, va deixar que fos el doctor Clarke, el seu deixeble en temes de física i almenys el seu igual en metafísica, qui

Tornem a trobar-nos, doncs, després d'aquests majestuosos elogis, en el context de la correspondència entre Leibniz i Clarke. En efecte, els plantejaments que fa Leibniz a la primera carta i que obren la «llicia» no només són una queixa, com ja havíem dit al capítol anterior, sobre el debilitament que la teologia racional estava patint a Anglaterra, sobre les idees de Locke al voltant de la impensable concepció de les ànimes corporals i sobre les tesis newtonianes d'una intervenció divina sobre la natura, sinó que hi subratlla també *la impossibilitat que l'espai sigui el sensor de Déu*. El passatge de la primera carta de Leibniz –recordem que data del novembre de 1715– és curt i té ànim de setge: «Mr. Newton dit que l'espace est l'organe, dont Dieu se sert pour sentir les choses. Mais, s'il a besoin de quelque moyen pour les sentir, elles ne dépendent donc pas entièrement de lui, & ne sont point sa production»⁵²⁷. És rellevant veure que, en aquest fragment, Leibniz no nega que Déu «senti» les coses, sinó que aquest sensor no pot ser l'espai ni cap cosa física intramundana, atès que si fos així significaria que Déu depèn d'alguna cosa, i aquesta dependència li trau poder sobre la cosa, fet que denotaria que la cosa no seria creació divina. I, a més, si l'espai és l'òrgan i sensor a través del qual Déu es presenta i percep totes les coses, aleshores és del tot necessari que les coses actuïn sobre Déu, la qual cosa demostraria que Déu només és una «ànima del món»: «Si Dieu sent ce qui se passe dans le monde, par le moyen d'un *sensorium*; il semble que les choses agissent sur lui, & qu'ainsi il est comme on conçoit l'*Ame du Monde*. [...] On seroit mieux de renoncer tout-à-fait à ce *sensorium* prétendu»⁵²⁸. Resumint: que si, com fa Newton, l'espai és l'òrgan que actua com a sensor de Déu, llavors, inevitablement vulgui o no vulgui, Newton està caient en un immanentisme que a casa de Leibniz és a prop del panteisme.

Clarke capta a l'instant que l'acusació mig encoberta de panteisme per part de Leibniz es dibuixa a partir de les idees que «l'espai és l'òrgan del que Déu se serveix per a sentir les coses» i que «Déu necessita algun mitjà per sentir-les», o el que és el mateix a judici de Leibniz: que si l'espai és, com deïem, la «pell metafísica» de Déu que fa frontissa amb el món, llavors Déu contacta *físicament* amb el món. Els esforços de Clarke, doncs, aniran destinats a convèncer Leibniz que l'espai no és pas un òrgan ni un mitjà pel qual Déu rebí informació del món, sinó que Déu, sent omnipresent com és, percep *de manera immediata* les coses en l'espai; sent difícil com és d'entendre això, Clarke treu el símil del ser humà i les seves representacions:

«Mr. le Chevalier Newton ne dit pas, que l'espace est l'organe dont Dieu se sert pour apercevoir les choses; il ne dit pas non plus, que Dieu ait besoin d'aucun moyen pour les apercevoir. Au contraire, il dit que Dieu, étant présent par-tout, aperçoit les choses par sa présence immédiate, dans tout l'espace où elles sont, sans l'intervention ou le secours d'aucun organe, ou d'aucun moyen. Pour rendre cela plus intelligible, il l'éclaircit par une comparaison. Il dit que comme l'ame, étant immédiatement présente aux images qui se forment dans le cerveau par le moyen des organes des sens, voit ces images comme si elles étoient les choses mêmes qu'elles représentent; de même Dieu voit tout par sa présence immédiate,

entrés per ell en la llicia. La disputa va girar al voltant de gairebé totes les idees metafísiques de Newton; i potser es tracta del monument més bell que posseïm de tots els combats literaris»].

⁵²⁷ G.W. LEIBNIZ, *Carta a Caroline von Ansbach*, novembre de 1715. Extreta de *Gothofredi Guillelmi Leibnitii Opera Omnia*, Vol. II, Part I, p. 110, Genevae apud fratres de Tournes, 1768. [«Newton diu que l'espai és l'òrgan del que Déu se serveix per a sentir les coses. Però si necessita d'algun mitjà per sentir-les és que aquestes no depenen pas del tot d'ell i és que no són la seva obra»].

⁵²⁸ G.W. LEIBNIZ, *Cinquième écrit de Mr. Leibniz, ou réponse à la quatrième réplique de Mr. Clarke*, del 18 d'agost de 1716, *ibidem.*, p. 160. [«Si Déu sent el que passa al món mitjançant un *sensori*, sembla aleshores que les coses actuïn sobre ell, i és així com es concep l'*ànima del món*. [...] Millor fora si renunciessin per a sempre a aquest pretès *sensori*»].

étant actuellement présent aux choses mêmes, à toutes les choses qui sont dans l'Univers, comme l'ame est présente à toutes les images qui se forment dans le cerveau. Mr. Newton considère le cerveau & les organes des sens, comme le moyen par lequel ces images sont formées; & non comme le moyen par lequel voit ou aperçoit ces images, lorsqu'elles sont ainsi formées. Et dans l'Univers, il ne considère pas les choses, comme si elles étoient des images formées par un certain moyen ou par des organes; mais comme des choses réelles, que Dieu lui-même a formées, & qu'il voit dans tous les lieux où elles sont, sans l'intervention d'aucun moyen. C'est tout ce que Mr. Newton a voulu dire par la comparaison, dont il s'est servi, lorsqu'il suppose que l'espace infini est, pour ainsi dire, le sensorium de l'Être qui est présent partout». ⁵²⁹

La defensa de Clarke és que l'espai no és en Newton l'òrgan de la sensació de Déu sobre totes les coses –volent evitar així el contacte físic amb el món-, sinó que l'espai on són totes les coses es fa present a l'esperit viu i intel·ligent de Déu com a l'ànima humana se li fan presents les representacions de totes les coses. Leibniz creu que Clarke, responent-li això, el vol fer ben combregar amb rodes de molí i s'irrita notablement; perquè, respon, Newton utilitza a l'*Opticks* la paraula «sensorium», i «sensorium» sempre ha significat, diu, l'òrgan de la sensació –amb el component físic que denota- i no pas la potencial capacitat d'un ésser de representar-se coses: «Il se trouve expressément dans l'Appendice de l'Optique de Mr. Newton, que l'espace est le *sensorium* de Dieu. Or le mot *sensorium* a toujours signifié l'organe de la sensation. Permis à lui & à ses amis de s'expliquer maintenant tout autrement. Je ne m'y oppose pas»⁵³⁰. S'inaugura així la batalla per la definició exacta de «sensorium», que Leibniz sempre entendrà com l'òrgan de la sensació a través del qual es rep una informació externa i Clarke voldrà entendre'l com una disposició de l'intel·lecte capaç de representar-se coses. La resposta de Clarke insisteix en definir «sensorium» com la virtut d'una ànima de representar-se coses i, a més, vol aclarir d'una manera poc fina dialècticament, que Newton, en realitat, només diu literalment que l'espai és «com si fos» el sensori de Déu: «Le mot de *sensorium* ne signifie pas proprement l'organe, mais le lieu de la sensation. L'oeil, l'oreille, &c, sont des organes; mais ce ne sont pas de *sensoria*. D'ailleurs, Mr. le Chevalier Newton ne dit pas que l'espace est un *sensorium*; mais qu'il est, (par voie de comparaison) *pour ainsi dire*, le sensorium,

⁵²⁹ S. CLARKE, *Carta a Leibniz*, 26 de novembre de 1715, *Première réplique de Mr. Clarke, ibidem.*, pp. 111-2. [«Sir Isaac Newton no diu que l'espai sigui l'òrgan del qual Déu se serveix per a percebre les coses, ni que necessiti de cap mitjà pel qual percebre les coses, sinó que, contràriament, sent omnipresent, percep totes les coses per la seva immediata presència a elles a tot l'espai siguin on siguin, sense la intervenció de cap òrgan o mitjà. Per fer això més intel·ligible, ho il·lustra amb una comparació: així com la ment de l'home, per la seva immediata presència a les representacions o imatges de les coses formades al cervell mitjançant els òrgans de la sensació, veu aquelles imatges com si fossin les coses mateixes, de la mateixa manera Déu veu totes les coses per la seva immediata presència a elles estant actualment present a les coses mateixes, a totes les coses de l'Univers, com la ment de l'home està present a totes les imatges de les coses formades al seu cervell. Sir Isaac Newton considera el cervell i els òrgans de la sensació com els mitjans per on es formen aquestes imatges, però no com els mitjans pels quals la ment les veu o les percep quan estan formades així. I no considera les coses de l'Univers com si fossin imatges formades per certs mitjans o òrgans, sinó com coses reals creades per Déu mateix i vistes per ell arreu, siguin on siguin, sense la intervenció de cap mitjà en absolut. I aquesta comparació és tot el que vol dir quan suposa que l'espai infinit és com si fos el sensori de l'Ésser omnipresent»].

⁵³⁰ G.W. LEIBNIZ, *Second écrit de Mr. Leibniz*, desembre de 1715, *ibidem.*, p. 114. [«Expressament es troba a l'Apèndix de l'Òptica de Newton que l'espai és el *sensorium* de Déu. Sent com és que la paraula *sensorium* sempre ha significat l'òrgan de la sensació, li permeto a ell i als seus amics que s'expliquin d'una altra manera. No m'hi oposo pas»].

&c»⁵³¹. Una resposta aquesta que clou certa contradicció, puix que si Newton tingués realment clar que el sensori és el lloc i no l'òrgan de la sensació, seria innecessari dir que l'espai és «com si fos el sensori». Malgrat tot, Manuel creu que Newton i Clarke volien sentir-se ofesos per la literalitat amb què es prenia els passatges de l'*Opticks* un home intel·ligent com Leibniz: «When Newton wrote *sensorium of God* in a Query to the 1706 edition of the *Optics* he was tossing off a similitude, an analogy, he was thinking in terms of the world as God's templum; and yet Leibniz pretended to take him literally though he patently knew otherwise»⁵³². Però també remarca els seus dubtes sobre aquesta *analogia*: «Did Newton mean that God intimately discerns and clearly sees things in infinite space in his sensorium, or 'as it were' in his sensorium? Did he later add the word *tanquam*, the 'as it were', on page 315 of some copies of the 1706 *Optics* with the intention of covering himself? Inquiry into such momentous problems doubtless is a legitimate intellectual enterprise»⁵³³. Sigui com sigui, Leibniz es fa tant l'enujgat amb la resposta –com pot algú afirmar que un «sensorium» no és l'òrgan sinó el lloc de la sensació?– que comença a traure diccionaris sobre la taula i l'afer pren un caire més combatiu i polèmic: «Il sera difficile de nous faire accroire, que dans l'usage ordinaire, *sensorium* ne signifie pas l'organe de la sensation. Voici les paroles de *Rudolphus Goclenius*, dans son *Dictionarium Philosophicum, v. Sensorium: Barbarum Scholasticorum*, dit-il, *qui interdum sunt simiae Graecorum. Hi dicunt αἰσθητήριον, ex quo illi fecerunt sensorium pro sensorio, id est, organo sensationis*»⁵³⁴.

La combativitat de Clarke també és molt manifesta: atès que hom està parlant de Newton, respon, hom s'ha d'atènyer al sentit amb què Newton empra les paraules, i el que pugui dir Goclenius és ara ben irrellevant o prescindible. Posats a buscar diccionaris, Clarke indica que Scapula assegura que «sensorium» és el lloc, o «domicilium», on resideix l'enteniment. Si Goclenius diu que el sensori és l'òrgan de la sensació, aleshores es ben equivoca, perquè Déu no s'uneix al món amb cap òrgan ni cap mitjà i, tanmateix, *sent* les coses per la seva presència immediata a l'espai: «Il ne s'agit pas de savoir ce que Goclenius entend par le mot de *sensorium*; mais en quel sens Mr. le Chevalier Newton s'est servi de ce mot dans son livre. Si Goclenius croit que l'oeil, l'oreille, ou quelque'autre organe des sens, est le *sensorium*, il se trompe. Mais quand un auteur employe un terme d'art, & qu'il déclare en quel sens il s'en sert, à quoi bon rechercher de quelle manière d'autres écrivains ont entendu ce même terme? *Scapula* traduit le mot, dont il s'agit ici, *domicilium*, c'est-à-dire, le lieu où

⁵³¹ S. CLARKE, *Seconde replique de Mr. Clarke*, 10 de gener de 1716, *ibídem.*, p. 118. [«La paraula *sensorium* no significa pròpiament l'òrgan, sinó el lloc de la sensació. L'ull, l'oïda, etc., són òrgans, però no sensoris. D'altra banda, sir Isaac Newton no diu que l'espai sigui el sensori, sinó que només és, per via de la comparació, *com si fos* el sensori, etc.»].

⁵³² F. E. MANUEL, *The religion of Isaac Newton*, p. 77, Oxford Clarendon Press, 1974. [«Quan Newton va escriure el sensori de Déu a una de les *Qüestions* de l'edició de l'*Opticks* de 1706, estava improvisant una similitud, una analogia, pensava sota termes en què el món era com un temple de Déu; i ara, Leibniz pretenia prendre-s'ho literalment malgrat l'evidència que sabia que no era així»].

⁵³³ *Ibídem.*, p. 77. [«Volia dir Newton que Déu discerneix i íntimament i veu clarament les coses en l'espai infinit en el seu sensori, o 'com si fos' en el seu sensori? Va afegir més tard la paraula *tanquam*, el 'com si fos', a la pàgina 315 d'algunes còpies de l'*Opticks* de 1706 amb la intenció de cobrir-se les esquenes? Preguntar-se per aquests problemes decisius és, sense dubte, una tasca intel·lectual ben legitimada»].

⁵³⁴ G.W. LEIBNIZ, *Troisième écrit de Mr. Leibniz*, 25 de febrer de 1716, *ibídem.*, p. 122. [«Seria difícil fer-nos creure que, en el seu ús ordinari, *sensorium* no significa l'òrgan de la sensació. Aquestes són les paraules de Rudolphus Goclenius al seu Diccionari Filosòfic, v. *Sensorium: barbarisme escolàstic que imita els grecs. Aquests diuen αἰσθητήριον. I ells, de sensorium, en van fer sensorium, o el que és el mateix, l'òrgan de la sensació*»]. El diccionari de Goclenius va ser publicat a Frankfurt l'any 1613.

l'ame réside»⁵³⁵. Tot menyspreant l'autoritat i el diccionari de Scapula, a qui Leibniz no deuria considerar filòsof coneguda la fosca història que hi havia al darrera, Leibniz mostra la seva impaciència esperant a què algú li digui quin filòsof no ha emprat «sensorium» com a òrgan de la sensació. Afegeix a més que ningú li por retraure haver posat sobre la taula el diccionari, atès que els diccionaris per a això hi són, per a assegurar-se què signifiquen els mots. Leibniz es reafirma en la seva opinió que «sensorium» no es pot entendre de cap altra més manera que com a òrgan de la sensació i afirma, ara per primer cop, que si Newton empra així el terme és perquè, d'alguna manera, entén Déu com a immanent al món i implicat directament en les coses físiques:

«Je serois bien aise de voir le passage d'un philosophe, qui prenne *sensorium* autrement que Goclenius. [...] Si Scapula dit que *sensorium* est la place où l'entendement réside, il entendra l'organe de la sensation interne. Ainsi il ne s'éloignera point de Goclenius. [...] Il n'y a guère d'expression moins convenable sur ce sujet, que celle qui donne à Dieu un *sensorium*. Il semble qu'elle le fait l'Ame du Monde. Et on aura bien de la peine à donner à l'usage que Mr. Newton fait de ce mot, un sens qui le puisse justifier. [...] Dieu s'aperçoit des choses en lui-même. L'espace est le lieu des choses, & non pas le lieu des idées de Dieu: à moins qu'on ne considère l'espace comme quelque chose qui fasse l'union de Dieu et des choses, à l'imitation de l'union de l'ame et du corps qu'on s'imagine; ce qui rendroit encore Dieu l'Ame du Monde».⁵³⁶

S'enroca tant Leibniz en la seva opinió –que creiem prou justificada- que Clarke opta per abandonar i no esgrimeix més arguments, sinó que, com si no hagués estat escoltat o dubtant irònicament de les capacitats de Leibniz, li suggereix tornar-se a llegir les respostes ja escrites a les cartes anteriors: «On revient encore ici à l'usage du mot de *sensorium*, quoique Mr. Newton se soit servi d'un correctif, lorsqu'il a employé ce mot. Il n'est pas nécessaire de rien ajoûter à ce que j'ai dit sur cela»⁵³⁷. I Leibniz, com a última paraula, es mofa de la poca intel·ligibilitat del vocabulari de Newton: «On s'excuse de n'avoir point dit que l'espace est le *sensorium* de Dieu, mais

⁵³⁵ S. CLARKE, *Troisième réplique de Mr. Clarke*, 15 de maig de 1716, *ibidem.*, p. 126. [«La qüestió no és què significa Goclenius, sinó què significa sir Isaac Newton amb la paraula *sensorium*, quan la discussió se centra sobre el sentit del llibre de sir Isaac Newton. Si Gocleni creu que l'ull, l'orella, o qualsevol altre òrgan dels sentits, és un sensori, aleshores erra. Quan un autor, doncs, empra un terme i explicita en quin sentit l'està emprant, quin sentit té buscar de quina manera l'han entès altres autors? Scapula fa equivaldre el mot com aquí es tracta, *domicilium*, és a dir, el lloc on resideix l'ànima»]. Clarke es refereix al diccionari de Johannes Scapula, publicat al 1579; Scapula havia estat el corrector de l'obra de Henricus Stephanus (1528-1598) *Thesaurus Graecae Linguae ab Henrico Stephano* (1572); aquest *Thesaurus* de Stephanus va ser molt expurgat per la Santa Inquisició, de manera que Scapula va aprofitar-se d'aquest fet i va publicar un epítom no censurable del *Thesaurus* de Stephanus i va endur-se tota la fama, sent un gran èxit de vendes.

⁵³⁶ G.W. LEIBNIZ, *Quatrième écrit de Mr. Leibniz*, 2 de juny de 1716, *ibidem.*, p. 131. [«Estic molt desitjós de veure els passatges dels filòsofs on *sensorium* es prengui de manera distinta que en Goclenius. [...] Si Scapula diu que *sensorium* és el lloc on resideix l'enteniment, entendra l'òrgan de la sensació interna. Així no s'allunyarà gens de Goclenius. [...] No hi ha expressió menys afortunada sobre aquest tema que la que dona a Déu un *sensorium*. Sembla fer-lo ànima del món, i ens costarà molta feina donar a l'ús que fa Newton d'aquest mot un sentit que el pugui justificar. [...] Déu percep les coses en si mateix. L'espai és el lloc de les coses, i no el lloc del es idees de Déu, a menys que es consideri l'espai com quelcom que realitza la unió de les coses i Déu, a imitació de la unió de l'ànima i del cos que imaginem, la qual cosa també faria de Déu una ànima del món»].

⁵³⁷ S. CLARKE, *Quatrième réplique de Mr. Clarke*, 26 de juny de 1716, *ibidem.*, p. 139. [«S'insisteix encara en l'ús de la paraula *sensorium*, tot i que Newton faci certes especificacions sobre com a emprat aquest mot. No és necessari afegir res al que ja he dit sobre aquest tema»].

seulement *comme son sensorium*. Il semble que l'un est aussi peu convenable, & aussi peu intelligible que l'autre»⁵³⁸. Clarke respon Leibniz el 29 d'octubre de 1716 en una cinquena i última carta de l'intercanvi, sense fer cap al·lusió directa més al tema del «sensorium», com havia avisat a la carta anterior. Leibniz ja no va respondre més: va morir el 14 de novembre de 1716.

La guerra pel sentit de la paraula «sensorium» és la guerra que dirimeix la validesa o no de l'immanentisme pro panteista. Per a Leibniz, qui s'havia inspirat en els principis cartesians, Newton destrueix l'estructura tripartida substancial –ment, món, Déu- en la mesura que sembla imputar atributs extensos, com a mínim, a la substància divina. Era una pedra angular de tot el racionalisme continental europeu que només el món material té atributs extensos i que la substància pensant o «cogito» i la substància divina no podien manifestar-se extensament. Per a aquests mateixos racionalistes, per tant, en termes ben generals, atribuir extensió a la figura divina era, comptat i debatut, una mena de monisme panteista, atès que no es guaria la perfecta separació entre divinitat i extensió. Leibniz creu que el fet que Newton digui que l'espai i el temps són el sensori de Déu, s'interpreti com s'interpreti, és com dir que Déu és i participa de la pròpia extensió dels cossos, cosa que no deixa massa opcions per a evitar l'acusació de panteisme. Per a Leibniz, la defensa de Clarke és un exemple del devessall de contradiccions a què s'arriba si no es manté amb claredat i fermesa la separació substancial que la raó imposa: no es pot dir que l'espai i el temps són el sensori de Déu i al mateix temps voler convèncer de la plena transcendència de Déu; no es pot dir que Déu és o és *en* l'extensió i afirmar alhora que la substància divina és inextensa; no es pot dir que Déu és *literalment* a tots els llocs i a cada instant i no voler sortir-se al mateix temps, potser per alguna mena de por, de la visió trisubstancial.

Aquesta interpretació leibniziana de Newton com a panteista –o alguna cosa propera al panteisme- ha deixat empremta en una gran quantitat d'estudiosos que, entenent que és indiferent dir que Déu és *en* l'espai i *en* el temps que dir que Déu és l'espai i el temps –adduint que, a efectes pràctics, no hi hauria més diferència que la confusió terminològica-, han volgut veure en les tesis newtonianes un apropament evident al panteisme o, com a mínim, una negació de la separabilitat substancial pròpia de la mirada racionalista. Janiak, per exemple, és lacònic afirmant de Newton que «his view that God does not exist beyond the bounds of the universe, but is instead intimately present to every object in nature throughout the history of the universe, underwrites his view that the study of God is part of natural philosophy. Since God is physical in a limited but crucial sense, no special metaphysical method of inquiry is required to know the divine being»⁵³⁹. Efectivament, la majoria d'aquests autors entenen que el lligam entre la tesi de l'espai i el temps com a sensori de Déu i la tesi que hom només pot conèixer Déu a través de les seves obres naturals és, a part de coherent, prova inequívoca del seu panteisme.

Hom es pregunta si el teisme de Newton ha de ser, doncs, superat del tot. Una superació que duria a una *visió física* del Déu de Newton, en la que Déu es confon amb totes les coses del món, coses físiques i extenses, coses que són en el temps i en

⁵³⁸ G.W. LEIBNIZ, *Cinquième écrit de Mr. Leibniz*, 18 d'agost de 1716, *ibidem.*, p. 160. [«S'excusen afirmant no haver dit que l'espai és el *sensorium* de Déu, sinó haver dit només *com el seu sensorium*. Sembla que l'una cosa és tan poc adequada i tan poc intel·ligible com ho és l'altra»].

⁵³⁹ A. JANIAC, *Newton as Philosopher*, p. 165, Cambridge University Press, 2008. [«La seva creença que Déu no existeix rere els límits de l'Univers, sinó que està íntimament present en cada objecte de la naturalesa al llarg de la història de l'Univers, recolza la seva tesi que el coneixement de Déu és part de la filosofia natural»].

la història, rebutjant la visió transcendentalista del «totum simul» que posa Déu més enllà de l'espai, del temps i de la història. El mateix Janiak no s'atura i assereix que el Déu de Newton, gens propi a la seva època, era un «Déu físic»:

«I have argued throughout that Newton's metaphysics is not purely physical. But in another sense, his metaphysics is physical, for all substances are physical: all substances, whether finite or infinite, whether contingent or necessary, are physical in precisely the sense that they are spatiotemporal local actors. My action at any instant is limited to my location at that instant, a fact that expresses the nature, not only of my body, but of my mind as well. Most strikingly, God's omnipotence and infinitude is construed in terms of God's action at any place in the universe at any moment of its history. This constitutes a radical rejection of the view –articulated often in the seventeenth century– that metaphysics concerns non-physical entities such as God and the soul. For Newton, metaphysics does not completely reflect physical theory, but it concerns precisely the same types of substance that physics concerns. The objects of metaphysics have become physical».⁵⁴⁰

No creiem que les conclusions de Janiak puguin ser conclouents –ni tampoc les de Leibniz–; tampoc que la defensa de Clarke sigui mera retòrica i un afany desbordat de defensar el pensament de Newton tot dient coses que no cregués, per mitjà de sil·logismes i argumentacions al límit sustentades per l'ambigüitat. No creiem que hi hagués un panteisme modèlic a la ment de Newton. Tanmateix, creiem que l'horitzó racional de la cosmovisió de Newton estava directament implicat en la creença que el món extens estava impregnat de Déu i que era impossible el manteniment de l'ordre universal sense la presència divina en ell; però, de cor, Newton mai va poder desfer-se de la necessitat d'una transcendència, i no pas només per la pressió de l'ortodòxia, sinó també i sobretot per un convenciment personal. Aquesta va ser l'esquizofrènia conceptual en què va viure immers –entre les *divines* meravelles de la naturalesa i el teisme tradicional. Deuria preguntar-se a què renunciar: renunciar a un Déu personal que supera el món i tots els éssers o renunciar a un Déu que és el batec de la natura, el seu propi cor. Newton no va a renunciar a cap de les dues coses, assumint la poca comprensió que desencadenaria l'aital ambigüitat. Clarke no fingeix a l'intercanvi epistolar amb Leibniz: senzillament, té problemes per mantenir la coherència i fa els seus equilibris. Són els equilibris propis d'un panenteista formal, però no n'és gens conscient. La seva època no facilitava la pluralitat, la divergència o l'heterodòxia, o el que és el mateix, no facilitava el ventall de cosmovisions: l'alternativa al teisme de la tradició eren d'una banda l'ateisme, i de l'altra, el panteisme; i aquest segon, com a alternativa al teisme, es convertia a la vegada en ateisme. Newton i Clarke foren dos panenteistes formals que lluitaven per no ser titllats d'ateus o panteistes.

⁵⁴⁰ *Ibidem.*, pp. 164-5. [«He sostingut arreu que la metafísica de Newton no és purament física. Però, en un altre sentit, la seva metafísica és física, puix que totes les substàncies són físiques: totes les substàncies, finites o infinites, contingents o necessàries, són físiques justament en el sentit que són actors locals espaciotemporals. Les meves accions a cada instant estan limitades per la meua posició a cada instant, un fet que expressa no només la naturalesa del meu cos sinó també de la meua ment. I més sorprenentment: l'omnipotència i la infinitud de Déu es construeixen sobre la base que Déu actua a cadascun dels llocs de l'Univers a cada instant de la seva història. Això constitueix un rebuig radical de la creença –articulada sovint al segle dissetè– que la metafísica concerneix a les entitats no físiques com ara Déu o l'ànima. Per a Newton, la metafísica no reflexa del tot la teoria física, però li escauen precisament els mateixos tipus de substàncies que li pertoqueixen a la física. L'objecte de la metafísica ha esdevingut físic»].

Capítol 9

L'ASTROTEOLOGIA: TEORIES DE LA TERRA

Tant les exigències de la nova física de Newton com la presentació tan polièdrica de Déu i del fet religiós que s'enceta amb les seves concepcions, van tenir unes conseqüències metafísiques i teològiques absolutament rellevants dins de certs cercles intel·lectuals propers al newtonianisme. Aquesta herència va constituir el fonament d'un grup de pensadors que es van erigir en «apòstols» del pensament newtonià, els quals, amb més o menys consciència, van esdevenir els teòrics de la nova «astroteologia».

§ 9.1 Els astroteòlegs del «newtonianisme»

El 10 de desembre de 1701, quan estava a punt de complir 59 anys, Newton va dimitir formalment de la seva perllongada càtedra lucasiana en matemàtiques i física a la Universitat de Cambridge, renunciant així no només a la seva activitat docent, sinó també als honoraris que li pertocaven per aquesta tasca. N'havia estat posseïdor durant 32 anys. També va renunciar al «fellowship» del Trinity College i, per tant, va deixar de ser beneficiari de tots els avantatges honorífics i dineraris als que donava accés el càrrec. Ja feia més de cinc anys, des de principis de maig de 1696, que havia abandonat Cambridge per tal d'acceptar la direcció de la Casa de la Moneda, ocupació que li retribuïa una ingent quantitat de lliures. Aquest elevat salari que rebia de la Casa de la Moneda era prou gratificant com per abandonar de mica en mica les activitats que encara el vinculaven a Cambridge.

Sembla que Newton ja tenia al cap el desig d'aquesta desvinculació des de l'any 1688, quan, degut als problemes financers del Trinity que van començar l'any 1687, Newton va començar a sospesar la idea de mirar de trobar una millor posició a la capital, a Londres. El 5 de maig de 1690, Henry Starkey –qui pel que sembla va convertir-se en l'advocat de Newton– el va informar sobre l'oferta de càrrecs per a la Casa de la Moneda que, suposadament, podria haver-hi aviat donada la greu crisi que afectava la institució, càrrecs que podien considerar-se «[...] very good places and they [the occupants] make them as good as they please themselves»⁵⁴¹. D'aquesta manera va començar l'avidesa de Newton per fer-se amb aquests llocs de treball i, per fi, després d'un munt d'anys i gestions, el 2 de maig de 1696 va poder dur-ne a terme el jurament que es demanava i s'hi va poder incorporar com a director. La prudència va fer que durant els cinc propers anys i escaig Newton mantingués també la càtedra lucasiana de Cambridge –tot i que no podia exercir-ne plenament les seves funcions–, però quan va tenir la seguretat que la nova vida a Londres i a la Casa de la Moneda satisfesia a la perfecció les seves aspiracions crematístiques va prendre la decisió de deixar la càtedra i va proposar com a successor la figura de William Whiston.

⁵⁴¹ H. STARKEY, *Carta a Isaac Newton*, 5 de maig de 1690, actualment arxivada al Hampshire Record Office, 15M84/NC9. [«[...] places molt bones que ells [els seus titulars] desenvolupen a la seva pròpia conveniència»]. Aquests càrrecs eren els d'intendent, director i interventor de la Casa de la Moneda.

Whiston (1667-1752), que en aquell moment acabava de complir 34 anys, havia estat un brillant estudiant de matemàtiques a Cambridge, arribant a ser amic i professor adjunt de Newton –mentre aquest últim encara residia al Trinity- i el seu delegat –quan sir Isaac va traslladar-se a Londres. Westfall fa un retrat aproximat de la relació que van mantenir ambdós:

«Not long before he left Cambridge, another hopeful young man, William Whiston, took care to make his acquaintance. By his own account, Whiston heard one or two of Newton's lectures on the *Principia* while he was a undergraduate and failed to understand them. He set himself to master Newtonian philosophy in the early 1690s, and in 1694 he submitted the manuscript of his *New Theory of the Earth* to Newton's inspection. According to Whiston, it won approval. For the time being, nothing more that we know of came of their relation, though Whiston may have discussed theology with Newton, who was finding that others were prepared to entertain his doubts about trinitarian orthodoxy. Not long thereafter, at any rate, Whiston became the articulate spokesman for views virtually identical to Newton's. In 1701, when Newton finally resigned the Lucasian chair, he secured Whiston's nomination to succeed him. Probably with that end in view, he had appointed him his deputy a few months earlier».⁵⁴²

El 30 de juny de 1686, després de la mort del seu pare, per qui havia treballat com amanuense, Whiston havia entrat al Clare College de Cambridge com a becat, fins que, excel·lent en els seus estudis, va aconseguir esdevenir «fellow» de la institució l'any 1691. Dos anys més tard, al 1693, va ser ordenat sacerdot, i al 1698, a través de les gestions del bisbe John Moore (1646-1714), va obtenir la rectoria de Lowestoft, a Suffolk, fins que Newton, l'any 1701, el va fer successor seu com a catedràtic lucasià a la Universitat de Cambridge. Aquest nomenament va fer de Whiston un home notable i, l'any 1707, àdhuc va aconseguir ser *Boyle Lecturer*. El recorregut intel·lectual i la formació personal de Whiston va discórrer tota la seva vida sota l'ombra de Newton, qui sempre va ser per a ell el gran punt de referència: no només es va convertir en un bon expert de les matemàtiques i la física que definien tots els *Principia*, sinó que també va seguir al mestre en qüestions religioses, fins al punt de convertir-se a l'arrianisme i l'antitrinitarisme i esdevenir-ne un dels seus grans defensors. A diferència de Newton, Whiston va tenir la gosadia de fer públics els seus punts de vista arrians, fet que l'any 1710 li va costar la cadira lucasiana de Cambridge. El prudent Newton, molest per aquesta evident falta de discreció del seu deixeble, va anar allunyant-se de Whiston, mogut per la basarda que hom sospités de la seva línia herètica; i quan Newton va aconseguir ser president de la Royal Society (1703), mai es va permetre que Whiston n'acabés essent membre, tot i que hi va

⁵⁴² R. WESTFALL, *Never at rest: a biography of Isaac Newton*, p. 501, Cambridge University Press, 1983. [«No massa abans que abandonés Cambridge, un altre jove aspirant, William Whiston, va tenir bona cura d'entrar en contacte amb ell. Segons el seu propi relat, Whiston va escoltar una o dues de les conferències de Newton sobre els *Principia*, quan era universitari, però no les va poder entendre. A principis de la dècada de 1690, es va proposar dominar la filosofia newtoniana i, al 1694, va enviar a Newton un manuscrit del seu *Nova teoria de la Terra* per a conèixer-ne l'opinió. Segons Whiston, en va obtenir l'aprovació. No sabem res més d'altres conseqüències que poguéu comportar aquesta relació, tot i que és probable que Whiston discutís sobre teologia amb Newton, que començava a descobrir que potser podria compartir amb altres els seus dubtes sobre l'ortodòxia trinitària. Sigui com sigui, no molt després, Whiston es va convertir en el clar portaveu d'uns punts de vista virtualment idèntics als de Newton. L'any 1701, quan finalment Newton va renunciar a la seva càtedra lucasiana, va assegurar-se que Whiston fos nomenat per a succeir-lo en el càrrec. Probablement, ja amb aquesta finalitat, l'havia nomenat el seu delegat pocs mesos abans»].

participar sovint en ponències i lectures. No obstant això, Whiston mai va trair l'esperit de l'obra de Newton i, per aquest motiu, va viure fins a la seva mort rodejat de polèmiques religioses, fet que va propiciar que l'any 1747, a l'edat de vuitanta anys, abandonés l'Església anglicana i abraçés l'Església baptista.

La seva obra *New Theory of the Earth*, que, com informa Westfall, sembla que va ser ben celebrada per Newton però també pel mateix John Locke, va ser publicada finalment l'any 1696 i va tenir un bona acollida general. L'obra es recreava en una minuciosa descripció de la creació de la Terra, afirmant que la seva formació definitiva va esdevenir de l'acció d'un cometa que, suposadament, havia estat la causa física del diluvi universal: «That comet which appeared A. D. 168, in its descent to the Sun, the first day of the deluge of Noah, came very near to our Earth, and was the physical cause of the same deluge»⁵⁴³. A més, seguint tota la física newtoniana, entenia que tots els grans canvis geològics que s'havien donat al nostre planeta provenien de l'acció directa dels cometes. Més enllà de les pròpies conclusions a què el duia la seva teoria –per extravagants que puguin semblar avui en dia-, l'obra no només se subsumia als continguts i tractava d'imitar l'estructura formal dels *Principia* sinó que va significar una acurada aplicació de la teoria dels cometes que es fonamentava en els seus principis gravitatoris, cosa que a Newton el deuria plaure profundament. El mateix estil es troba també en una altra obra seva prou rellevant, *Praelectiones Astronomicae*, publicada l'any 1707 i traduïda a l'anglès l'any 1715, que va sorgir de gran part del gruix de les ponències que Whiston va començar a impartir a Cambridge tot just després d'obtenir la càtedra lucasiana.

En aquestes obres –i en tot el gruix dels seus escrits- Whiston ofereix una curiosa síntesi entre cosmologia i teologia que va ben acabar definint una de les conseqüències teòriques més ressenyables del gir conceptual que havien significat els *Principia*. La profunda devoció de Whiston per la figura i l'obra de Newton era patent: els *Principia* eren un nou marc megalític amb què comprendre la naturalesa amb claredat i nitidesa, del tot extensible a l'Univers sencer, que enderrocaven i deixaven en mala situació tots els intents –provinents de l'Europa continental- d'establir una física viable i realment aplicable als «fenòmens que s'observaven»; irrompien de tal manera en el pensament humà que, des de la seva aparició, tots els fenòmens que s'observaven, a un nivell cosmològic, podien ser descrits amb relativa senzillesa a partir d'uns pocs principis irrenunciables que contrastaven amb la confusa ambigüïtat que oferien els sistemes excessivament qualitius del pensament cartesià –i alhora «europeu», que havia pretès prendre el relleu de manera definitiva a tot el monstre teòric que suposava la construcció ptolemaica. La síntesi que Whiston, el fervorós newtonià, era en camí de proposar, havia de ser, doncs, la de *construir tota una nova estructura teològica de l'Univers partint dels principis físics de Newton i els seus Principia*. Més concretament, es tractava d'adequar el principi fonamental de la gravitació, de vàlida universal, a la innegable participació de Déu en l'organització i disposició dels cossos al llarg de tot el cosmos; o, dit d'altra manera: d'explicar aqueixa estructura com a resultat de la combinació de l'acció i presència de Déu a l'Univers amb el fet observable, i ara ja comprensible, de la gravitació. El desenllaç d'aquesta interpretació hauria d'oferir una visió de l'Univers que incloïa tant aspectes físics com metafísics o teològics.

Els reptes que es presentaven ara no anaven únicament dirigits a una millor comprensió del sistema solar. L'univers es presentava ara com una vasta i infinita

⁵⁴³ W. WHISTON, *New Theory of the Earth*, p. 461, extret de la 5a. edició, Mr Boyle's Head at Fleet Street, Londres, 1737. [«El cometa que va aparèixer l'any 168 a. C., en el seu descens cap al Sol, el primer dia del diluvi de Noè, va passar molt a prop del nostre planeta i fou la causa física del diluvi»].

quantitat d'espai en la que se suspenien una altra infinitud d'astres similars al Sol, espargits onsevulla, i que es mostraven als ulls de l'investigador amb un equilibri i una quietud impactants. Un equilibri i una quietud que, comptat i debatut, eren incompatibles amb el moviment global aglutinador que exigeix el vector gravitatori que brolla de les premisses newtonianes i, en conseqüència, demanaven algun altre principi estabilitzador en direcció contrària a aquest vector condensador: justament, és en la comprensió d'aquest principi estabilitzador on s'emmarca, seguint els termes que utilitzen molt pedagògicament Rioja i Ordóñez, l'aparició d'un nou «cel teològic» que supera definitivament el «cel laic» que s'havia acabat imposant exitosament sobre el funcionament tancat del sistema solar: «Estas especulaciones no dejaron de tener consecuencias cosmológicas en un siglo en el que las regiones planetarias constituían ya un *cielo laico* dominado por leyes gravitatorias, mientras que las más distantes zonas estelares eran consideradas, sobre todo en Inglaterra, un *cielo teológico* en la medida en que literalmente constituían la morada de Dios»⁵⁴⁴. Recolzats per accions divines, els principis de la física coneguda s'estenien, ara per primera vegada, més enllà de les fronteres del sistema solar, i d'aquesta manera s'inaugurava, ara ja de manera definitiva, l'astrofísica més primitiva –si pel terme «astrofísica» entenem, al capdavall, l'estudi de la naturalesa estel·lar tenint en compte els principis de la física universal.⁵⁴⁵ La primitivitat d'aquesta astrofísica a les beceroles –o protoastrofísica- rau en què els principis pròpiament físics que hom aplicava als estels i que sorgien dels *Principia* només podien donar fe de les seves condicions desestabilitzadores no observades, mentre que els principis estabilitzadors que, a la postremitat, oferien l'equilibri observable no emanaven pas del *corpus* general de la física, sinó de certes imposicions teològiques. Així doncs, aquesta primera astrofísica era, en realitat, una «astroteologia».

La noció d'«astroteologia» es deu, malgrat tot, a la figura de William Derham (1657-1735). Estudiant al Trinity College d'Oxford de 1675 a 1679, ordenat sacerdot el 29 de maig de 1681, vicari de Wargrave de 1682 a 1689 i nomenat aquest any rector d'Upminster, Essex, ostentant el càrrec fins l'any de la seva mort, Derham fou, a la seva època, un dels més reconeguts naturalistes, astrònoms, teòlegs i pensadors que, amb el temps i amb algunes poques vacil·lacions, va anar adherint-se a l'apostolat de Newton. El 3 de febrer de 1703, el mateix any que Newton va fer-se càrrec de la presidència de la Royal Society, Derham hi fou admès com a «fellow», contribuint amb nombroses aportacions; i els anys 1711 i 1712, quan el seu nom ja refulgia de notorietat, fou *Boyle Lecturer* amb la ponència que duia per títol *Physico-Theology or a Demonstration of the Being and Attributes of God from his Works of Creation*. D'aquestes exposicions va extraure tot el material que li va permetre publicar, l'any 1713, la seva obra *Physico-Theology*, un treball destinat, com també pretenia Whiston, a conjugar els principis més fonamentals de la física de Newton i una amalgama de visions de la teologia natural. La celebrada difusió d'aquest treball entre els seus contemporanis el va inspirar per a la redacció d'*Astro-Theology*, publicada l'any 1714 amb un èxit tan notable que el títol va acabar etiquetant tot el pensament

⁵⁴⁴ A. RIOJA/J. ORDÓÑEZ, *Teorías del Universo, Vol. III. De Newton a Hubble*, cap. 3.3.1, p. 132, Ed. Síntesis, 1999. Cal un aclariment: la llengua anglesa diferencia el cel físic, «sky» d'un cel teològic o diví, «heaven», destí últim de les ànimes humanes. Rioja i Ordóñez, per molt que utilitzin el terme «cel teològic» com a morada de Déu, no es refereixen, presumiblement, a aquest destí últim de l'ànima humana, desvinculat de tota materialitat; per «cel teològic» s'entén a la citació el cosmos que inclou i vas més enllà del sistema solar, no només regit per les lleis de la física sinó pels actius designis de Déu.

⁵⁴⁵ Pròpiament, el terme *astrofísica* no s'encunya fins a finals del s. XIX, quan, l'any 1895, George Ellery Hale (1868-1938), organitzador del gran observatori de Mont Wilson, i James E. Keeler (1857-1900), el descobridor del primer púlsar, funden la revista *Astrophysical Journal*.

que avui coneixem com a astroteològic. Uns anys després, completà la trilogia amb el seu treball *Christo-Theology* (1730), basat en un sermó que Derham va pronunciar a Bath al novembre de 1729 i que, per algun motiu, no va gaudir de tanta expectació.

El títol de les dues primeres obres, tan properes en el temps, ja denota la intenció de l'autor –com també ho havia estat la de Whiston- de configurar una visió global de la realitat en què es fonessin i es fessin compatibles la nova física que emergia i alguna nova i adequada teologia natural, atès que vistos els esdeveniments, s'olorava en la consciència col·lectiva un principi de fractura a mig termini en què els viatgers de la ciència iniciaven un camí d'autonomia que podria ser capaç d'explicar el cosmos sense l'ajut de la teologia –cosa de la que, com hem vist, Leibniz ja se n'estava lamentant en la seva correspondència amb Clarke. Per sort per a Leibniz, malgrat la seva ceguera en aquest sentit, els plantejaments incomplets de Newton deixaven oberta la porta de la teologia; en conseqüència, la sensació general de molts erudits de l'època era la de la necessitat de contribuir a aquesta simbiosi i aprofitar aquesta porta oberta si no es volia caure en el risc d'un col·lapse entre ambdós sabers. No era una exigència racional, en el fons; era, més aviat, una solució factible –i potser l'única- a aquella indesitjable cruïlla d'haver d'escollir entre dos amors que cabia la possibilitat que s'exclouessin mútuament. Per a alguns, com Whiston i Derham, la seducció que emanava de la precisió i de la bellesa de l'explicació científica a partir de Newton era de tan gran magnitud que, d'una banda, els semblava que era impensable que aquesta precisió i aquesta bellesa no descrivissin amb cura l'ordre de la realitat i que no haguessin de ser preses com un vertader coneixement últim i profund dels principis del govern dels cossos; d'altra banda, també els era impensable que tanta precisió i tanta bellesa estiguessin desvinculades dels propòsits divins: rere aquest ordre imperfectible no podia amagar-s'hi altra cosa que la pròpia essència divina; i no pas en un sentit que Déu fos tan sols la font de tanta bellesa i precisió, sinó que, d'alguna manera, Déu hauria pròpiament de ser-les o de fondre's en elles. El resultat en fou la creença que no pot entendre's l'estructura i l'ordre dels astres sense una lectura teològica; i a l'inrevés: des d'ara no es podia fer una lectura teològica ajustada sense tenir en compte l'estructura i l'ordre dels astres. Així doncs, el camí a seguir era transparent per a aquests apòstols: el cel laic i modern que brollava de la nova física, que s'estenia més enllà del sistema solar, i que ja no podia ser posat en entredit, havia de resoldre les seves apories apel·lant a la directa i activa participació de Déu. Davant d'aquests intents, com és ben de suposar, no van faltar veus crítiques. George Louis Leclerc, comte de Buffon (1707-1788), atemorit encara pel poder diví però alhora ja sadoll de l'esperit il·lustrat que havia de cridar a l'ordre als habituals galimaties barrocs, ens alerta:

«Toutes les fois qu'on sera assez téméraires pour vouloir expliquer par des raisons physiques les vérités théologiques, qu'on se permettra d'interpréter dans des vues purement humaines le texte divin des livres sacrés, et que l'on voudra raisonner sur les vues du Très Haut et sur l'exécution de ses décrets, on tombera nécessairement dans les ténèbres et dans les chaos».⁵⁴⁶

⁵⁴⁶ G. L. LECLERC, COMTE DE BUFFON, *Histoire Naturelle, générale et particulière*, Vol. I, pp. 178-9, Imprimerie Royale, Paris, 1749-1767. [«Sempre que hom tingui la temeritat de voler explicar amb raons físiques veritats teològiques, de permetre interpretar amb punts de vista purament humans la paraula divina dels llibres sagrats, de voler raonar sobre els designis de l'Altíssim i l'execució dels seus decrets, hom caurà necessàriament en la tenebra i el caos»]. Malgrat aquestes paraules, el propi comte de Buffon va remetre's al cometa de Whiston per explicar l'origen dels planetes, actuant així de la mateixa manera que ell semblava prohibir actuar.

Tanmateix, a Anglaterra no només Whiston i Derham, o també els reverends Clarke o Bentley, foren gladiadors autèntics dels preceptes newtonians que mesclaven la física més moderna amb la intervenció divina. Els astroteòlegs anglicans van anar florint arreu: John Harris (1666-1719), que va arribar a ser Boyle Lecturer l'any 1698 i també durant un temps vicepresident de la Royal Society, no només defensava a ultrança la necessitat de la física newtoniana en un món intervingut per Déu per a establir-ne un ordre continuat, sinó que, denunciant la corrupció de la seva època – «What vast loads of filth, of all kinds, are to be seen up and down in heaps amongst us. Atheism and deism, scepticism and infidelity, immorality and profaneness, often contempt of God and all religion»⁵⁴⁷-, també veia en l'ordre newtonià una possibilitat d'una millor comprensió del món, tant a nivell cosmològic com ètic; el naturalista i geòleg John Woodward (1665-1728), no tan proper al nucli d'aquests «apòstols», partia de premisses astroteològiques per als seus estudis d'història natural, demanant que no quedessin en privat certs coneixements que ell «shall have occasion to make use of it, when I'm glancing at the uncertainty and precariousness of some attempts in philosophy»⁵⁴⁸; també Benjamin Hoadly (1676-1761), un dels bisbes més relaxats, progressistes i transigents de la història d'Anglaterra, va simpatitzar i va fer seu el «corpus astroteològic» que orbitava al voltant del nucli de les Boyle Lectures; William Wotton (1666-1727), un dels grans joves propagandistes de l'Església anglicana, ja havia entrat en contacte amb Bentley l'any 1691, quan li va transmetre les oportunes instruccions de Craig per a poder entendre els *Principia*, i va seguir la seva estela al llarg de la seva participació en l'apostolat newtonià; John Hancocke (†1728) va ser *Boyle Lecturer* l'any 1706 amb la ponència *Arguments to Prove the Being of God*, i era molt proper al pensament de Newton i l'astroteologia que n'estava emanant. Es tractava, doncs, d'un seguit de figures que pertanyien als estaments mitjans de l'anglicanisme latitudinari que sentia empatia, o ben bé fervor, per la nova ciència newtoniana, i que sovint solia agrupar-se al voltant del que s'ha acabat coneixent com el «Wake's circle»: William Wake (1657-1737), que va acabar sent arquebisbe de Canterbury de 1716 fins a la seva mort, oferia trobades a la seva residència a St. James, on el grup es consolidava i prenia consciència d'un discurs homogeni, un discurs que tots compartien i que Margaret Jacob resumeix molt clarament: «The physical principles explained mathematically by Newton in the *Principia* offered to churchmen what appeared to them as undeniable proof of God's providence. The principle of universal gravitation presented a means whereby the decay of nature might be avoided; it became the basis of a system 'for keeping the several globes of the universe from shattering to pieces'».⁵⁴⁹

⁵⁴⁷ J. HARRIS, *The Practice of Religious and Moral Duties, the Best Way to Make a Nation Happy*, p. 13, Londres, 1701. [«Quines grans quantitats d'immundícia de tota mena hem de veure arreu entre nosaltres! L'ateisme i el deisme, l'escepticisme i la infidelitat, la immoralitat i la blasfèmia són sovint un menyspreu a Déu i a la religió»].

⁵⁴⁸ J. WOODWARD, MSS 7647, f. 121, datat l'any 1711, University Library, Department of Manuscripts, Cambridge. [«Tindrè ocasió de fer-ne ús quan faci una ullada a la incertesa i a la precarietat de certes aproximacions a la filosofia»].

⁵⁴⁹ M. JACOB, *The Newtonians and the English Revolution, 1689-1720*, p. 192, Cornell University Press, 1976. [«Els principis físics exposats matemàticament per Newton als *Principia* oferien als eclesiàstics el que els semblava una innegable prova de la providència divina. El principi de la gravitació universal proveïa la manera com evitar l'ensorrament de la naturalesa; va esdevenir la base d'un sistema que prevenia tots els astres de l'univers de no quedar reduïts a trossos»]. L'últim paràgraf entre cometes citat per Jacob correspon a W. DERHAM, *Physico-Theology*, pp. 32-3, Londres, 1713. Llegeixi's aquesta obra de Jacob per a completar en molt el paper de les diferents figures que van constituir aquests cercles newtonians i latitudinaris.

Els moviments d'aquest «Wake's circle», d'arrel latitudinària, no van passar desapercibuts a l'Europa continental. En especial, les obres de Derham van tenir una forta repercussió a Alemanya: l'any 1718, Johann Albert Fabricius (1668-1736) edita i publica a Hamburg, traduïda a l'alemany, l'*Astro-Theology* –«Astrotheologie oder himmlisches Vergnügen in Gott bey aufmerksamen Anschauen des Himmels»-, i l'any 1730 farà el mateix amb la *Physico-Theology* –«Physicotheologie oder Natur-Leitung zu Gott»-, gaudint ambdues d'un èxit notable, com pot deduir-se de les nombroses al·lusions que s'hi fan. També en francès van ser publicades les seves obres: l'*Astro-Theology* a La Haye el 1729 sota el títol «Théologie astronomique ou démonstration de l'existence de Dieu par l'examen et la description des cieux»; la *Physico-Theology* primer a Rotterdam (1730) i després a Strasbourg (1769) sota el títol «Théologie physique ou démonstration de l'existence et des attributs de Dieu». I van tenir una forta acceptació: si no hagués estat així, el propi Voltaire, hauria deixat passar l'ocasió de fer burla dels pressupòsits o despropòsits del «vicari Derham». I no ho fa: al seu conte del viatge sideral imaginari de Micromégas (1752), Voltaire hi escriu: «Il parcourt la voie lactée en peu de tems, & je suis obligé d'avouer qu'il ne vit jamais à travers les étoiles, dont on la croit semée, ce beau ciel empiré que l'illustre vicaire Derham se vante d'avoir vû au bout de la lunette. Ce n'est pas que je prétende que M. Derham ait mal vû, à Dieu ne plaise; mais Micromégas étoit sur les lieux, c'est un bon observateur, & je ne veux contredire personne»⁵⁵⁰. Efectivament, en la ment d'un il·lustrat no podien semblar massa serioses aquestes propostes on, als seus ulls, es mesclaven de manera lleugera tot un conjunt d'afirmacions teològiques amb tota mena d'estudis naturalistes, fins al punt que, influenciades pels astroteòlegs i físicoteòlegs, algunes figures s'havien atrevit a publicar escrits que anaven més enllà d'allò científicament acceptable: el propi Fabricius publica l'any 1732 la seva curiosa *Pyrotheologie*, on prova d'«encendre en l'home la devoció per Déu totpoderós, savi i bondadós, a través de l'observació del foc» –i així ho explicita el mateix subtítol de la seva obra: «Pyrotheologie oder Versuch durch nähere Betrachtung des Feuers, die Menschen zur Liebe und Bewunderung ihres gütigsten, weisesten, mächtigsten Schöpfers anzuflammen»; o Friedrich Christian Lesser (1694-1754), que publica la seva *Insecto-Theologia* (1738), i més tard, la *Testaceo-Theologia* (1755); o Julius Bernhard von Rohr (1668-1742), que al 1740 havia publicat la seva *Phyto-Theologia*; o Peter Ahlwardt (1710-1791), que va publicar una *Bronto-Theologie* (1746).⁵⁵¹

⁵⁵⁰ VOLTAIRE, *Le Micromégas*, p. 5, ed. J. Robinson at Ludgate Street & W. Meyer at May's Buildings, Londres, 1752. [«Va recórrer en poc temps la Via Làctia, i em veig obligat a confessar que mai va veure, a través dels estels de què està constel·lada, aquell bell cel empiri que l'il·lustre vicari Derham es vanta d'haver vist amb la seva ullera de llarga vista. No és pas que jo pretengui que Derham ho hagi observat malament, Déu no ho vulgui; però Micromégas hi va estar present, és un bon observador, i jo no vull pas contradir ningú»].

⁵⁵¹ El subtítol de la *Insecto-Theologia* de Lesser és prou eloqüent: «Insecto-Theologia oder Vernunft- und Schriftmäsiger Versuch, wie ein Mensch durch aufmerksame Betrachtung derer sonst wenig geachteten Insecten zu lebendiger Erkenntnis und Bewunderung der Allmacht, Weisheit, der Güte und Gerechtigkeit des grossen Gottes gelangen könne». [«Insectoteologia o humil i racional intent de posar per escrit com un home pot assolir gran admiració i millor comprensió del poder, de la saviesa, de la bondat i de la justícia de Déu l'Altíssim mitjançant un atent estudi dels insectes, normalment poc observats»]; i el subtítol de la *Testaceo-Theologia* també és suggerent: «Testaceo-Theologia oder gründlicher Beweis des Daseyns un der vollkommensten Eigenschaften eines göttlichen Wesens, aus natürlicher und geistlicher Betrachtung der Schnecken und Muscheln». [«Testaceoteologia o demostració de l'existència i de les perfectes propietats de Déu mitjançant una observació espiritual i natural dels cargols i les petxines»]. La fórmula emprada en el subtítol de la *Phyto-Theologia* de Julius Bernhard von Rohr es gairebé calcada al de la *Insecto-Theologia* de Lesser: «Phyto-Theologie oder Vernunft- und Schriftmäsiger Versuch, wie aus dem Reiche der Gewächse die Allmacht, Weisheit etc.

Sara Stebbins descriu correctament i amb força precisió allò que aquests homes pretenien a un nivell teòric: «Gemeinsam ist ihnen jedoch eines: Sie wollen die durch den Deismus angegriffene Beziehung zwischen Natur und Gottes Lehre stärken und ihre Leserschaft zur Bewunderung der Natur als die vollkommene Schöpfung Gottes bewegen»,⁵⁵² I Roberta María Menéndez, al seu treball sobre la correspondència cosmològica de Johann Heinrich Lambert, també és molt explícita pel que fa a les orientacions últimes dels astrotòlegs i físicoteòlegs:

«So wird die Natur als Verwirklichung der Absichten Gottes interpretiert. Alle haben behauptet, dass man in die Natur gehen muss, um die Natur zu erforschen. [...] Sie glaubten, dass man die Natur erfahren und beobachten müsse, um Gott näher zu kommen. Ein besonderes Interesse zeigen viele dieser Verfasser für die kleinen Dinge der Natur, da die Weisheit Gottes auch in ihnen und nicht nur in den Sternen festzustellen sei, wie zum Beispiel die komplexen Körper der Insekten, die auf geschickteste Weise entworfen worden seien»,⁵⁵³

Podríem dir que el zenit d'aquesta visió astroteològica –i també, per extensió, físicoteològica– abasta unes quantes dècades, de 1720 a 1770. No obstant això, encara al 1802, William Paley (1743-1805) es recolza a la seva cèlebre *Natural Theology* en el pensament dels astroteòlegs i físicoteòlegs de l'anterior centúria, i manifesta encara de manera molt explícita que pot provar-se l'existència de Déu des de l'evidència de la bellesa i l'ordre que emanen de la composició de la naturalesa; partint d'estudis en els camps de la biologia, l'astronomia o l'anatomia, Paley és capaç d'ordir tota una trama de relacions orientada a demostrar que la complexitat del món natural només pot brollar de la senzillesa d'una ment divina. L'obra s'enceta fent referència a la ja ben celebèrrima fórmula del rellotge com a metàfora del món natural, que ha de dur-nos a concloure que, necessàriament, necessita d'un rellotger per a la possibilitat de la seva existència: «The marks of design are too strong to be gotten over. Design must have had a designer. The designer must have been a person. That person is God»⁵⁵⁴. Podria semblar, atès aquest inici, que Paley és posicioni a prop del deisme de Leibniz i que, conseqüentment, rebutgi les tesis astroteològiques en què hom postula la provident participació divina en el món físic a mesura que es desestabilitza la «màquina de la

des grossen Schöpfers erkannt werden mögen». [«Fitoteologia o humil i racional intent de com poden ser reconeguts el poder, la saviesa, etc. de Déu a través del regne de les plantes»]. Per últim, el subtítol de la *Bronto-Theologie* de Peter Ahlwardt pren exactament la mateixa direcció: «Bronto-Theologie oder vernünftige und theologische Betrachtungen über den Blitz und Donner, wodurch der Mensch zur wahren Erkenntnis Gottes und seiner Vollkommenheiten, wie auch zu einem tugendhaften Leben und Wandel geführt werden kann». [«Brontoteologia o observacions racionals i teològiques del llampec i el tro, pels quals l'home pot ser dut al veritable coneixement de Déu i les seves perfeccions i a una vida i una conducta virtuoses»].

⁵⁵² S. STEBBINS, *Maxima in minimis*, p. 12, Lang, Frankfurt a. Main, 1980. [«Però tots tenen una cosa en comú: volen reforçar la relació entre la naturalesa i els preceptes de Déu que el deisme havia atacat i dur als seus lectors cap a una admiració de la naturalesa com a perfecta creació de Déu»].

⁵⁵³ R. M. MENÉNDEZ, *J. H. Lamberts Cosmologische Briefe. Eine wissenschaftliche Untersuchung*, p. 100, Bremen, 2006. [«La naturalesa és interpretada, doncs, com la realització dels dissenys de Déu. Tots ells van afirmar que hom s'ha de dirigir a la natura per a ben examinar-la. [...] Creien que hom ha d'examinar i observar la naturalesa per tal d'apropar-se a Déu. Aquests autors mostren un especial interès per les petites coses de la natura, atès que la saviesa de Déu no només pot comprovar-se en els estels sinó també en elles, com ara la complexitat dels cossos dels insectes, que han estat dissenyats de la manera més adequada»].

⁵⁵⁴ W. PALEY, *Natural Theology*, extret de *The Works of William Paley*, p. 301, ed. Joshua Belcher, Boston, 1810. [«Les petjades del disseny són massa fortes com per a obviar-les. El disseny ha hagut de tenir un dissenyador. El dissenyador ha hagut de ser una persona. Aquesta persona és Déu»].

naturalesa»; tanmateix, Paley accepta plenament que aquesta «màquina» pot funcionar, en efecte, malament: «Neither would it invalidate our conclusion, that the watch sometimes went wrong, or that it seldom went exactly right. The purpose of the machinery, the design, and the designer might be evident, and in the case supposed would be evident, in whatever way we accounted for the irregularity of the movement, or whether we could account for it or not. It is not necessary that a machine be perfect, in order to shew with what design it was made: still less necessary, where the only question is, whether it were made with any design at all»⁵⁵⁵; i en el context on discuteix per què els animals no podrien veure-hi per la sola voluntat de Déu sense haver d'estar construïts per una complexa trama de nervis, cervell i òrgans varis, Paley accepta que Déu va crear el món posant límits a la seva omnipotència per a què es pogués fer palesa la seva saviesa: «Whatever is done, God could have done without the intervention of instruments or means; but it is in the construction of instruments, in the choice and adaptation of means, that a creative intelligence is seen»⁵⁵⁶. I és clar, «aquests instruments o mitjans» poden interrompre el seu bon funcionament. És justament en aquest punt –en l'acceptació d'un funcionament imperfecte– on Paley, distanciant-se de la idea leibniziana i deïsta del rellotger perfecte, reprèn de nou la idea astroteològica que la intervenció divina sobre la naturalesa –els «miracles» que Leibniz tant detesta– és absolutament necessària a cada instant; i ho fa, com no podia ser d'altra manera, apel·lant al «control» o «suspensió» de l'atracció gravitatòria que Déu ha d'exercir en un món abocat al desequilibri:

«If attraction act at all distances, there can be only one quiescent centre of gravity in the universe: and all bodies whatever must be approaching this centre, or revolving round it. According to the first of these suppositions, if the duration of the world had been long enough to allow of it, all its parts, all the great bodies of which it is composed, must have been gathered together in a heap round this point. No changes, however, which have been observed, afford us the smallest reason for believing that either the one supposition or the other is true: and then it will follow, that attraction itself is controlled or suspended by a superiour agent».⁵⁵⁷

Que Voltaire es mostri irònic amb Derham com se n'hauria mostrat amb Paley – i, per aquest motiu, amb tota l'host astroteològica– es deu, sense dubte, a una fidelitat del tot infrangible als principis bàsics del moviment il·lustrat que emanen del regnat autoritari de la Raó. La hipòtesi del rellotger que crea i dona el primer impuls és, en aquest sentit, molt il·lustrada: l'ordre de l'univers és el fruit d'una ment absolutament

⁵⁵⁵ *Ibidem.*, p. 11. [«Tampoc invalidaria la nostra conclusió que el rellotge anés malament o que poques vegades anés exactament bé. El propòsit de la màquina, el seu disseny i el dissenyador serien evidents, i en el cas que suposem seria evident pel fet de quina manera justifiquéssim la irregularitat del moviment, o si poguéssim justificar-ho o no. No és necessari que una màquina sigui perfecta per tal de poder mostrar amb quin disseny va ser feta; i encara menys necessari si el que es pregunta és si va ser dissenyada d'alguna manera»].

⁵⁵⁶ *Ibidem.*, p. 35. [«Tot el que ha estat creat, podria haver-ho creat Déu sense que intervingués cap mena d'instrument o de mitjà; però és en la construcció d'instruments i en l'elecció i adaptació dels mitjans on es deixa veure una intel·ligència creadora»].

⁵⁵⁷ *Ibidem.*, p. 279. [«Si l'atracció actua a totes distàncies, aleshores només hi pot haver un centre de gravitació estàtic a l'univers, i tots i qualssevol dels cossos han d'estar apropant-se a aquest centre, o girant al seu voltant. D'acord amb la primera d'aquestes suposicions, si la duració del món ha estat suficient com per a permetre-ho, totes les seves parts, tots els grans cossos de què es compon, haurien hagut de reunir-se tots junts en un grumoll al voltant d'aquest punt. Atès, però, que no hem observat cap canvi que ens aporti la més petita raó per creure que ni l'una ni l'altra suposicions són certes, es deriva que la pròpia atracció està controlada o suspesa per un agent superior»].

racional que no deixa a l'atzar cap escletxa en el funcionament del cosmos. La hipòtesi de la intervenció divina –o, ben mirat, «miracles»- a cada instant sobre els desajustaments de la naturalesa no és, en canvi, gens il·lustrada: ni pel fet de postular un Déu suprem i essencialment racional com a creador d'una matusseria, ni pel fet d'haver d'admetre fenòmens d'origen sobrenatural en l'esdevenir del suposat «ordre» natural. Tanmateix, no són potser tots aquells astroteòlegs i físicoteòlegs integrants de l'esperit il·lustrat? No foren, potser, homes que també van posar la Raó al servei de la veritat i amb un esperit de marginar del saber la màgia i la fuga pels forats de la irracionalitat que pogués emanar de la cega autoritat? A ningú se li escapa que el fenomen il·lustrat és, indubtablement, polièdric i heterogeni: si hom cerca entre la immensa i engegadora llum –«die Aufklärung», «the Enlightenment», «la lumière»- de la centúria il·lustrada, s'endinsarà en espais d'una relativa foscor. Una foscor que, som del parer, resulta de no haver adquirit o adoptat l'esperit il·lustrat a un nivell «substancial»; efectivament, pot parlar-se d'una «Il·lustració substancial», que «enllumena» els continguts dels discursos que emanen de la Raó, que accepten les últimes conseqüències del seu programa, que discriminin els elements sospitosos que provenen de l'autoritat i la mitologia; pot parlar-se, emperò, d'una real «Il·lustració formal», que malgrat viure seduïda pels nous temps de claror, és incapaç d'assumir la severitat del programa il·lustrat i s'acomoda a la seva època en una imitació de les formes, de l'embolcall, àdhuc dels valors que rodegen la figura de l'il·lustrat. Voltaire –o el propi Kant- va pertànyer a la primera; l'astroteologia madura, nostàlgica potser de les pors del Barroc, va pertànyer a la segona.

§ 9.2 El «concurso ordinari» de Thomas Burnet

Aquestes paraules de Blaise Pascal (1623-1662) estan destinades a recordar-nos que no hi hauria hagut pas deisme si no hi hagués hagut un Descartes: «Je ne puis pardonner à Descartes: il aurait bien voulu, dans toute sa philosophie, pouvoir se passer de Dieu; mais il n'a pu s'empêcher de lui faire donner une chiquenaude, pour mettre le monde en mouvement; après cela, il n'a plus que faire de Dieu»⁵⁵⁸. Hi ha un to greu de retret: li sembla imperdonable que un suposat cristià –i francès com ell, si cal- s'hagi convertit en la llavor d'un pensament mecanicista que prescindeix de la providència divina a l'articular un món que, indefectiblement, rutlla per si mateix i opera al marge dels designis divins. Li sembla imperdonable que el paper que reservi a Déu sigui el d'un arquitecte geomètra que dissenya el món i les seves lleis, i que –creació seva de banda-, després d'una empenta primigènica, es desentengui del curs dels esdeveniments universals. Més imperdonable li sembla encara –atès el regust de rancúnia que desprèn el passatge- que hagi estat Descartes qui hagi obert aquesta maliciosa caixa de Pandora que ha lliurat a l'atmosfera, a la velocitat dels efluis més seductors, la seva apòzema verinosa. Una apòzema que ha enverinat, primer, tota França; que s'ha estès després, i com una pesta, per les nacions alemanyes –i no en caps qualssevol, sinó àdhuc en el cap de Leibniz; i que fins i tot, ja fora de l'Europa continental, serà capaç de creuar el mar i empestar els florits paisatges d'Anglaterra.

Molt més enllà del cercle newtonià, Thomas Burnet (1635-1715) publica els anys 1681 i 1689, respectivament, les dues parts de la seva *Sacred Theory of the Earth*, i tres anys més tard, atès l'èxit d'aquesta obra pretensiosa, publicarà *Archaeologiae*

⁵⁵⁸ B. PASCAL, *Pensées*, Pensée 77, a *Oeuvres de Blaise Pascal*, ed. Leon Brunschvicg, Kraus Reprint, Vaduz, Liechtenstein, 1965. [«No puc perdonar Descartes; li hauria agradat, a tota la seva filosofia, poder prescindir de Déu; però s'ha vist ben obligat a fer-li donar una empenta per a posar el món en moviment; després d'això, ja no sap què fer-ne, de Déu»].

Philosophicae (1692). Ambdues obres van ser inserides de seguida al conjunt de monuments teològics que inspiraven els dos principis fonamentals del conglomerat deista: 1) la interpretació de Déu com a dissenyador i arquitecte –i per tant, com a «creator»- del món sensible i les seves lleis físiques en un acte de «providència general»; i 2) la inqüestionable renúncia a qualsevulla «providència especial» de Déu sobre el món després de l'acte de creació en tota mena de manifestació: impossibilitat de «fets miraculosos» –cap miracle es dóna en el món natural-, incompliment de les profecies –cap profecia serà efectiva en el món natural- i inoperància de la pregària –tota pregària és inútil en el món natural. Es deduïa de tot això que les obres de Burnet eren també, en general, una negació frontal a una «lectura literal» dels textos bíblics i, en particular, del relat mosaic de la gènesi del món; i alhora, s'hi articulava com a alternativa un discurs que pretenia emfasitzar-ne una mera lectura «al·legòrica» –també tant a nivell general com, en particular, sobre el relat mosaic de la gènesi del món. La seva «sagrada teoria de la Terra», doncs, contravenia les Escriptures –de regust mític i sobrenatural- i les passava pel filtre de la raó il·lustrada.

Les intencions inicials de Burnet, emperò, eren més aviat confuses: no per ser com era un fidel admirador de tota la cosmogonia mecanicista cartesiana –que aplica, bastant íntegrament, a la seva teoria de la Terra-, significava això que no s'adonés de l'amenaça punyent que representava l'aital cosmogonia envers la concepció de la «providència especial» del Déu de la tradició mosaica. Conscient d'aquesta tensió, la idea primordial de Burnet era trobar la manera de reafirmar el mecanicisme cartesià –que exigia un autònom funcionament del món via les seves lleis immutables- sense haver de renunciar a l'acció especial o extraordinària de Déu sobre el món natural. Ell mateix, previngut, s'afanya a dir que «to satisfie all reasonable and intelligent persons in this particular, I answer and declare, first, that we are far from excluding divine providence, either ordinary or extraordinary, from the causes and conduct of the Deluge. I know a sparrow doth not fall to the ground without the will of our Heavenly Father, much less doth the great world fall in pieces without his good pleasure and superintendency»⁵⁵⁹. Diguem doncs que, *inicialment*, Burnet –com deixa explícit sense rubors- no pretenia passar per un deista a la manera clàssica de Leibniz, sinó més aviat per un defensor de la providència directa de Déu sobre el món: fidel, doncs, a la narració mosaica dels llibres sagrats. Ara bé, atesos els continguts de l'obra, no sabem si ho pretenia per pròpies conviccions o si aquesta seva declaració no era altra cosa que una mera fórmula edulcorant, una astuta *captatio benevolentiae*, que convidés al lector a la predisposició i a la indulgència. El relat que ofereixen *Theory of the Earth* i *Archaeologiae Philosophicae*, efectivament, fugen, a l'hora de la veritat, de la concepció ortodoxa de l'extraordinària providència divina.

Seguint les idees de la cosmogonia cartesiana, Burnet entén que, originàriament i sortits del caos, tots els planetes del sistema solar –la Terra inclosa- eren estels que, després d'abandonar el seu lloc de quietud i d'equilibri, van passar a vagarejar irregularment pels cels, com si fossin cometes i de vòrtex a vòrtex, mentre el seu foc anava apagant-se i fent-se dens en un nucli envoltat d'una escorça d'una altra mena de matèria menys subtil, fins a trobar un altre estel en equilibri –i incandescent encara- sobre el qual iniciava un recorregut cíclic i orbital:

⁵⁵⁹ TH. BURNET, *The Theory of the Earth*, pp. 71-2, printed by R.N. for Walter Kettily, at the Bishop's Head in St. Paul's Church-Yard, Londres, 1697. [«Per tal de satisfer a totes les persones intel·ligents i raonables pel que fa a això, responc i declaro, abans que res, que estem molt lluny d'excloure la divina providència, ordinària o extraordinària, de les causes i el procés del Diluvi. Sé prou bé que un pardal no cau al terra sense la voluntat del nostre Pare dels cels; menys encara, doncs, pot reduir-se a trossos el món immens sense el seu vist-i-plau i superintendència»].

«Let us, if you please, call to mind a thing which is now no longer doubted of, that the Earth is a planet; and that besides the Earth there are many planets of the same nature, as well as of the like matter and form. All which, it is probable, have had the same manner and principle of birth; that is, every one out of its own chaos. [...] It is probable that the planets were formerly fixed stars, and that the Earth it self ought to be numbred in the same rank. It will be no easy matter for you to solve the originals of the planets by any other hypothesis; at least, not if they have fire in their center, which it is very probable they have. [...] Now a fixed star perishes, and is extinguished, when being crusted over with a thick shell or scurf which it cannot break through, it degenerates into an obscure and opaque body, such as is a planet. [...] The dead bodies of the fixed stars [...] they like shadows wander up and down through the various regions of the heavens, till they have found out fit places for their residence, which having pitched upon, they stop their irregular course, and being turned into planets, move circularly about some star».⁵⁶⁰

Són els relats que ja trobàvem en Descartes: «Feignons donc que cette terre où nous sommes a été autrefois un astre composé de la matière du premier élément toute pure, laquelle occupoit le centre d'un de ces quatorze tourbillons qui étoient contenus en l'espace que nous nommons le premier ciel, en sorte qu'elle ne différoit en rien du soleil, sinon qu'elle étoit plus petite: mais que les moins subtiles parties de sa matière s'attachant peu à peu les unes aux autres, se sont assemblées sur sa superficie, et y ont composé des nuages, ou autres corps plus épais et obscurs [...]; la terre avec l'air et les corps obscurs qui l'environnoient est descendue vers le soleil jusques à l'endroit où elle est à présent»⁵⁶¹. Després d'aquest aterratge del planeta al voltant del Sol, Burnet es figura, en essència, una Terra primigènia molt regular i plana geològicament que, sempre des de procediments mecànics, inicia un camí de diferents fases de canvis físics –que, en el nostre context, no són ara especialment rellevants– que la duren, en última instància, a l'aparició de variades catàstrofes naturals –sobretot i fonamentalment l'esquinçament de l'escorça terrestre– que van comportar un diluvi de dimensions feréstegues –el Diluvi universal– i l'estat últim que hom pot presenciar en l'actualitat, desordenat i caòtic geològicament, irregular per les seves muntanyes, per les seves valls, planícies, mars de diferent concavitat i

⁵⁶⁰ TH. BURNET, *Archaeologiae Philosophicae*, pp. 35-7, printed by J. Fisher, Londres, 1736. [«Si us plau, deixeu-nos recordar quelcom que actualment ningú posa en dubte: que la Terra és un planeta; i que, com la Terra, són molts els planetes que tenen la mateixa naturalesa, tant pel que fa a la matèria com a la forma. I és probable que tots ells hagin nascut de la mateixa manera, a saber, del seu propi caos. [...] És probable que els planetes fossin al principi estels immòbils, i que hom hagi de comptar la pròpia Terra en el mateix rang. No us seria fàcil donar una altra explicació als orígens dels planetes que no sigui aquesta hipòtesi; almenys s'ha d'acceptar que tenien foc a llurs centres, cosa que és molt probable. [...] Però un estel immòbil pereix i s'extingeix quan, cobert d'una espessa escorça que no pot ser trencada, degenera en un cos obscur i opac com és un planeta. [...] Els cossos morts dels estels immòbils [...] viatgen com ombres amunt i avall per variades regions dels cels fins que descobreixen el lloc adequat per a residir-hi i, després de triar-lo, aturen el seu curs irregular i, tot convertint-se en planetes, es mouen circularment al voltant d'algun estel»].

⁵⁶¹ R. DESCARTES, *Principes de la philosophie*, IV, 2, pp. 331-2, chez F.G. Levrault, Paris, 1824. [«Així doncs, fingim que aquesta Terra on vivim fou en altres temps un astre compost de matèria del primer element totalment pura i que ocupava el centre d'un dels catorze vòrtexs que estaven continguts a l'espai que hem anomenat primer cel; per tant, només diferia del Sol en què era d'unes dimensions menors. I [fingim] que les parts menys subtils de la seva matèria, adherint-se poc a poc les unes amb les altres, s'han reunit sobre la seva superfície i han donat lloc a la composició de núvols o d'altres cossos més obscurs i espessos [...]; la Terra, i l'aire i els cossos obscurs que l'envoltaven, ha descendit cap al Sol fins arribar a ocupar el lloc que ara manté»].

una climatologia variable i agressiva. El diluvi universal, doncs, és comprès com la frontissa geològica que divideix l'estat primigeni d'una Terra prístina de l'estat de «great ruine» que presenta a l'actualitat:

«Neither is it to be wonder'd, that the great tumult of the waters, and the extremity of the deluge lasted for some months; for besides, that the first shock and commotion of the abysses was extremely violent, from the general fall of the Earth, there were ever and anon some secondary ruines; or some part of the *great ruine*, that were not well settled, broke again, and made new commotions; [...] All which things being thus explain'd, deduc'd, and stated, we now add and pronounce our third and last proposition: *that the disruption of the abysses, or dissolution of the primaeval Earth and its fall into the abysses, was the cause of the universal deluge, and of the destruction of the old world*».⁵⁶²

Malgrat haver dit que no vol excloure dels grans cataclismes que enuncien les Sagrades Escriptures el paper necessari de la providència divina, el cert és que la seva «tercera i última proposició» no deixa lloc a dubte que el diluvi universal va deure's a una gran escomesa de l'escorça terrestre, és a dir: el diluvi universal no va ser sinó una conseqüència d'uns fets geològics traumàtics que van dur-se a terme sota els efectes de les pròpies lleis mecàniques del món –i, per tant, no va ser obra directa d'una providència divina de caràcter «miraculós». Hom no només no ha d'excloure explicacions racionals als fets suposadament verídics que exposen els llibres sagrats, sinó que, enaltint la potència del gran ordre mecànic del món, es proclamen com a úniques i vertaderes explicacions efectives –«una vertadera filosofia o els vertaders principis que governen la naturalesa, geomètrics i mecànics»: «To make the scenes of natural Providence considerable, and the knowledge of them satisfactory to the mind, we must take a true philosophy, or the true principles that govern nature, which are geometrical and mechanical. By these you discover the footsteps of the Divine Art and Wisdom, and trace the progress of natures step by step»⁵⁶³. El passatge, clarament, postula que Déu ha fet el món mecànic; però no diu res de cap mena d'intervenció provident que escenifiqui «miracles» en el món. El que segueix al paràgraf encara ratifica més –i de manera molt explícita- un mecanicisme prou accentuat: «God made all things in *number, weight and measure*, which are geometrical and mechanical principles. He is not said to have made things by *forms and qualities*, or any combination of qualities, but by these three principles, which may be conceiv'd to express the subject of three mathematical sciences, number, of *arithmetick*; weight, of *statics*; and *measure* and proportion, of *geometry*»⁵⁶⁴.

⁵⁶² TH. BURNET, *The Theory of the Earth*, pp. 52-3, printed by R.N. for Walter Kettilby, at the Bishop's Head in St. Paul's Church-Yard, Londres, 1697. [«No cal que diguem que la gran bullícia de les aigües i la intensitat del diluvi van durar uns quants mesos; i que la primera escomesa i desfeta de la sima va ser extremadament violenta, i que després de la caiguda general de la Terra van haver-hi sovint uns segons ensorraments; o algunes restes del primer *gran ensorrament*, que no havien quedat pas ben fixades, van trencar-se de nou i feren noves escomeses; [...] I havent explicat, deduït i fet constar totes aquestes coses, ara afegim i proclamem la nostra tercera i última proposició: *que el trencament de la sima, o la dissolució de la Terra primigènia i el seu ensorrament, fou la causa del diluvi universal i de la destrucció del món arcaic*»]. Les lletres en cursiva apareixen en aquesta mateixa edició.

⁵⁶³ *Ibidem.*, p. 216. [«Per a poder apreciar els escenaris de la providència divina de manera que el seu coneixement satisfaci la nostra ment, cal una vertadera filosofia, o els vertaders principis que governen la naturalesa, geomètrics i mecànics. És a partir d'aquests que hom descobreix les petjades de l'art i la saviesa divines i que hom traça el progrés de la naturalesa pas a pas»].

⁵⁶⁴ *Ibidem.* [«Déu feu totes les coses en *nombre, pes i mesura*, que són principis geomètrics i mecànics. No diem que hagi fet les coses en *formes i qualitats*, o alguna combinació de propietats; sinó que és

De manera més o menys encoberta, aquest atac a la literalitat bíblica d'una banda, i la promoció d'una «primera causa» divina que posa en marxa el rellotge mecànic del món de l'altra, situa Burnet molt a prop del deisme més modèlic. Rere aquest flirteig deista de Burnet, s'hi dibuixa boirós un plaent somriure de Leibniz –i certa complaença de Descartes-, i com no, es veuen confirmades les pitjors pors i sospites del teista Pascal. Conscient d'aquest fet –i conscient també que ell era un dels candidats a heretar el càrrec de John Tillotson (1630-1694) a l'arquebisbat de Canterbury-, Burnet pretén justificar-se adoptant una nova visió que fos capaç de conciliar el mecanicisme inherent a la seva obra amb la presència contínua de la providència divina i, d'aquesta manera, eludir en la mesura que fos possible qualsevol acusació de deisme. Els jocs malabars de Burnet són subtils: si tradicionalment s'entenien dos menes de providència en el cristianisme més ortodox, la «providència general» –com a acte creador primigeni de la matèria i les seves lleis- i, d'altra banda, la «providència especial» –que és la que impedeix les postures deistes i que enervava tant Leibniz, que rau en una efectiva intervenció posterior de Déu sobre la matèria i les seves lleis, de manera «miraculosa», per tal d'evitar el seu col·lapse i, per tant, la consegüent destrucció del món físic-, ara Burnet decideix dibuixar un nou escenari en què s'introdueix un *esquema tripartit de providències divines* que va orientat, en un marc teòric, a què el seu deisme es dilueixi sense haver de renunciar a la disposició mecànica del món –i que, a més, confirmi que la primigènia creació divina no és un acte matusser d'un Déu matusser que hagi menester sovint de la seva participació real i efectiva per a mantenir-ne l'equilibri.

Donant per suposat que la «providència general» és inqüestionable, Burnet fa trontollar la concepció tradicional de «providència especial» i la substitueix per una altra concepció més heterodoxa. Si bé és cert que Déu té la potència per dur a terme «extraordinary effects» –llegeixi's, en la tradició, «providència especial»- i alterar, *de iure*, l'ordre de les coses del món, també és cert que, *de facto*, no li cal pas. Dit així, això, evidentment, no supera el deisme, perquè pressuposa que la seva obra de la naturalesa ha estat tan ben dissenyada que processa amb precisió tots i cadascun dels esdeveniments amb l'ordre previst per Déu. Tanmateix, Burnet no accepta que Déu es desentengui de l'obra creada, sinó que, en la seva omnipotència, segueix amb atenció tots els processos de la naturalesa, els «vigila» i els «observa», i «comprova» amb zel que el ritme de la naturalesa i els afers humans encaixin a cada instant, tal i com havia programat. Déu segueix *actiu* en tot el desplegament del cosmos, «much as a computer programmer who has fed the machine its instructions might sit back and observe the printout of the programmed results. It often implies the preservation of the world of natural laws. But it also implies the real potency or power to break the natural order or natural law with a transcendent act that cancels the computer program and, perhaps, throws the whole machine out»⁵⁶⁵. Burnet entén que aquest *estat actiu de vigilància* per part de Déu és, en si mateix, un acte de providència ben diferenciat de la «providència general»: és el «ordinary concurrence» –la «providència ordinària»- de Déu sobre el món, que encara que no sigui un acte de «providència

per aquests tres principis, que hom pot concebre el subjecte de tres ciències matemàtiques: pel nombre, el de l'*aritmètica*; pel pes, el de l'*estàtica*; i per la *mesura* i la proporció, el de la *geometria*»].

⁵⁶⁵ J. E. FORCE, *William Whiston, honest Newtonian*, p. 36, Cambridge University Press, 1985. [«Com un programador de computadores que hagi subministrat a la màquina les instruccions podria seure i observar com s'imprimeixen els resultats programats. Això implica sovint la preservació del món de les lleis naturals. Però també implica la possibilitat real o el poder de trencar l'ordre natural o la llei natural mitjançant un acte transcendent que cancel·li el programa de la computadora i que, si s'escau, llenci tota la màquina»].

extraordinària» efectiva i intervencionista, pot ser, no gensmenys, considerat un acte extraordinari de providència especial. Dit en altres paraules: rere el desenvolupament ordenat i mecànic del món, hi ha un «concurs ordinari» provident de Déu que dona el vist-i-plau als fets tal i com es donen –i que havia programat que es donessin així; rere els fets naturals, s’hi amaga l’extrema vigilància de Déu, atent a cada instant per si s’hagués de fer efectiu un acte de providència extraordinària –i no per un erroni funcionament de la màquina, sinó per alguna suposada decisió divina eventual, *de iure*. L’omnipotència de Déu ha de preveure necessàriament aquesta *impossible possibilitat*. «This, I think, is clear to every man’s judgment. We think him a better artist that makes a clock that strikes regularly at every hour from the springs and wheels which he puts in the work, than he that hath so made his clock that he must put his finger to it every hour to make it strike»⁵⁶⁶. És així que la formulació del «concurs ordinari» de Déu i, alhora, la pràctica inhabilitació de la «providència extraordinària», en un sentit del tot ortodox, protegeixen la tesi mecanicista sense desautoritzar el relat bíblic.

O almenys això és el que va intentar preservar fins que l’any 1690 confessi a la revisió que ell mateix farà de la *Theory of the Earth* que és impossible harmonitzar l’ideal mecànic cartesià aplicat a la cosmogonia amb el relat sagrat del Gènesi que descriu la creació del món per part de Déu en tan sols sis dies. Davant d’aquesta impossible conciliació, Burnet optarà per protegir el discurs mecanicista i interpretar el relat bíblic com una al·legoria adequada per a la comprensió dels fets per part de la mentalitat de la gent d’aquells temps. «But possibly it may be said the principal objection will arise from Moses his Six-days Creation in the first chapter of Genesis: where another sort of Earth, than what we have form’d from the chaos, is represented to us [...]. ‘Tis indeed very apparent, that Moses hath accommodated his Six-days Creation to the present form of the Earth, or to what which was before the eyes of the people when he writ. But it is a great question whether that was ever intended for a true physical account of the origine of the Earth [...] We will proceed to other observations upon the Six-days work, which will further assure us, that ‘tis a narration suited to the capacity of the people, and not to the strict and physical nature of things»⁵⁶⁷. Davant d’aquestes tossudes perspectives, no es veu pas la forma de poder assumir realment, com havia afirmat, que Burnet pretengués estar lluny de negar la providència extraordinària que brolla dels relats de les Sagrades Escripures. Era, de fet i com dèiem, una *captatio benevolentiae*. Per molts esforços invertits, la idea del «concurs ordinari» no sembla poder compensar la veritable naturalesa de l’ànima de Burnet: un mecanicista convençut a qui neguitejava més l’explícita paraula «deisme» que no pas el que la paraula conté.

⁵⁶⁶ TH. BURNET, *The Theory of the Earth*, p. 72, printed by R.N. for Walter Kettily, at the Bishop’s Head in St, Paul’s Church-Yard, Londres, 1697. [«Penso que això és clar per a qualsevol home que ho jutgi. Creiem que és millor artista aquell que fa un rellotge que dona l’hora regularment a partir de les molles i les rodes que ha posat a l’obra, que no pas aquell que ha fet el rellotge de tal manera que ha de posar-hi els dits cada hora per a fer que funcioni»].

⁵⁶⁷ TH. BURNET, *Review of the Theory of the Earth, and of its proof, especially in reference to Scripture*, p. 407-8, printed by R.N. for Walter Kettily, at the Bishop’s Head in St, Paul’s Church-Yard, Londres, 1690. [«Però possiblement podria dir-se que la principal objecció sorgirà de la creació mosaica dels sis dies al primer capítol del Gènesi, on se’ns representa una altra mena de Terra diferent a la que nosaltres hem fet brollar del caos [...]. Doncs bé, es fa molt obvi que Moisès va acomodar la seva creació en sis dies a la forma actual de la Terra, o a la que hi havia davant dels ulls de la gent de quan ell va escriure. Tanmateix, és una gran qüestió si mai va ser algun intent de crònica vertadera dels fets físics sobre l’origen de la Terra [...] Procedirem a fer altres observacions sobre la creació en sis dies que ens mostraran més endavant que aquesta és una narració adaptada a les capacitats de la gent, i no pas a l’estricta naturalesa física de les coses»].

De fet, el deïsta Charles Blount (1654-1693) va introduir a la seva obra *Oracles of Reason* (1693), una miscel·lània d'assajos teològics, alguns dels capítols de les *Archaeologiae Philosophicae* –traduïts ara ja a l'anglès per Henry Brown–, que més semblaven comprometre Burnet amb la línia deïsta més ortodoxa. El pensament i l'obra de Blount, efectivament, hi pertanyien: negació de tota mena de providència que no fos la general, dubtes raonables de tota la descripció de la creació mosaica i impossibilitat de la revelació divina i dels miracles. Blount emprava algunes argumentacions de Burnet «to argue in favor of the generally provident creator-architect of deistic natural religion while dismissing the specially provident (miracle-working, prophecy-fulfilling, prayer-answering) God of the Bible as mere fabulous allegory»⁵⁶⁸. Concretament, a *Oracles of Reason*, Blount hi inclou un passatge molt explícit de Burnet a les *Archaeologiae Philosophicae*: «[...] the account Moses gives us of the first creation of things, seem to imply that it was not this sacred author's design to represent the beginning of the world, exactly according to the physical truth; (which would have been of no use to the common people who were incapable of being made philosophers) but to expound the first originals of things after such a method as might breed in the minds of men piety, and a worshipping of the true God».⁵⁶⁹ La idea que la història natural de la Terra en particular i del cosmos en general no han patit cap altra intervenció que els propis cataclismes mecànics que es deriven de les lleis de la física ja la defensa Blount en una obra seva anterior, *Miracles, no Violations of the Laws of Nature* (1683), que ens adoctrina sobre la impossibilitat de cap mena de providència extraordinària de Déu, sobre la negació de la concurrència divina mitjançant l'acte miraculós, el miracle:

«If by miracle in the general, you understand nothing else but a certain work or effect, the causes of which cannot be explicated by men ignorant of the principles of natural things: I acknowledge many such miracles to have been done in all ages, and among all nations. Nay more, if by a miracle you mean that, the causes whereof transcend the capacity even of the most acute and profound philosopher; i will not deny, but that among the many things related in the Scripture, as miracles, some are found, that in this sense also may deserve that name; [...] but if you will have a miracle to be such a rare effect, which is absolutely above or (which really is all one) contrary to the laws of nature, or which cannot possibly follow from her fixed and immutable order; then I dare not believe that any such miracle hath ever happen'd in nature, lest I oppose God to God, that is, admit that God changes his own decrees; which from the perfection of the divine nature, I know to be impossible».⁵⁷⁰

⁵⁶⁸ J. E. FORCE, *William Whiston, honest Newtonian*, p. 32, Cambridge University Press, 1985. [«[...] amb l'objectiu de posicionar-se a favor del creador-arquitecte en providència general de la religió natural deïsta, tot rebutjant el Déu en providència especial de la Bíblia –que obra en miracles, compleix profecies i respon a les pregàries- com una mera al·legoria fabulosa»].

⁵⁶⁹ TH. BURNET, *Archaeologiae Philosophicae*, p. 46, printed by J. Fisher, Londres, 1736, afegit a CH. BLOUNT, *Oracles of Reason*, p. 75, London, 1693. [«[...] la narració que ens ofereix Moisès sobre la primera creació de totes les coses sembla implicar que el disseny d'aquest autor sagrat no representa l'inici del món de manera exactament acordada amb la veritat física (que no hauria tingut validesa per al comú de la gent que era incapaç de pensar filosòficament), sinó que exposa el principi de totes les coses d'una manera que pogués convertir els homes en pietosos i capaços d'adorar el veritable Déu»].

⁵⁷⁰ CH. BLOUNT, *Miracles, no Violations of the Laws of Nature*, Intr., London, 1683. [«Si per miracle en general no entenem altra cosa que cert fet o efecte, les causes del qual no poden ser explicades pels homes que ignoren els principis de les coses naturals, aleshores admeto que de miracles n'hi ha hagut en tots els temps i a totes les nacions. Àdhuc, si per miracle es fa referència a allò les causes del qual van més enllà, fins i tot, de la capacitat del filòsof més profund i agut, no negaré que, d'entre les moltes coses que es relaten a les Escriptures com a miracles, algunes n'hi haurà que, efectivament, podrien

La noció de «miracle», doncs, només pot acceptar-se en relació a la ignorància humana pel que fa al coneixement de les lleis últimes de la naturalesa. Deixant de banda ara l'acusació de plagi que va rebre Blount per part dels qui pretenien defensar la viabilitat de la providència extraordinària, el cert és que Blount insereix a la cinquena Secció dels *Miracles* tota una argumentació que revivifica el punt de vista de Spinoza que «miracle» només es pot entendre com aquella paraula que posa sobre l'escenari la ignorància dels qui no tenen saviesa naturalista. Quatre, diu Blount, són els principis dels que ens hem de convèncer: 1) res pot passar en la naturalesa que contravingui les seves lleis, fixades i immutables, «nothing in the world happens or comes to pass contrary to nature, but that nature keeps an eternal, fixed, and immutable order»; 2) de l'efectiva existència de miracles tampoc podria deduir-se'n ni l'essència ni l'existència de Déu –i, per tant, tampoc la seva providència-, «that from miracles we cannot come to understand and certainly know either the essence, or existence, or providence of God»; 3) pot provar-se que a les pròpies Escriptures, ben llegides, no s'entén per «providència divina» altra cosa que no sigui l'ordre primigeni establert per Déu, un ordre que segueix lleis eternes, «that the Holy Scripture itself, by the decrees and volitions, and consequently the providence of God, understands nothing else but the very same order of nature, which necessarily follows from his eternal laws»; i 4) que la noció de «miracle» ha sorgit d'una incorrecta o invàlida interpretació de les Sagrades Escriptures, «that most men have erred in the manner of interpreting the miracles recorded in the Holy Scriptures».⁵⁷¹

Molt especialment spinozista és el segon d'aquests principis: malgrat existissin, en efecte, fets naturals que contravinguessin les lleis de la naturalesa i esdevinguessin una singularitat o una interrupció de la legislació establerta, no podria deduir-se'n lògicament ni l'essència ni l'existència de Déu. Hom hauria d'acceptar el fet com quelcom inexplicable, i aquesta impossibilitat d'explicació no implica la necessitat d'un Déu provident. Els miracles podrien ser explicats si es demostrés a priori l'existència d'un ésser diví capaç d'intervenir singularment sobre la naturalesa; però no a la inversa: no pot demostrar-se l'existència d'un ésser diví capaç d'intervenir singularment sobre la naturalesa mitjançant la comprovació empírica d'alguna suposada possible singularitat en l'ordre del món. Si hom vol evitar concebre que

portar aquest nom; [...] però si tenim per miracle algun efecte estrany que està absolutament per sobre o (que és realment tot ell) contrari a les lleis de la naturalesa, o que possiblement no pot derivar-se del seu ordre immutable i fixat, aleshores no m'atreveixo a creure que un miracle d'aquesta mena hagi passat mai en la naturalesa, atès que Déu no pot oposar-se a si mateix, és a dir, no es pot admetre que Déu alteri allò que ell mateix ha creat, cosa que reconec com a impossible atesa la perfecció de la seva divina naturalesa»].

⁵⁷¹ Efectivament, Baruch Spinoza al capítol VI del seu *Tractatus Theologicus-Politicus, De Miraculis*, exposa en el mateix ordre aquests quatre punts: «I. Nihil contra naturam contingere, sed ipsam aeternum fixum, et immutabilem ordinem servare, et simul, quid per miraculum intelligendum sit. II. Nos ex miraculis, nec essentiam nec existentiam, et consequenter, nec providentiam Dei posse cognoscere, sed haec omnia longe melius percipi ex fixo et immutabili naturae ordine. III. Ex aliquot Scripturae exemplis ostendam, ipsam Scripturam per Dei decreta et volitiones, et consequenter providentiam nihil aliud intelligere, quam ipsum naturae ordinem, qui ex ejus aeternis legibus necessario sequitur. IV. Denique de modo miracula Scripturae interpretandi, et de iis, quae praecipue circa miraculorum narrationes notari debeant, agam». L'acusació de plagi que va caure sobre Blount va venir d'un membre del clergat, Thomas Browne, qui, a la seva obra *Miracle work's above and contrary to nature* (1683), pretén rebatre-hi tot el seu pensament. Luisa Simonutti informa que «Browne breaks down and analyses the component parts of the work and makes clear to the reader that it is made up of a collage of texts by various authors translated and linked together by a few connecting phrases», passatge extret de *Disguised and overt Spinozism around 1700: Papers presented at the International Colloquium*, p. 198, Rotterdam 5-8 October 1994.

algun fet esdevingui sense cap mena de causa –cosa que repugna a la ment-, com a molt podria dir-se que la singular interrupció ha tingut *alguna* causa desconeguda, però en cap cas es provaria que aquesta causa hagués de ser necessàriament l'acció d'un ésser perfecte i provident, podent ser, simplement, l'efecte d'una causa finita i imperfecta que ens és desconeguda naturalment:

«Porro quamvis ex miraculis aliquid concludere possemus, nullo tamen modo Dei existentia inde posset concludi. Nam, cum miraculum opus limitatum sit, nec unquam, nisi certam et limitatam potentiam exprimat, certum est, nos ex tali effectu non posse concludere existentiam causae, cujus potentia sit infinita, sed ad summum causae, cujus potentia major sit; dico ad summum, potest enim etiam consequi ex multis causis simul concurrentibus opus aliquod, cujus quidem vis et potentia minor sit potentiâ omnium causarum simul, at longe major potentiâ uniuscujusque causae».⁵⁷²

I aquesta segona «regla» de Spinoza-Blount encara pretén arribar més lluny, molt més lluny, tan lluny com el fet d'aprofitar l'argument per reforçar la més bàsica tesi deïsta: si bé del sol suposat fet de l'existència d'un miracle no pot deduir-se'n de cap manera l'existència de Déu, sí es pot, en canvi, i molt més fàcilment, deduir l'existència de Déu a partir d'un ordre immutable, etern i preestablert per Déu de les lleis físiques en un únic acte de providència general:

«At quoniam naturae leges (ut jam ostendimus) ad infinita se extendunt, et sub quadam specie aeternitatis a nobis concipiuntur, et natura secundum eas certo, atque immutabili ordine procedat, ipsae nobis eatenus Dei infinitatem, aeternitatem, et immutabilitatem aliquo modo indicant. Concludimus itaque, nos per miracula Deum, ejusque existentiam et providentiam cognoscere non posse, sed haec longe melius concludi ex naturae fixo atque immutabili ordine».⁵⁷³

Potser a Blount i a Spinoza els haurien complagut aquelles paraules de Marsilio Ficino (1433-1499), qui, malgrat en un context distint al que tractem i insistint en la tradicional platonització del cristianisme teòric com a bon «theologus platonicus» que era, feia la lectura que, per a Plató, *mai* –«unquam»- la Divinitat podia ser assolida si no era mitjançant la contemplació de la naturalesa ordinària: «Neque [Plato] enim divinorum putat *unquam* homines reminisci, nisi quibusdam eorum quasi umbris atque imaginibus, que corporis percipiuntur sensibus, excitentur. Itaque Paulus ac Dionysius, Christianorum theologorum sapientissimi, invisibilia Dei, asserunt, per ea quae facta sunt queque hic cernuntur intelligi»⁵⁷⁴. Blount queda,

⁵⁷² B. SPINOZA, *Tractatus Theologicus-Politicus*, Cap. VI, *De Miraculis*, [87], 10. [«A més, malgrat que dels miracles se'n pogués concloure alguna cosa, mai podria ser l'existència de Déu. Doncs, atès que el miracle és una obra limitada i mai no expressa més que un cert poder limitat, és clar que de l'esmentat efecte no en podem concloure l'existència d'una causa el poder de la qual sigui infinit, sinó, com a molt, d'una causa el poder de la qual sigui major; dic *com a molt* perquè de moltes causes que concorrin simultàniament també pot derivar-se'n alguna cosa la força i el poder de la qual sigui menor que el poder de totes aquestes causes juntes, però molt major que el poder de cadascuna d'elles»].

⁵⁷³ *Ibidem.*, [87], 20. [«Però atès que les lleis de la naturalesa (com ja hem dit) s'estenen a l'infinit i són concebudes per nosaltres sota certa mena d'eternitat, i atès que la naturalesa procedeix, segons aquestes lleis, en un ordre fix i immutable, aquestes lleis ens indiquen, justament per això i d'alguna manera, la infinitud, eternitat i immutabilitat de Déu. Concloem, doncs, que pels miracles no es pot conèixer Déu, ni la seva existència ni la seva providència, sinó que això es demostra molt millor per l'ordre fix i immutable de la naturalesa»].

⁵⁷⁴ M. FICINO, *Opera*, p. 614, Henricpetrina, Basel, 1576. [«Pensa [Plató] que els homes *mai* poden recordar les coses divines si no és perquè són excitats per algunes d'aquelles coses que –com ombres i

tanmateix, influenciat per una tesi similar que també havia estat formulada pel bisbe Thomas Sprat a la seva *History of the Royal Society* (1667), quan afirmava que «[...] it is enough for the honor of His government, that he guides the whole creation, in its wonted cours of causes, and effects: as it makes as much for the reputation of a prince's wisdom, that he can rule his subjects peaceably, by his known, and standing laws, as that he is often forc'd to make use of extraordinary justice to punish, or reward»⁵⁷⁵. L'argument pretén ser tan punyent com per, fins i tot, relacionar astutament la defensa a ultrança d'alguna providència extraordinària –contrària, com sabem, als interessos deistes- amb certa aproximació a un ateisme encobert: efectivament, si hem de confiar en l'existència de «miracles» per a poder demostrar l'existència de Déu com a única prova «empírica», aleshores la pura raó ens diu que la seva divina existència és indemostrable.

Si Burnet havia tingut alguna possibilitat de succeir John Tillotson en el seu càrrec a l'arquebisbat de Canterbury, va quedar totalment esvaïda després que Blount l'hagués pres com a model a *Oracles of Reason*. Blount abanderava el deisme més radical, fins al punt d'anorrear durament la revelació i la providència especial fent referència al Thomas Hobbes (1588-1679) més càustic quan, a una obra anterior, *The First Two Books of Philostratus* (1680), el citava tot dient: «Mr. Hobbs tells us, that in these four things, opinion of ghosts, ignorance of second causes, devotion towards what men fear, and taking of things casual for prognosticks, consisteth the natural seed of religion; which by reason of the different fancies, judgments, and passions of several men, hath grown up into ceremonies so different, that those which are used by one man, seem ridiculous to another»⁵⁷⁶. No és cap bon full de serveis per a un home que pretén la seu d'un arquebisbat estar citat de capçalera per algú que es troba còmode amb l'escepticisme de Hobbes o el panteisme de Spinoza. Al desembre de 1694, Thomas Tenison va ser nomenat arquebisbe de Canterbury.

§ 9.3 Whiston: una teoria mecànica i mosaica de la Terra

Hauria complagut força Pascal que homes com William Whiston reaccionessin en aquella verda Anglaterra contra tota aquesta amenaça deista –a part que homes com Burnet, ni que fos com a escarment alligador, es quedessin sense els càrrecs pretesos. Efectivament, tot i que el considera un autor interessant, Whiston lamenta profundament que Burnet hagi alimentat la causa deista, proporcionant-li a la seva inèrcia creixent una empenta significativa. És en aquest context que Whiston escriu la seva *New Theory of the Earth*, apuntant directament al pensament i a la figura de Burnet, sense cap mena d'opacitat, conscient d'aquesta dramàtica polaritat, cara a

imatges- són percebudes pels sentits del cos. Vet aquí que Sant Pau i Dionís, els més savis dels teòlegs cristians, diuen que l'invisible de Déu pot ser entès mitjançant les coses creades que aquí percebem»].

⁵⁷⁵ T. SPRAT, *History of the Royal Society of London*, p. 360, printed by J. Martin at the Bell, London, 1667. [«[...] pel que fa a l'honorabilitat del Seu govern, n'hi ha prou amb què organitzi tota la creació segons el curs de les causes i els efectes que ell vulgui; d'igual manera que és millor per a la reputació de la saviesa d'un príncep que reguli els seus afers amb placidesa, imposant unes lleis a partir del seu coneixement, que no pas veure's forçat sovint a haver de fer ús d'una justícia extraordinària per a castigar o premiar»].

⁵⁷⁶ CH. BLOUNT, *The First Two Books of Philostratus, concerning the life of Apollonius Tyraneus*, pp. 32-3, printed for Nathaniel Thompson, London, 1680. [«Diu Hobbes que la llavor natural de la religió consisteix en aquestes quatre coses: en la creença dels esperits, en la ignorància de les causes segones, en la devoció cap allò que atemoreix els homes i en el fet de prendre per profecies els fets que són casuals; de manera que, a causa de distintes quimeres, judicis i passions d'alguns homes, la religió ha arrelat en cerimònies tan diferents que aquelles que practica un home semblen ridícules als altres»].

cara, sense subterfugis. La primera peça de l'engranatge deïsta que calia desarticular era la contínua pretensió de desmerèixer –fins a ridiculitzar- la lectura literal del relat mosaic de la Creació que ofereixen les Sagrades Escripures; una contínua pretensió que anava orientada a enfortir la visió d'una creació «ex nihilo», en la que Déu, en un acte creatiu únic i perfecte de providència general, hauria donat l'existència al món tot regint-lo per unes lleis físiques inequívokes i infalibles. L'atac deïsta al relat mosaic de la Creació se subordina a l'atac genèric a tot el relat veterotestamentari. Atès que la fita deïsta és l'afirmació de la impossibilitat d'un Déu especialment provident, hom hauria de rebutjar tota narració sobre la mundana evolució que mostri, d'una banda, un diàleg entre el gènere humà i el Creador de totes les coses i, de l'altra, una activa i efectiva participació de Déu en els afers humans i naturals. El relat veterotestamentari –i molt especialment els llibres del Pentateuc-, edificat precisament sobre aquests principis, no pot ser entès, doncs, sinó com una al·legoria o una metàfora destinada a un poble assedegat d'un marc cosmològic però incapaç d'assumir una teologia silenciosa. En cap cas, la narració veterotestamentària donaria fe de fets objectivables i esdevinguts en la temporalitat del món viscut.

Alguns, en efecte, han anat massa lluny, entén Whiston, al titllar d'irracional el relat de la Creació del Gènesi, fins al punt que «[they] have ventur'd to exclude it from any just sense at all; asserting it to be a meer popular, parabolick, or mythological relation; in which the plain letter is no more to be accounted for, or believ'd, than the fabulous representations of Aesop, or at best, than the mystical parables of our Saviour»⁵⁷⁷. Si això ha passat, es deu a la debilitat en què es troben les Escripures davant la creixent necessitat il·lustrada –a qui li sembla insuficient la fe en la revelació- d'oferir un discurs objectivable de la Creació i de l'evolució. Però Whiston està convençut que aquest discurs objectivable sobre els fets revelats és possible des de la nova mecànica newtoniana: *es pot oferir una prova de la veracitat dels fets bíblics a partir de Newton*: «So I think those who, notwithstanding its apparent incongruities, adhere to the vulgar exposition, will have great reason to encourage, and rest satisfy'd in such an account, as shall at once keep sufficiently close to the Letter of Moses, and yet be far from allowing what contradicts the divine wisdom, common reason, or philosophick deductions»⁵⁷⁸. Whiston, tanmateix, és conscient que el risc d'una explicació del relat mosaic de la Creació mitjançant una lectura mecanicista pot dur a la creença que el relat bíblic és tan sols una falla i que, per tant, l'especial providència divina és del tot innecessària –camí cap al que va anar derivant Burnet i que Blount havia assumit plenament. Però Whiston, com podem veure més endavant, s'afanyarà força a defensar que una exegesi mecanicista del relat mosaic no necessàriament inhabilita definitivament la providència especial de Déu, sinó que, ben al contrari, no només són compatibles, sinó també necessàries. El relat bíblic, doncs, no és pas una falla –com pretenen aquells deïstes descreguts: «The Mosaick Creation is not a nice and philosophical account of the origin of all things; but an historical and true representation of the formation of our single Earth out of a confus'd chaos, and of the successive and visible changes thereof each day, till it

⁵⁷⁷ W. WHISTON, *New Theory of the Earth*, p. 2, printed for John Whiston at Mr. Boyle's Head in Fleet-Street, London, 1738. [«[...] s'han atrevit a excloure-ho de tot allò que pugui tenir cap mena de sentit, considerant-ho un simple relat popular, parabòlic o mitològic en el qual la lletra escrita no es pot prendre més seriosament que hom pren els fabulosos contes d'Esop o fins i tot, en el millor dels casos, les místiques paràboles del nostre Salvador»].

⁵⁷⁸ *Ibidem*. [«Penso, per tant, que aquells qui, malgrat les seves incongruències aparents, s'adhereixen al relat vulgar tindran força motius per quedar satisfets si s'alineen al costat d'una exposició que sigui suficientment fidel a la lletra mosaica i, al mateix temps, prou lluny de permetre tot allò que contradiu la saviesa divina, la comuna raó o les deduccions filosòfiques»].

became the habitation of mankind»⁵⁷⁹. Caldria, atès tot això, 1) una reafirmació definitiva del relat mosaic de la Creació del Gènesi en concret –i de la narració veterotestamentària en general- i, de forma paral·lela, 2) una revisió acurada dels fets que s’hi esmenten amb l’objectiu de poder jutjar, en tota conseqüència, la vertadera acció provident de Déu. Whiston, a partir d’aquest programa, també enceta a *New Theory of the Earth* una precisa relació dels fets de la Creació mosaica des d’una òptica mecanicista, concedint Burnet tanmateix que, en efecte, el relat bíblic s’havia forjat des d’un llenguatge adequat a la seva època i assumint també que el capítol concret de la gènesi primigènia del món deixava poc espai a una especial providència divina –i per tant, delineant quines serien les premisses fonamentals de la primera providència general- des de la perspectiva «mecànica»; però el que és ressenyable és que aquest poc espai no és pas, per a Whiston, aplicable en global a tot el testimoni veterotestamentari. En definitiva: el relat bíblic és fiable i la providència especial de Déu no pot menysprear-se, malgrat que entén que és un recurs que Déu es preserva per a ocasions ben assenyalades.

Cal diferenciar, comença Whiston⁵⁸⁰, l’acte efectiu de creació «ex nihilo» de tota la matèria i de l’Univers sencer de la concreta i genuïna formació de la Terra. Del primer, el Gènesi només en fa menció tot just al començament: «Al principi, Déu va crear el cel i la terra» (Gèn. 1:1); el relat mosaic no té cap interès en descriure aquesta creació de l’Univers, sinó centrar-se en la gestació de la Terra, que és el que, de fet, interessava l’home d’aquella època: «*In the beginning God created the heaven and the earth, says the Scripture; which is, as I take it, a preface or introduction to the following account, and may be thus paraphras’d: ‘Although that history of the origin of the world, which shall now be given you, do not extend any farther; [...] and so the rest of the universe be not at all directly concern’d therein’*»⁵⁸¹. És rellevant que Whiston subratlli que el text veterotestamentari exclou el tractament de l’Univers i que, per tant, res diu, pròpiament, dels fets que puguin ocórrer en l’àmbit dels astres. Tota la redacció posterior és l’exclusiu relat de la formació de la Terra, que el Gènesi

⁵⁷⁹ *Ibidem.*, p. 3. [«La Creació mosaica no és una descripció filosòfica i refinada de l’origen de totes les coses, però sí que és una representació històrica i vertadera de la formació del nostre excepcional planeta Terra a partir de la confusió del caos i dels seus canvis successius i visibles en el temps fins a esdevenir el lloc de residència de la Humanitat»].

⁵⁸⁰ *New Theory of the Earth* té una estructura ben determinada: el llibre s’enceta amb una extensa interpretació del relat mosaic al voltant de la formació de la Terra des de l’òptica mecanicista que duu per títol *A Discourse concerning the nature, style, and extent of the mosaick history of the Creation*. L’objectiu d’aquest extens discurs introductori és convèncer el lector que, efectivament, els fets narrats en el Gènesi poden ser explicats des de la perspectiva newtoniana, de manera que resulta una punyent defensa de les Escriptures. Aquest discurs duu Whiston a tres postulats que hauran de fonamentar el que és pròpiament la *New Theory of the Earth*: 1) «The obvious or literal sense of Scripture is the true and real one, where no evident reason can be given to the contrary», [«El sentit obvi o literal de les Escriptures és l’únic i vertader si no hi ha cap raó evident que es pugui donar en contra»]; 2) «That which is clearly accountable in a natural way, is not, without reason, to be adscrib’d to a miraculous power», [«Que tot allò que es pugui explicar d’una manera natural no ha de ser adscrit, sense raó, a cap poder miraculós»]; i 3) «What ancient tradition asserts of the constitution of nature, or of the origin and primitive states of the world, is to be allow’d for true, where ‘tis fully agreeable to Scripture, reason, and philosophy», [«El que l’antiga tradició ens diu sobre la constitució de la naturalesa o de l’origen i els estats primitius del món, ha de considerar-se vertader si està plenament d’acord amb les Escriptures, la Raó i la filosofia»]. Aquests tres postulats els té en compte Whiston en tot moment en la redacció que comença acte seguit, una acurada descripció de la formació de la Terra.

⁵⁸¹ *Ibidem.*, p. 4. [«Al principi, Déu va crear el cel i la terra, diuen les Escriptures, sent només, entenc, un prefaci o una introducció al que s’haurà de relatar, i ben bé pot ser parafrasejat d’aquesta manera: ‘Tot i que ara us hauríem de relatar la història de l’origen del món, no ens hi estendrem pas més; [...] [a la història de la Terra] no li concerneix pas directament la resta de l’univers’»].

proposa en «sis dies», o sigui, el relat de l'«hexàmeron». Quan el Gènesi afirma que «la terra era caòtica i desolada» (Gèn. 1:2), Whiston interpreta que és així com són els cometes, informes –sense cap forma predeterminada- i inhòspits, i aquest cometa informe i inhòspit, la primitiva Terra, era el que el Gènesi en diu el «caos»: «The antient *chaos*, the origin of our Earth, was the atmosphere of a comet. This proposition, however new and surprizing, will, I hope, appear not improbable, when I shall have shewn, that the atmosphere of a comet has those several properties which are recorded of the ancient *chaos*»⁵⁸². I Whiston es disposa a demostrar que, quan el Gènesi ens parla del caos, pròpiament està parlant d'un cometa constituït, d'una banda, per tot de «fluids informes» en el seu nucli, un magma d'aigües i terra que s'identifiquen amb el pèlag –o sigui, l'«oceà bíblic»-, i d'un embolcall de vapors molt densos, com núvols opacs, que duen a la foscor més intensa a l'interior del cometa: vet aquí que el Gènesi afegeixi (Gèn. 1:2) que «les tenebres cobrien la superfície de l'oceà». Aquesta terra original, un cometa informe, caòtic i desolat, hauria passat de tenir una òrbita el·líptica i excèntrica –i inhabitable per als éssers vius- a moure's en una òrbita gairebé circular i concèntrica respecte al Sol, fet necessari, efectivament, per al manteniment de la vida, i convertint-se en un planeta:

«In case the orbit of a comet were chang'd into that of a planet, i.e. if its eccentric *ellipsis* were turn'd into a concentric circle; or an *ellipsis* not much differing therefrom: at a suitable and convenient distance from the Sun; there is no reason to doubt but the parts of that confused atmosphere which now encompass it to such a prodigious distance, might subside and settle downwards according to their several specifick gravities; and both obtain and preserve as settled, fix'd, and orderly a constitution as a planet has: which [...] would produce a planet as fit for the growth of vegetables and the habitation of animals as that on which we live, or any other in the solar system».⁵⁸³

Un cop el cometa –tant el seu nucli de fluids com els vapors caòtics que el rodegen- s'hauria articulats gravitatòriament al voltant del Sol a aquesta distància gairebé concèntrica i desitjable, s'haurien començat a donar tots els fenòmens físics que van convertir aquesta massa «caòtica i desolada» en la Terra habitable. D'entrada, cal pensar, informa Whiston, que la Terra-cometa primigènia no hauria tingut moviment diürn, de manera que un dia –des de la primera sortida del Sol fins a la segona- hauria equivalgut pròpiament a un any –a una revolució completa al voltant del Sol-, i, per tant, l'«hexàmeron» de la Creació, els «sis dies» primers, hauria equivalgut en realitat, a sis anys. A més, Whiston omple planes i planes per veure de demostrar que cadascuna d'aquestes revolucions al voltant del Sol no haurien tingut la durada que tenen avui en dia, sinó que, temporalment, haurien durat molt més que un any actual: un any actual és un lapse de temps enormement menor al lapse de temps que era un any primigeni o, si es vol, sis anys en els primers

⁵⁸² *Ibidem.*, p. 73. [«L'antic *chaos*, l'origen de la nostra Terra, era l'atmosfera d'un cometa. Aquesta afirmació, nova i sorprenent d'alguna manera, espero que apareixerà com a probable quan hagi mostrat que l'atmosfera d'un cometa té aquelles propietats que acompanyen l'antiga paraula *chaos*»].

⁵⁸³ *Ibidem.*, p. 51. [«En cas que l'òrbita d'un cometa s'hagués convertit en la d'un planeta, és a dir, si la seva el·lipse excèntrica s'hagués convertit en un cercle concèntric –o en una el·lipse que s'hi apropés-, a una distància idònia i convenient del Sol, no hi ha raó per a dubtar que les parts d'aquesta atmosfera informe que ara l'abracen a una distància prodigiosa no s'haguessin mogut cap a baix i restablert segons les seves específiques gravitats, i que no haguessin obtingut i preservat una constitució com la que tenen els planetes, ben establerta, fixada i ordenada, que [...] conformaria un planeta preparat per al creixement de les plantes i per a l'habitabilitat dels animals com aquell en què vivim nosaltres, o com a qualsevol altre en el sistema solar»].

moments de formació de la Terra, des d'un punt de vista temporal, ocuparia un lapse de temps enormement més gran que el temps que avui ocupen sis anys. Whiston entén que el moviment diürn del planeta no hauria començat fins molt després de la Caiguda de l'home, molt probablement no abans del Diluvi. Per tant, el lapse de temps que el Gènesi esmenta com a només «sis dies», en realitat, des de la nostra perspectiva, no pot entendre's sinó com un període de segles sencers en què hauria donat temps a què esdevinguessin tots els canvis físics que van fer de la nostra Terra un lloc habitable. No pensi pas el lector que Whiston no justifica aquestes mesures: extensos arguments que barregen una interessant exegesi bíblica i coneixements ajustats de física li proporcionen una base prou sòlida per a una tesi d'aquesta mena.

Quan diu el Gènesi que «l'Esperit de Déu planava sobre les aigües» (Gèn. 1:2), queda ben palesa la providència divina –malgrat que encara no ben definida, en el sentit que no queda clar si és general o especial; tot i així, les intencions divines aviat s'haurien de manifestar sobre aquest nucli cometari que ja giravolta al voltant del Sol. Seguint les lleis de la gravetat, aquest estat original s'aniria abandonant i, poc a poc, les parts més denses caurien cap al nucli i les menys denses formarien una capa més translúcida, de manera que, *paulatim*, es permetria que penetrés la llum del Sol. La correspondència amb el relat bíblic és evident: «Déu digué: que existeixi la llum. I la llum va existir» (Gèn. 1:3). El passatge és força explícit:

«Upon [...] the influence of the Divine Spirit, all things would begin to take their own places, and each species of bodies rank themselves into that order, which, according to the law of specifick gravity, were due to them. By which method the mass of dense fluids, which compos'd one part of the entire *chaos*, being heavier than the masses of Earth, and Water, and Air, would sink downwards with the greatest force and velocity, and elevate those masses inclosed among them upwards. Which procedure must therefore distinguish the chaos or atmosphere into two very different and distinct regions: the lower and larger whereof would be a collection, or system of dense and heavy fluids, or a vast abyss immediately encompassing the central solid body; the higher and lesser would be a collection, or system of earthy, watery, and aery parts, confusedly mix'd together, and encompassing the said abyss, in the same manner as that did the central solid».⁵⁸⁴

Que a continuació –en el «segon dia» de la Creació- hi hagi un firmament enmig de les aigües, separant les aigües superiors de les inferiors (Gèn. 1:6-8) segueix arrodonint els processos de separació de les aigües del cometa i els núvols que l'envolten. Els propis processos físics que es donen a la sima fan que totes les partícules de terra s'aguantin sobre les aigües i emergeixin cap a la superfície, i això expressa que Déu digués «que les aigües de sota el cel s'apleguin en un sol indret i apareguin els continents» (Gèn. 1:9-10). Una vegada que, en el «tercer dia» de la Creació, s'estableix i es completa el cicle de formació de la climatologia més incipient i l'orografia terrestres, s'hi deurien començar a donar les condicions que permetessin

⁵⁸⁴ *Ibidem.*, p. 308. [«Donada [...] la influència de l'esperit diví, totes les coses començarien a prendre el lloc que els és propi, i cada mena de cos s'ordenaria d'acord amb la llei de la gravetat específica que els pertocaria. D'aquesta manera, la massa de densos fluids que composaria part de tot aquest caos, sent com seria més pesada que les masses de terra, aigua i aire, s'esfondraria cap a baix amb la força i la velocitat més altes, i elevaria cap a dalt aquestes últimes. I d'aquest procés, hom podria distingir en el caos o l'atmosfera dues regions ben diferenciades i distintes, de les quals la més gran i profunda seria un conjunt o un sistema de fluids densos i pesats, o una immensa sima envoltant immediatament al cos sòlid central; i la més petita i elevada seria un conjunt o un sistema d'algunes parts terroses, aquàtiques i aèries, confusament barrejades les unes amb les altres, que envoltarien la sima que ara mencionàvem, de la mateixa manera que ella envoltaria el sòlid central»].

la permanència de la vida vegetal i animal a la Terra: el relat mosaic continua dient que Déu, en el «tercer dia» de la Creació, digué «que la terra produeixi vegetació, herbes que facin llavor i arbres de tota mena que donin fruit amb la seva llavor, per tota la terra» (Gèn. 1:11-12); i en el «cinquè dia» de l'hexàmeron, Déu preveu «que les aigües produeixin éssers vius que s'hi moguin i animals alats que volin entre la terra i la volta del cel» (Gèn. 1:21). Tanmateix, els principis filosòfics del mecanicisme en general i la mecànica newtoniana en concret, no li permetien pas a Whiston de deduir l'existència de la «vida», sota cap circumstància i en cap mena d'organisme. El fet biològic representa, efectivament, un salt qualitatiu: aquell hàlit misteriós que vivifica els diferents organismes no sembla pas de naturalesa mecànica i, per tant, no pot explicar-se com a conseqüència d'operacions mecàniques. El fet biològic es presenta com un fenomen que supera l'estat merament físic i es manifesta com un estadi «sobrevingut».

Tot i que el llibre del Gènesi relata els fets com si Déu anés intervenint de forma extraordinària, la interpretació «científica» de Whiston rau, precisament, en fer veure que aquests fets van donar-se «naturalment», és a dir, via les lleis mecàniques de la naturalesa que Déu havia atorgat a la matèria en el primer acte de Creació. Quan, per exemple, discuteix què hauria pogut canviar l'òrbita excèntrica del cometa en una òrbita gairebé concèntrica a una distància agradable del Sol, conclou que aquesta desviació ja venia anticipada des del moment primigeni de l'acte creatiu i que, en conseqüència, no és fruit d'una intervenció extraordinària de Déu. Gairebé tots els processos naturals que es narren en l'hexàmeron esdevenen per providència general divina. Malgrat que hom pugui pensar, degut al caràcter de salt qualitatiu en l'ordre dels éssers al que abans fèiem referència, que Déu va intervenir extraordinàriament dipositant en el món les llavors de la vida vegetal i animal –com a «sobrevingudes» a l'estat mecànic-, Whiston apel·la, no obstant això i de nou, a la providència general: fou ja en el primer acte de creació que Déu va dipositar entre la matèria les semences de les plantes i els animals: «The formation of seeds of all animals and vegetables was originally, I suppose, the immediate workmanship of God. As far as our microscopes can help us to discern the make and constitution of seeds; those of plants evidently, and, by what hitherto appears, of animals too, are no other than the entire bodies themselves *in parvo*; [...] and that agreeably thereto no seed has been by any creature produc'd since the beginning of things: 'tis very just, and very philosophical to conclude them to have been originally every one created by God, either out of nothing, in the primary existence of things»⁵⁸⁵. El passatge deixa clar que Whiston interpreta les plantes i els animals com a creats des dels principis; creats, però, «*in parvo*», és a dir, en miniatura, en una mida microscòpica, i que mitjançant el procés natural de la nutrició van augmentar fins a obtenir la grandària que ara mostren. És fefaent que Whiston absorbeix la tradició espermistista de l'«homuncle» –alguns van creure veure al microscopi que el cap de l'espermatozou humà era un home en miniatura- i la projecta a les plantes i als animals, recollint les notícies de Nicolas Hartsoeker qui, l'any 1694, afirmava haver vist al microscopi «animaluncles» en l'esperma de l'ésser humà i d'alguns animals.

⁵⁸⁵ *Ibidem.*, p. 299. [«La formació de les llavors de tots els animals i el vegetals fou originalment, suposo, obra immediata de Déu. Fins i tot els nostres actuals microscopis poden ajudar-nos a discernir el faïment i la constitució de les semences; les de les plantes, evidentment, i pel que sembla fins ara, també les dels animals, no són sinó els mateixos cossos sencers *en miniatura*; [...] i podem, doncs, estar d'acord que cap llavor va ser produïda per cap criatura des del principi de totes les coses: és prou raonable i filosòfic concloure que havien estat creades cadascuna d'elles originàriament per Déu, fins i tot, potser, abans que cap altra cosa, en la primera existència de les coses»].

No és fins a la creació de l'home i de la dona, al «sisè dia», que Whiston insereix, finalment i per primer cop, un acte de providència extraordinària –o especial- de Déu sobre l'ordre del món. Tenint en compte que els «sis dies» van ser en realitat un lapse de temps immens, l'estat de coses que havien estat programades per Déu en el seu acte primigeni de providència general han dut, a la fi, a l'hora propícia per a introduir l'home i la dona sobre la Terra. El cosmos, arran de les lleis mecàniques del nou món, s'ha ordenat d'aital manera que, com era previst en la ment de Déu, ha generat l'espai habitable per a l'ésser humà; donades, doncs, les condicions oportunes, Déu, ara sí, s'immisceix en la legislació del món i crea el primer home i la primera dona, en un acte de providència especial, efectuant el primer «miracle», i sotmet a l'home totes les plantes i tots els animals: «Déu va crear l'home a imatge seva, el va crear a imatge de Déu, creà l'home i la dona. Déu els beneí dient-los: 'Sigueu fecunds i multipliqueu-vos, ompliu la terra i domineu-la; sotmeteu els peixos del mar, els ocells del cel i totes les bestioles que s'arrosseguen per terra'. Déu digué encara: 'Mireu, us dono totes les herbes que fan llavor arreu de la terra i tots els arbres que donen fruit amb la seva llavor, perquè siguin el vostre aliment'» (Gèn. 1:27-29). El miracle s'ha consumat; sense la divina providència extraordinària, el món i les seves lleis mecàniques mai haurien pogut fer brollar l'home i la dona. L'ésser humà és la criatura predilecta que no es forja *de* la terra, sinó a través de Déu *per a* la Terra.

«The creation of our first parents is to be esteem'd the peculiar operation of the Almighty; and that whether we regard the formation of their bodies, or the forepast creation and after-infusion of their souls. 'Tis evident from the mosaick history of the Creation, that our first parents were on the very same day in which they were made, in a state of maturity and perfection, and capable of all human actions, both of minds and body. Now if they, like the other animals, had been produc'd in the usual time and process of generation, and come to ripeness of age and faculties by degrees afterwards; that were plainly impossible. This creation therefore must have been peculiar, and the immediate effect of a divine power».⁵⁸⁶

«Els nostres primers pares» van ser creats, doncs, en l'aspecte actual i amb totes les funcions humanes, sense haver de passar per un procés mecànic –o químic i biològic- com van haver de passar els animals, atribuint-nos d'aquesta manera una superior dignitat: «Tho' 'tis granted that all the other days works mention'd by *Moses*, were generally brought to pass in a natural way, by proper and suitable instruments, and a mechanical process, as we have seen through the whole series of the foregoing Creation; yet 'tis evident, as has been already observ'd, that an immediate and miraculous power was exercis'd in the formation of the body, and infusion of the soul of the Man»⁵⁸⁷. L'home i la dona prenen un estatus ben diferenciat a tots els ens i

⁵⁸⁶ *Ibidem.*, p. 304. [«La creació dels nostres primers pares ha d'estimar-se com una operació peculiar del Totpoderós, tant pel que fa a la formació dels seus cossos com a la prèvia creació i posterior introducció de les seves ànimes. És evident segons la història mosaica de la Creació que els nostres primers pares, des del mateix primer dia que van ser creats, ja van existir en un estat de maduresa i perfecció, i capaços de totes les accions humanes, tant del cos com de l'ànima. Si, com fou amb la resta d'animals, haguessin estat creats en el primer moment i seguint els processos de generació, i haguessin arribat més tard a l'estat de maduresa i a tenir les facultats que els són pròpies gradualment, això hauria estat simplement impossible. Aquesta creació, doncs, va haver de ser ben peculiar, l'efecte immediat d'un poder diví»].

⁵⁸⁷ *Ibidem.*, p. 326. [«Pot, doncs, concedir-se que les obres de tots els altres dies que menciona *Moisés* van esdevenir generalment mitjançant d'una manera natural, per mitjans propis i convenients i per un

criatures de la naturalesa: no són fruit de cap procés natural, no són fills de les lleis del món, no són hereus de la biologia. Tota la matèria i les lleis del cosmos són, en un sentit estricte, un *miracle* de la voluntat divina; però l'home i la dona són un vertader «miracle» *dins* de la naturalesa i, per tant, no poden ser tractats com un ésser natural més. El missatge de Whiston és clar: malgrat que el món funciona com un mecanisme estricte, seguint les lleis físiques de Newton i els processos que li són propis a la biologia, l'home i la dona del món són veritablement *excepcionals*. En definitiva: antropocentrisme i creacionisme com a expressió de l'excepcionalitat; mecanicisme com a fórmula de la regularitat.

Aquest home i aquesta dona primigenis, doncs, són creats excepcionalment en una Terra que, per processos merament mecànics, ha esdevingut un món plàcid. La Terra és un cometa que ha abandonat la seva trajectòria exageradament el·líptica i errant –i incapaç d'albergar vida; esdevinguda perfectament esfèrica, orbitava ara a la fi al voltant del Sol en una òrbita molt moderadament el·líptica i sense rotació diürna, de manera que les estacions eren gairebé indistingibles i la climatologia era benigna, sobre tot a la part «tòrrida» del planeta; on Adam i Eva, criatures innocents, van viure enmig d'una vida exuberant i on sobraven els aliments i els recursos. «The air was perfectly clear, homogeneous, transparent, and susceptible of the utmost power of the solar heat. The seasons were equable, or gently and gradually distinguish'd from one another, by the rising, setting, descending and ascending sun, without any quick interposition of day and night to disturb them. The *torrid zone* of the Earth, as I may call those regions near the solar course, was very much expos'd to the sun, and somewhat more warm'd withal by its greater nearness to the central solid»⁵⁸⁸. I el jardí de l'Edèn era una zona privilegiada dins d'aquest paradís.

Tanmateix, després del pecat original, un cometa va impactar la Terra tenint unes conseqüències devastadores, donant la fi al paradís. El cometa no va impactar per causes sobrenaturals sinó pel seu propi destí mecànic, tot i que Déu, en la seva presciència, ja havia previst el moment exacte en què el pecat original seria «castigat» per l'impacte cometari. L'escomesa va afectar l'òrbita de la Terra, convertint-la en perfectament concèntrica; va desplaçar l'eix vertical del planeta, donant pas a les estacions; i la Terra va deixar de ser esfèrica i va aplanar-se en els seus pols: «[...] the impulse of a comet with little or no atmosphere, or of a central solid hitting obliquely upon the Earth along some parts of its present equator. From which impulse, both the annual orbit of the Earth, as we shall observe presently, would be alter'd; and a vertiginous motion about a new and real axis, would certainly commence. And this I suppose was the true mechanical original of the Earth's diurnal motion, and no other»⁵⁸⁹. L'explicació de Whiston, per la via d'un cataclisme natural, pretén, en tot moment, ser fidel al relat bíblic: la Caiguda de l'home arran del pecat original és

procés mecànic, com hem vist al llarg de tota els esdeveniments de la creació anterior; no obstant això, és evident, com ja s'ha observat, que la formació del cos i la introducció de l'ànima en l'ésser humà van donar-se en un exercici de poder immediat i miraculós»].

⁵⁸⁸ *Ibidem.*, p. 349-50. [«L'aire era perfectament clar, homogeni i transparent, capaç de rebre tot el poder de la calor solar. No hi havia estacions o, com a molt, es distingien suaument i gradualment les unes de les altres per la sortida i la posta del Sol, el seu descendir i ascendir, sense cap abrupta intercalació del dia o de la nit que les pertorbés. La *zona tòrrida* de la Terra, com podem anomenar aquelles regions que seguien més d'a prop el curs solar, estava molt més exposada al Sol i, era també una mica més càlida per aquesta proximitat»].

⁵⁸⁹ *Ibidem.*, p. 111. [«[...] l'impuls d'un cometa sense atmosfera, o gairebé gens, o d'un cos sòlid, va colpejar la Terra obliquament al llarg d'algunes parts de l'Equador actual. I tal i com observem avui en dia, l'òrbita de la Terra va ser alterada i va començar un moviment vertiginós al voltant d'un nou eix, cosa que suposo que fou el vertader motiu mecànic del moviment diürn de la Terra, i no un altre»].

traumàtica, en el sentit de sobtada, tot passant d'un estat d'excelsitud a un estat de penúria sense passos intermedis i, el que és important –i Whiston n'és conscient– és que rebutja plenament la visió burnetiana que la Caiguda fou, en realitat i malgrat el laconisme de la versió bíblica, un procés lent i pausat de degeneració que va arribar a durar fins a setze segles. L'impacte del cometa hauria convertit la Terra, de sobte, en un lloc menys habitable, menys dúctil i fèrtil, envoltat de pols arreu, i l'home no hauria pogut viure més en l'abundància i la generositat que fins aleshores li oferia la natura: «Tota la vida passaràs fatigues per treure'n aliment. La terra et produirà cards i espines, i t'hauràs d'alimentar d'allò que donin els camps. El guanyaràs el pa amb la suor del teu front fins que tornis a la terra d'on vas ser tret: perquè ets pols, i a la pols tornaràs» (Gèn. 3:18-20).

El cataclisme cometari que duu la Terra a un estat de penúria correspon també a l'inici de la corrupció de l'home: l'escassetat de recursos corre paral·lela a l'escassetat moral. Després de deu generacions en què l'home «creixia» i «es multiplicava», Déu percep la flagrant corrupció de les seves criatures, i cau sobre elles el Diluvi que ha de purificar la història. Una vegada més, Whiston apel·la a causes mecàniques per a justificar la vinguda del Diluvi i segueix el mateix esquema que havia seguit en l'afer de la Caiguda: Déu en la seva presciència fa coincidir en el temps el càstig pertinent amb els efectes d'un segon cometa. En aquest cas, tanmateix, el cometa que hauria provocat el Diluvi no impactà sobre la Terra, sinó que hauria passat tan a prop que hauria causat, de nou, enormes desequilibris geològics i climatològics. La immensa quantitat d'aigua que hauria cobert la Terra, entén Whiston, tindria el seu origen en la cua vaporosa del cometa, que hauria abocat per l'atracció gravitatòria que exerceix la Terra una quantitat d'aigua veritablement inimaginable sobre la seva superfície, un aigua d'origen no terrestre, vinguda pròpiament dels cels –«s'obrien les recloses del cel», (Gèn. 7:11). «This is already evident from what has been just now said: the source of all these rain being one of those superior or celestial bodies which we call comets; or more peculiarly the atmosphere and tail thereof»⁵⁹⁰. La massa aquàtica hauria exercit una pressió tan ingent i immoderada sobre la superfície de la Terra que hauria provocat que l'escorça terrestre cruixís fent sortir també a la llum les aigües més profundes dels abismes, tornant-se a reunir les aigües que Déu havia separat. La causa del diluvi, doncs, és explicada mecànicament per la combinació de les masses descomunals d'aigua provinents, d'una banda, de la cua del cometa i, de l'altra, de l'ascensió de les aigües més profundes sota l'escorça terrestre, tal i com explica el propi Gènesi, «Noè tenia sis-cents anys quan *van sobreixir les aigües abismals* del gran oceà i *s'obriren les rescloses del cel*» (Gèn. 7:11): «The other main cause of the Deluge, was the breaking up the fountains of the great abyss, or the causing such chaps and fissures in the upper Earth, as might permit the waters contain'd in the bowels of it, when violently press'd and squeeze'd upwards, to ascend, and so add to the quantity of those which the rains produced»⁵⁹¹. Dècades i dècades d'inundació – fins que no van retirar-se les aigües– causaren l'extermini de tots els éssers vius, cosa que, segons diu Whiston, encara pot ser testimoniada pels fòssils: «This is moreover evident by the vast number of the shells of fish, bones of animals, entire or partial

⁵⁹⁰ *Ibidem.*, p. 375. [«De tot el que acabem de dir es fa ben evident que la causa de tota aquesta pluja fou un d'aquells cossos superiors i celestials que anomenem cometes; o més concretament en foren la seva atmosfera i la seva cua»].

⁵⁹¹ *Ibidem.*, p. 376. [«L'altra causa principal del Diluvi fou l'aixecament de les fonts del gran abisme, causat per les esquerdes i fissures en la Terra superior, tot permetent així que les aigües contingudes a les seves entranyes, quan van sentir violentament la pressió que les havia de dur cap a dalt, ascendissin i s'afegissin a la quantitat d'aigua que les pluges havien produït»].

vegetables, and other very strange things buried at the Deluge, and enclosed in the bowels of the present Earth [...] to be commonly seen at this day»⁵⁹². A l'apèndix final de la segona edició de l'obra, Whiston prova repetidament de demostrar que el cometa que va causar el Diluvi no era altre sinó el que Halley havia identificat l'any 1680. El títol ja és explícit: «The cause of the Deluge demonstrated: wherein it is proved that the famous comet of 1680, came by the Earth at its Deluge, and was the occasion of it»; i, després de calcular que el gran Diluvi va haver de començar el 28 de novembre del 2349 a.C., Whiston afirma amb rotunditat –i, demostracions de Halley i Newton de banda, àdhuc apel·lant fins i tot a fonts antigues- que «that comet which last appear'd A.D. 1680/1, in its descent to the sun, the first day of the Deluge of Noah, came very near to our Earth, and was the physical cause of the same Deluge. [...] We have some testimonies in antiquity, set down by Hevelius in his *Cometographia*, and it is imply'd in both Plato's and Pliny's accounts, that a comet did not only appear at the time of Deluge, but had an influence upon the same also»⁵⁹³.

§ 9.4 El beneplàcit «astroteològic» de Newton

La finesa i l'orfebreria generals que caracteritzen l'obra de Whiston –i que, molt probablement, no haurem estat capaços de traslladar al lector- deuriem haver tingut un impacte notable a la seva època i haurien estat suficientment eficaces en la seva tasca de desarticular les tesis de Burnet –i, per extensió, de Blount. Podria dir-se que són quatre els objectius que queden realitzats una vegada acabada l'obra de Whiston: 1) ridiculitzar la qüestió del «concurso ordinari» que Burnet havia postulat a *Theory of the Earth*; 2) centrar de nou el debat, en conseqüència, en els pols de la providència general i la providència extraordinària o especial; 3) restablir la idea que el relat bíblic no constitueix cap mena d'al·legoria, sinó que, en efecte, és una descripció poc precisa, però realista, dels fets que van esdevenir-se en la formació primigènica de la Terra; i 4) enfortir el *corpus* doctrinari proper al teisme que havia de bregar amb els nous aires deistes. Tanmateix, malgrat el combat mantingut, una cosa quedava ben assegurada per ser comuna en ambdós combatents: ni Burnet ni Whiston, podien tenir la pretensió d'imposar-se sense adoptar la mecànica newtoniana; i si Burnet havia partit d'aquest principi irrenunciable, Whiston l'enforteix encara més –tant en la forma com en els continguts-, de manera que començaven a quedar establertes les bases per a què qualsevol disputa teològica, sota el signe que fos, hagués de fer-se forta des de la plena assumpció de la física gravitatòria.

Newton, no obstant això, no va entusiasmar-se gens amb l'obra de Burnet. Era una postura coherent si ens atenim al fet que uns quants anys abans –àdhuc abans de la publicació dels *Principia*-, Newton i Burnet havien mantingut una correspondència al voltant de qüestions teològiques, en la que Burnet instava Newton a acceptar com a al·legòrica la narració mosaica i en la que Newton s'entossudia a no admetre-ho. En una carta del 13 de gener de 1681 –i en resposta a una carta prèvia de Newton que no conservem-, Burnet comenta a Newton que la narració mosaica, tal i com està en el

⁵⁹² *Ibidem.*, p. 275. [«A més, tot això es fa molt evident per la gran quantitat de closques de peix, ossos d'animals, plantes senceres o parcials, i altres coses ben estranyes sepultades durant el Diluvi i que avui en dia podem veure comunament encastades a les entranyes de la Terra actual»].

⁵⁹³ *Ibidem.*, p. 461. [«El cometa que va aparèixer per últim cop els anys 1680 i 1681, en la seva caiguda cap al Sol, també va apropar-se molt a la Terra el primer dia del diluvi de Noè, i fou la causa física del propi diluvi. [...] En tenim testimonis en l'Antiguitat, registrats per Hevelius a la seva *Cometografia*, i també les narracions de Plató i de Plini indiquen que un cometa no només va aparèixer pels temps del Diluvi, sinó també que hi va tenir una influència decisiva»].

llibre sagrat, no descriu la vertadera Creació i que el fet que Déu hagués necessitat sis dies per a l'acte creador és absolutament ridícul; que si el relat mosaic pren aquesta resolució no és per altra cosa que per a fer-se entenedor als fidels d'aquella època, gent ignorant i il·letrada, que demandava discursos comprensibles i que encaixessin en llur mentalitat. Les tesis són clares, el relat bíblic no pot ser admès des de la física: «I would infer two things, first that the distinction of six dayes in the Mosaical formation of the world is noe physical reality, seing one of the six you see is taken up with a non-reality, the creation of these things that existed before. Secondly I infer from this, that as the distinction of six dayes is noe physical reality soe neither is this draught of the creation physical but ideal, or if you will, morall»⁵⁹⁴; el relat bíblic només podia ser admès per una població de mentalitat arcaica i, per tant, només es «a short ideal draught of a terraqueous Earth rising from a chaos, not according to the order of nature and natural causes, but in that order which was most conceivable to the people & wherein they could easily imagine an omnipotent power might forme it»⁵⁹⁵. Al parer de Burnet, si hom pren el relat mosaic de la Creació com a al·legòric, es poden salvar tot un reguitzell de contradiccions i impossibles que apareixen si es pren el relat com a ajustat a l'ordre real dels fets. Són algunes les qüestions concretes que, ja en aquesta carta del 13 de gener de 1681, Burnet considera absurdes i que subratlla davant la insistència de Newton: no entén com va poder ser creada la llum al primer dia de la Creació ni entén tampoc la seva pròpia naturalesa; no entén el significat físic real que pot tenir en aquests moments de la Creació la dualitat del terrestre i el celeste al firmament; no entén com Déu va crear l'univers en la seva totalitat just en un primer moment creador –«Al principi, Déu va crear els cels i la Terra» (Gèn. 1:1)- i no crear fins al quart dia la Lluna, el Sol i els estels del firmament.

Però Newton, a la resposta que suposa la carta a Burnet de finals de gener de 1681 –i que, en aquest cas, sí s'ha conservat-, no cedeix ni un instant i insisteix en subratllar que la narració mosaica, tot i que no posseeix un caràcter «filosòfic» –és a dir, «científic», segons la semàntica de l'època- no pot ser pas considerada com una mera al·legoria, malgrat que hi accepti un llenguatge i un estil adequats al nivell cultural del moment en què fou escrita: «As to Moses I do not think his description of the creation either philosophical or feigned, but that he described realities in a language artificially adapted to the sense of the vulgar»⁵⁹⁶. És evident, entén, que la descripció mosaica no pot tenir un caràcter científic, ni en l'esperit ni en la forma, però tampoc és «feigned», és a dir, no és un invent, no és un conte, no és una ficció, no és, en definitiva, una al·legoria. Però ben mirat, en el moment d'aquest intercanvi epistolar, ni Newton ni Burnet comptaven encara amb el corpus teòric i matemàtic que haurien de suposar els *Principia* de 1687 i, per tant, es movien encara dins del

⁵⁹⁴ TH. BURNET, *Carta a Isaac Newton*, 13 de gener de 1681. Extreta de H.W. TURNBULL, *The correspondence of Isaac Newton*, Vol. II, p. 324, Cambridge University Press, 1977. [«N'inferiria dues coses: primer, que la recreació en sis dies de la formació mosaica del món no descriu cap realitat física, i si mirem un qualsevol dels sis dies veurem que no té res a veure amb cap realitat possible, la creació d'aquestes coses havia estat anterior. En segon lloc, n'inferixo d'això que com que la recreació en sis dies no descriu cap realitat física, tot el relat de la creació no és acceptable en termes de física sinó només idealment, o si vostè vol, moralment»].

⁵⁹⁵ *Ibidem.*, p. 323. [«Un curt esbós ideal d'una Terra brollant del caos, sense cap concordança amb l'ordre de la naturalesa ni amb les causes naturals, però que, narrat així, era molt més comprensible per a la gent, de manera que poguessin imaginar un poder omnímode que l'hagués creat»].

⁵⁹⁶ I. NEWTON, *Carta a Thomas Burnet*, finals de gener de 1681. Extreta de H.W. TURNBULL, *The correspondence of Isaac Newton*, Vol. II, p. 332, Cambridge University Press, 1977. [«Pel que fa a Moisès no crec pas que la seva narració de la Creació sigui filosòfica o fingida, però sí que ell descriu realitats adaptant artificialment el llenguatge a la sensibilitat del poble»].

marc de l'absoluta especulació cosmogònica, a les palpentes, sense cap eina en el camp de la física que pogués establir uns principis vàlids més enllà del món terrestre. És ben de suposar doncs que, per a Burnet, la celebrada publicació dels *Principia* deuriem significar un lloc on agafar-se fort per a poder, per fi, no només refermar les seves conviccions, sinó per a dur a terme amb èxit les pretensions deistes –més o menys camuflades- atès que l'obra de Newton aportava per primera vegada una regularitat en les lleis de la física que es mostraven universals de manera diàfana. En altres paraules: per a Burnet, en algun moment, els *Principia* haurien significat un reforç per al seu propi discurs, uns *Principia* que havien estat publicats, precisament, per l'home que en l'intercanvi epistolar de 1681 havia estat capaç de defensar amb fermesa certa literalitat de les Escripures, literalitat que no encaixava gens amb l'esperit de l'enorme obra de Newton. Per a Burnet, la sorpresa deuria de ser gran quan, una vegada publicats els *Principia*, Newton continués defensant exactament la mateixa literalitat. Es deuria posar les mans al cap. I Newton es deuria sentir molt incòmode quan Burnet, a les seves obres posteriors a 1687, es recolzava en l'aparell teòric dels *Principia* per a dur a terme una més ferma defensa d'unes tesis que, en efecte, l'apropaven gairebé de ple al deisme. Si bé és cert que el mateix Newton, en algun moment, havia sentit certa admiració per Burnet, després de les noves edicions de *Theory of the Earth*, va acabar convertint-se en una pedra a la sabata.

La desconfiança de Newton envers Burnet contrasta, en canvi, amb l'evident proximitat que sent cap a Whiston. De fet, podem afirmar sense cap temor a caure en l'error que els tres grans principis (vegi's anotació 580) amb què Whiston havia encapçalat la seva *New Theory of the Earth* –que recordem que fou publicada al 1696- ja estan inclosos, més o menys explícitament, a les cartes de Newton a Burnet de 1680/81. Efectivament, que el primer principi de Whiston digui que «el sentit obvi o literal de les Escripures és l'únic i vertader si no hi ha cap raó evident que es pugui donar en contra» és una reverberació de les paraules de Newton a Burnet quan afirma que no creu que la narració mosaica sigui filosòfica ni fingida, «però que descriu realitats» adaptades al llenguatge d'aquell moment. O quan Whiston enuncia el seu segon principi, «que tot allò que es pugui explicar d'una manera natural no ha de ser adscrit, sense raó, a cap poder miraculós» –entenent, és clar, que allò que no pugui ser entès de manera natural haurà de ser adscrit a algun poder miraculós-, es fa ressò transparent de les paraules de Newton a Burnet: «Where natural causes are at hand God uses them as instruments in his works, but I doe not think them alone sufficient for the creation & therefore may be allowed to suppose that amongst other things God gave the earth its motion by such degrees & at such times as was most suitable to the creatures»⁵⁹⁷. I en tercer lloc, figurant com a tercer dels principis, Whiston subscriu que «el que l'antiga tradició ens diu sobre la constitució de la naturalesa o de l'origen i els estats primitius del món, ha de considerar-se vertader si està plenament d'acord amb les Escripures, la Raó i la filosofia», mentre que –aquí sí d'una manera indirecta- Newton, en un passatge de la carta, és eloqüent dient que «to answer these fully things» –en al·lusió a les preguntes que li planteja Burnet- «would require comment upon Moses whom I dare not pretend to understand: yet to say something by way of conjecture, one may suppose that all the planets about our Sun were created together, there being in no history any mention of new ones appearing

⁵⁹⁷ *Ibidem.*, p. 333. [«Quan són al seu abast, Déu utilitza les causes naturals com a eines per a les seves obres, però no crec pas que siguin suficients per a la Creació i, per tant, podem permetre'ns suposar que, entre altres coses, Déu va donar a la Terra el seu moviment just en aquells graus i en aquell moment que fos més adequat per a les seves criatures»].

or old ones ceasing»⁵⁹⁸. Aquestes paraules donen ben a entendre que la suposada creació simultània dels planetes solars no només és plausible i no contrària a les Escriptures, a la Raó i a la filosofia –«ciència» en la semàntica de la seva època-, sinó que no hi ha cap tradició –«no history»- que digui el contrari. Dit tot això, no es pot pressuposar, diguem-ho clar, que Whiston hagués tingut accés a la correspondència privada de Burnet i que, a partir d'aquests passatges dispersos de Newton, hagués fet la seva reducció programàtica en tres principis. Però el que sí pot afirmar-se és que aquesta comuna alineació entre Newton i Whiston no és una mera coincidència. Newton i el seu futur successor en la càtedra lucasiana a la universitat de Cambridge havien abordat aquestes qüestions, amb tota seguretat, mentre Whiston havia estat el brillant matemàtic i professor adjunt de Newton.

Tanmateix, a les cartes de Newton a Burnet de 1680/81 no hi apareix cap mena de referència al paper fonamental que juguen els cometes a l'obra de Whiston a l'hora de justificar «filosòficament» els esdeveniments de la narració mosaica. De fet, Newton fa menció eventual d'altres hipòtesis mecàniques. Així doncs i malgrat això, si veiem en Whiston un newtonianisme flagrant –o en Newton un «whistonianisme» deferent- no es deu pas *únicament* a aspectes tècnics. La vertadera coalició entre aquests dos autors es fonamenta en un mateix mètode interpretatiu de les Escriptures, en una mateixa visió científica de la narració mosaica, en uns mateixos pressupòsits religiosos. Force ha vist perfectament aquest lligam ineludible: «Given the striking parallels between Whiston and Newton in their interpretative approaches to revelation, I believe that I am justified in my claim that it is as much this epistemological method of interpreting Moses that links Newton and Whiston as the hypothesis of cometary mechanisms. That this kind of Newtonianism, which aims to reconcile Moses with science, was shared by Newton seems probable from Newton's like-minded letters to Burnet on how to read Genesis and his decisive intervention in Whiston's academic career following the publication of *A New Theory of the Earth*»⁵⁹⁹.

Els favors i premis que Whiston va obtenir de Newton, en un medi tan donat al nepotisme, són molt reveladors. Fer de Whiston el seu successor era com dir que res havia de canviar: que canviava el rostre visible, però no pas el discurs programàtic de la càtedra. I aquest discurs programàtic estava molt ben definit al cap de Newton: 1) el successor no podia allunyar-se ni un molla de la literalitat de la narració mosaica; 2) havia de dur a terme una plena aplicació dels mètodes matemàtics que comprenien tots els *Principia*; i 3) no podia permetre que s'excloués de l'ordre de la naturalesa la providència extraordinària de Déu. Era a Whiston a qui li havia de tocar enfrontar-se a l'amenaça del deisme per tot Anglaterra; més tard –com ja sabem- seria Clarke qui hauria d'aixecar aquesta bandera contra Leibniz. És un fet evident que Newton, en qüestions teològiques, no va quedar-se aturat ni mai va jugar el paper del científic

⁵⁹⁸ *Ibidem*. [«Respondre del tot aquestes coses requeriria un estudi sobre Moisès que no goso pas pretendre comprendre; malgrat tot, per dir quelcom a nivell de conjectura, un ben pot suposar que tots els planetes al voltant del nostre Sol van ser creats alhora, atès que en cap història s'hi fa cap menció que n'hagin aparegut de nous o que n'hagin desaparegut de vells»].

⁵⁹⁹ J. E. FORCE, *William Whiston, honest Newtonian*, p. 53, Cambridge University Press, 1985. [«Atès el sorprenent paral·lelisme entre Whiston i Newton pel que fa al seu apropament interpretatiu de la revelació, crec estar prou investit per a reivindicar que allò que uneix Whiston i Newton és tant el mètode epistemològic d'interpretar Moisès com la hipòtesi dels mecanismes cometaris. Que aquesta mena de newtonianisme, que aspira a reconciliar la narració mosaica amb la ciència, fou compartida per Newton, és una cosa que sembla probable des de les cartes amigues a Burnet sobre com s'ha de llegir el Gènesi fins a la seva decisiva intervenció sobre la carrera acadèmica de Whiston després de la publicació de *A New Theory of the Earth*»].

neutre abonat únicament als principis matemàtics en general, ni tampoc a l'exclusiva consideració dels seus *Principia*, en particular; es preocupava d'ocupar un espai ideològic, i la recerca d'aquest espai l'induïa a neguitejar-se per a aconseguir com a adeptes tot un ventall d'intel·lectuals que lliuessin les dures batalles en nom seu. També David Gregory (1659-1708), que havia estat professor de matemàtiques a la universitat d'Edimburg i que havia dut a terme la tasca de fer-se càrrec de la plena integració dels *Principia* en l'àmbit acadèmic, va ser nomenat l'any 1691 per poderosa «recomanació» de Newton professor d'astronomia a la càtedra saviliana d'Oxford. Peter Ackroyd és molt explícit pel que fa a aquesta afecció de Newton a organitzar una xarxa d'acòlits lleials i insubornables quan afirma, amb acritud, que «Newton es desviava per situar aquells qui recolzaven les seves teories als llocs més prominents i influents. Era part de la seva necessitat de manipular i controlar el món»⁶⁰⁰.

Tot això demostra el pànic que Newton sentia enfront del deisme que s'anava estenent. Com hem demostrat, no només molts passatges dels seus escrits refutaven tota mena de deisme, sinó que també ho feien els seus actes en vida. No hi ha lectura més errònia sobre el pensament de Newton –conreada amb seguretat per l'esperit que hauria de venir de la Il·lustració– que interpretar-lo en clau deïsta. En canvi, es pot suggerir –com s'ha fet reiteradament i, fins i tot, de manera molt arrelada– que és l'obra de Newton la que impulsa, pròpiament, l'auge del deisme europeu a partir del segle divuitè. És cert que és difícil rebutjar absolutament aquest suggeriment. Però és justament aquest suggeriment el que Newton volia evitar, conscient com era de les implicacions dels *Principia*. És aquí on rau tota la qüestió: Newton *temia* de veritat que els *Principia* fossin el final d'una teologia tradicional assentada sobre la catifa del teisme cristià. És ben cert que ni ell mateix seguia fil per randa els pressupòsits més genuïnament teistes: com hem vist en capítols anteriors, hi ha aspectes en les seves conviccions teològiques i metafísiques que se n'allunyen asimptòticament d'una manera suficientment subtil. Però en l'esperit de Newton aquests «allunyaments» només eren «divergències», refinaments o ajustaments que no eren prou punyents com per desestabilitzar el nucli teista de la tradició. El deisme, emperò, era una altra cosa: no era una «divergència», era una heretgia, era una «desviació». El seu gran temor fou que els seus *Principia* promoguessin aquesta desviació.

Voltaire, una vegada més, lloa Newton tot dient: «Ce n'est pas ici le lieu d'une dissertation physique; il suffit de dire qu'après trois mille ans de vaines recherches, Newton est le premier qui ait découvert & démontré la grande loi de la nature, par laquelle tous les éléments de la matière s'attirent réciproquement, loi par laquelle tous les autres sont retenus dans leur cours. Il est le premier qui ait vu en effet la lumière; avant lui on ne la connaissait pas»⁶⁰¹. Però aquesta lloança, venint de qui venia, no hauria fet sinó neguitejar Newton, perquè era la mena de lloança que no esperava provocar. Perquè, en termes teològics, Voltaire va acabar convertint-se en el gran símbol del deisme europeu i, al mateix temps, de la mentalitat il·lustrada. És evident que la referència de Voltaire recau exclusivament sobre la tasca científica de Newton; però tot i que «aquest no és el lloc d'una dissertació física», Voltaire és diàfan quan diu que Newton és el pare de la «lumière», de la llum, del segle de les

⁶⁰⁰ P. ACKROYD, *Newton: una biografia breu*, Cap. XI, Fondo de Cultura Económica, México, 2012.

⁶⁰¹ VOLTAIRE, *Siècle de Louis XIV*, Tome II, Cap. XXXIV, extret de *Œuvres de Voltaire*, XXII, pp. 177-8, chez Stoupe, Paris, 1792. [«No és aquest el lloc d'una dissertació física; n'hi ha prou de dir que, després de tres mil anys de recerques vanes, Newton ha estat el primer a descobrir i demostrar la gran llei de la naturalesa, per la qual tots els elements de la matèria s'atrauen recíprocament i els que no queden retinguts en el seu moviment. Ha estat, en efecte, el primer que ha vist la llum; abans d'ell mai ningú l'havia coneguda»].

llums, perquè «abans d'ell mai ningú l'havia coneguda», o en altres paraules, el pare de la Il·lustració. I el sil·logisme ocult a la ment de Voltaire és molt senzill: si és el pare de la mentalitat il·lustrada, també és el pare del deisme. És poc menys que catastròfic: els mateixos francesos –i ara en la figura de Voltaire- han fet una terrible substitució: ara ja no és Descartes la llavor del deisme, dels «que ja no saben què fer-ne, de Déu», com havia maleït Pascal; no, ara és Newton. Aquesta era, precisament, la sospita del mateix Newton; aquest era, precisament, el seu inconfessable temor. I es va veure complert.

Newton, l'esquizofrènic: el seu descobriment, la seva tasca als *Principia*, el seu avenç científic, el superaven. No era, fonamentalment, la por a repressions polítiques, socials o acadèmiques allò que el feia recolzar una teologia de caire tradicional teista i provident en tota la seva puresa. Newton era poruc, efectivament, respecte a aquestes repressions, com Descartes ho havia estat; però en privat, el seu esperit –com veïem amb el seu antitrinitarisme- no tenia cap objecció a dissentir, a les «divergències». Era, simplement, un home de cor clarament proper als postulats teistes. A l'altra banda, emperò, trobem que els seus *Principia* impulsaven, arreu d'Europa, una visió deïsta –i atea o heretge, segons el flaire de l'època- que repugnava dels plantejaments més genuïnament teistes i que representava, *de facto*, l'inici d'una nova modernitat científica. El «cor teista» de Newton no encaixava amb la brisa deïsta que escampava la seva obra. Tot i que eren molts qui només veïen tossuderia en l'esforç de Newton davant d'aquesta aporia, el cert és que Newton va escarrassar-se en fer una lectura teista dels *Principia*, i fou això, precisament, el que va provocar que els seus acòlits, gairebé en nom seu, encetessin tots els plantejaments astroteològics. Plantejaments que entenien que el real origen de l'univers no podia entrar en contradicció amb el relat bíblic i que la disposició i l'equilibri de la naturalesa que hom observa en els cels, si havien d'harmonitzar-se amb allò que deriva dels *Principia*, només eren possibles si hi participava la providència extraordinària de Déu. Entenem, aleshores, que el moviment astroteològic, de relativa durada, fou un punyent intent d'adequar la nova ciència que inauguraven els *Principia* a les velles concepcions teistes; i que, a la fi, només fou un camí secundari que duia a un precipici mentre entorpia el camí laic que la ciència estava emprenent. El que pot sorprendre a molts és que Newton mateix no va prendre aquest últim camí. El seu beneplàcit fou l'astroteològic.

Capítol 10

L'ASTROTEOLOGIA: UNA ASTROFÍSICA PRIMITIVA

On més fejaents van fer-se les interpretacions astroteològiques, a part dels complexos estudis sobre la formació de la Terra, fou en l'àmbit de la cosmologia. L'acceptació de la gravitació com a llei universal va forçar molts pensadors a reconsiderar l'estructura última del cosmos donada l'aparent aporia entre la quietud de l'univers i la necessitat del moviment aglutinador que hauria d'exigir la gravitació. Les possibles solucions només podien prendre per referència la constant activitat divina.

§ 10.1 L'aporia del col·lapse gravitatori

L'any 1717 Whiston publica encara l'obra *Astronomical Principles of Religion, Natural and Reveald*, dedicada explícitament a Newton. En termes generals, aquesta obra no deixa de ser una mena de continuació d'aquells objectius fonamentals que s'havia planteja a *New Theory of the Earth*: d'una banda, la defensa de la veritat literal –malgrat que adaptada adequadament a l'esperit de l'època- que suposa el relat bíblic –rebutjant tota mena de lectura al·legòrica- i, de l'altra, atacar les noves formes de deisme que els propis *Principia* de Newton havien alimentat. Però l'horitzó d'aquesta obra vol anar més enllà de l'hercúlia tasca d'harmonitzar aspectes *geològics* amb el relat mosaic de la creació: si bé la Bíblia, entén Whiston, no pot contradir al geòleg, tampoc pot fer-ho amb l'astrònom. Els llibres de la natura i de les Sagrades Escriptures han de ser coherents, i en cap cas contradictoris, en qualsevol àmbit de les entitats físiques que s'estenen per tot l'Univers. Si, com hem vist, a *New Theory of the Earth* havia deixat clar que la formació de la Terra podia explicar-se a partir de la física cometària de Newton sense entrar en contradicció amb allò que suggereix el llibre del Gènesi, ara, de manera rotunda, podria afirmar-se també que la pròpia estructura del cosmos, molt més enllà del cas particular geològic terrestre –àdhuc més enllà dels límits del sistema solar-, és compatible amb els principis newtonians i la pròpia revelació bíblica.

La visió qualitativa del cosmos amb què treballa l'astrònom l'any 1717 és encara limitada –variant algunes coses, a grans trets, dels vells principis que havia implicat la revolució copernicana. El Sol és el centre gravitatori de tot el seu sistema planetari, sent una «immense and amazing globe of fire, the fountain of all the light and heat of the whole planetary and cometary world [...]. It has frequently spots, and sometimes brighter parts seen upon its surface, of vast dimensions; [...] All the planets and comets gravitate to the Sun [...]»⁶⁰². Aquests planetes que orbiten al voltant del Sol no

⁶⁰² W. WHISTON, *Astronomical Principles of Religion, natural and reveal'd*, pp. 14-5, Londres, 1725. [«El Sol és un immens i extraordinari globus de foc, font de tota la llum i tot el calor de la totalitat del món planetari i cometari [...]. Mostra taques amb freqüència, i algunes vegades poden veure's a la seva superfície algunes parts més brillants de grans dimensions; [...] Tots els planetes i cometes graviten al seu voltant»].

eren, a l'època de Whiston, tots els que ara coneixem: encara havia de passar força temps per a què Urà, Neptú i Plutó –aquest últim tan sovint catalogat i descatalogat com a planeta- fossin descoberts. De la gran quantitat de satèl·lits que orbiten al voltant de Júpiter només se'n coneixien llavors els majors –els anomenats satèl·lits galileans-, Ió, Europa, Ganimedes i Cal·listo: «Jupiter's four satellites, or secondary planets, are visible with an ordinary telescope, and sometimes pass like spots on the face of Jupiter, and sometimes enter into his shadow; which to an eye in Jupiter would cause appearances just like our solar and lunar eclipses»⁶⁰³; els satèl·lits menors no eren coneguts. De les més de seixanta llunes que avui en dia coneixem de Saturn, a l'època de Whiston només se'n tenia ciència certa de cinc, Tetis, Dione, Rea, Tità i Jàpet: «Saturn has five satellites, or secondary planets [...]. They all revolve in orbits almost circular, and are all in or very near the plane of his ring, which is inclined in an angle of 31 degrees to that of the ecliptick»⁶⁰⁴. Complementaven l'estructura del sistema solar els cometes, molt nombrosos i de diferents mesures, que orbiten al voltant del Sol en girs el·líptics de tan grans dimensions que sovint semblen descriure corbes parabòliques i que afecten gravitatòriament els planetes, podent ser la causa, com hem vist de grans diluvis o catàstrofes naturals –convertint-se així, com hem vist en el capítol anterior, en instruments malèvols que Déu utilitza com a mitjans de càstig: «They appear both by their bigness and motions to be a sort of planets revolving about the Sun in ellipses, so very oblong, that their visible parts seem in a manner parabolical; [...] and seem sit to cause vast mutations in the planets, particularly in bringing on them deluges and conflagrations, according as the planets pass through their atmospheres in their descent to, or ascent from the Sun; and so seem capable of being the instruments of divine vengeance upon the wicked inhabitants of any of those worlds»⁶⁰⁵. A una distància colossal del sistema solar planetari i cometari s'hi troben les estrelles fixes –de les quals Whiston admet que se'n sap poca cosa- i que podrien ser el refugi d'altres sistemes planetaris en el límit del cosmos: «They are vastly remote from this our planetary and cometary system, but may perhaps every one be the center of another such like system. Dr. Hook and Mr. Flamsteed think they have discover'd their annual parallax, and that is about 47''', which will imply them to be about 700.000.000.000 of miles distant from the Sun; [...] But of such vast and numberless systems, if such they are, we know very little: only so much we know of the planetary and cometary worlds»⁶⁰⁶.

⁶⁰³ *Ibidem.*, p. 21. [«Els quatre satèl·lits de Júpiter, o planetes secundaris, són visibles amb un telescopi ordinari, i algunes vegades passen per davant de Júpiter com si fossin taques, i altres cops s'endinsen en la seva ombra; de manera que vistos des de Júpiter farien eclipses com els nostres solar i lunar»].

⁶⁰⁴ *Ibidem.*, p. 22. [«Saturn posseeix cinc satèl·lits, o planetes secundaris [...]. Tots ells giren en òrbites gairebé circulars i tots estan situats en el pla, o ben a prop, del seu anell, que està inclinat respecte al pla de l'eclíptica en un angle de 31 graus»].

⁶⁰⁵ *Ibidem.*, p. 22-23. [«Tant per la seva magnitud com pels seus moviments semblen ser una mena de planetes que orbiten al voltant del Sol en trajectòries el·líptiques que són tan oblongues que les seves parts visibles semblen ser parabòliques; [...] i semblen estar posats per a causar profundes mutacions en els planetes, en particular per causar-los-hi diluvis i conflagracions quan els planetes passen a prop de les seves atmosferes en el seu descens cap al Sol o en la seva ascensió des del Sol; i semblen, doncs, capaços de ser els instruments de la venjança divina sobre els habitants condemnats de tots aquests móns»].

⁶⁰⁶ *Ibidem.*, p. 25. [«Estan situades a una distància molt remota d'aquest nostre sistema planetari i cometari, però pot ser que cadascuna d'elles sigui el centre d'altres sistemes semblants. El Dr. Hooke i Mr. Flamsteed creuen haver descobert la seva paral·laxi anual, que seria d'uns 47''', la qual cosa ve a implicar que estan a 7000.000.000.000 milles de distància del Sol; [...] Però d'aquesta enorme i innumerable munió de sistemes, si és que hi són, poca cosa en sabem: només sabem força coses dels nostres móns planetari i cometari»].

El que ara des de Newton, emperò, queda clarament definit és que tota aquesta estructura global cosmològica està dominada i sota els efectes de la llei de gravitació, que és, efectivament, «universal». A la tercera proposició de la tercera part de l'obra, després d'afirmar les lleis de Newton, Whiston vol, al respecte, donar certs punts per ben evidents abans de demostrar-los un a un:

«(1.) There is an universal *power of gravity* acting in the whole system; whereby every body, and part of a body, attracts and is attracted by every other body and part of a body, through the whole system. (2.) This power of gravity is greater in greater bodies, and lesser in lesser; and that in the proportion of such their magnitude. (3.) It is also greater when the bodies are nearer, and lesser when they are farther off, and that in the exact duplicate proportion of such their nearness. (4.) This power is the same in all places, and at all times, and with regard to all bodies whatsoever. (5.) This power is entirely immechanical, and beyond the abilities of all material agents whatsoever».⁶⁰⁷

El passatge és lacònic i té una intenció poderosa, tot clamant irrefutabilitat. D'entre totes les coses que assevera, sorprèn la contundència amb què afirma que la força gravitatòria és, sense dubte, «immechanical». Ja vam veure que aquesta opció entra en col·lapse amb els principis del mecanicisme i, d'alguna manera, revifa la visió de les «proprietats ocultes» dels cossos que l'escolàstica, des de feia temps, havia volgut imposar. Però és força interessant que Whiston s'afirmi tan rotundament a aquesta concepció de gravitació no mecànica, perquè si Whiston va voler erigir-se en l'altaveu de Newton i Newton li ho va permetre gairebé sempre, aleshores els intents fugaços de Newton per a buscar alguna explicació mecànica al fet gravitatori queden força difuminats. Dóna la impressió, si ens guiem pel laconisme de Whiston, que Newton mai va creure amb consistència que la gravitació tingués una naturalesa mecànica, i que els intents fugaços que esmentàvem no foren sinó escaramusses nostàlgiques per no abandonar aquell mecanicista fervorós de la seva joventut. D'altra banda, queda fermament establert que la força gravitatòria actua a tot arreu de l'univers i en qualsevol temps, o dit altrament, la seva existència és constant en l'espai i també en el temps. Whiston confirma que això és fàcilment constatable per l'experiència, que els càlculs expliquen no només la caiguda dels cossos terrestres sinó també els celestes, i que «this gravity does still, upon tryal, equally affect fluids and solids; bodies in motion and at rest; great and small; and this through the whole universe also, so far as we can examine it»⁶⁰⁸. De manera que l'univers sencer està sotmès a la llei gravitatòria, per la qual cosa s'estén per tots els llocs de l'espai sense excepció i tots els cossos hi estan sotmesos.

Podria pensar-se que la presència de la gravetat a la realitat cosmològica és una acte de providència divina general. En el seu acte de creació universal, Déu, després d'haver fet efectiva la matèria –o potser de manera simultània-, la podria haver

⁶⁰⁷ *Ibidem.*, p. 40. [«(1.) Existeix una força de la gravitació universal que actua en el sistema en la seva totalitat, per la qual tots els cossos, i cada part d'un cos, atreuen i són atrets per la resta de cossos i cada part d'un cos en tot el sistema. (2.) Aquesta força gravitatòria és major en cossos més grans, i menor en els que són més petits; i això ocorre segons la proporció de les seves magnituds. (3.) També és major quan els cossos són a prop, i és menor quan els cossos estan lluny; i això ocorre en l'exacta proporció duplicada de les seves distàncies. (4.) Aquesta força és la mateixa a qualsevol lloc i en qualsevol temps, i aplicable a qualsevol de tots els cossos. (5.) Aquesta força no és mecànica de cap de les maneres i es dóna siguin quines siguin les propietats de qualsevol dels cossos materials«].

⁶⁰⁸ *Ibidem.*, p. 44. [«Aquesta gravitació, pel que s'observa, afecta igualment els fluids que els sòlids, els cossos en moviment i els que estan en repòs, els grans i els petits; i això és així arreu de l'univers sencer, tan lluny com nosaltres puguem examinar-lo«].

proveït de força gravitatòria. Però Whiston no proposa pas exactament això. Segons Whiston, la força gravitatòria no té el poder de mantenir-se efectiva com a inherent en els cossos per si mateixa, de manera que és la intervenció extraordinària de Déu – o la seva extraordinària providència- la que en tot moment assegura el manteniment de la gravetat com a propietat inherent a cada part de matèria. Déu no pot ser entès com una entitat que ha creat el món amb totes les seves peces i després s'allunya de tenir-ne cura conscient que el que esdevindrà vindrà inexorablement donat pel seu disseny premonitori. És evident que el món és el resultat del pla dissenyat per la ment divina –i es podria parlar, doncs, d'un «argument del disseny» restringit-: «From the contemplation of a building, we infer a builder; and from the elegance and usefulness of each part, we gather he was a skilful architect; or by which from the view of a piece of clockwork, we conclude the being of the clockmaker; and from the many regular motions therein, we believe that he was a curious artificer»⁶⁰⁹; però això no significa que s'hagi de concedir necessàriament als deïstes el fet que no existeixi cap mena de providència extraordinària: si Déu no preservés a cada instant, en un acte continuat, el manteniment de la gravitació en cada part de matèria, l'univers sencer es dissoldria i es descompondria en unitats atòmiques de matèria que viatjarien eternament en línia recta i cap mena d'estructura, merament física o fins i tot conscient, podria tenir existència. Hi ha almenys dos passatges força significatius que ho confirmen:

«If that power of gravity were suspended, all the whole system would immediately dissolve; and each of the heavenly bodies would be crumbled into dust; the single atoms commencing their several motions in such several strait lines, according to which the projectile motion chanc'd to be at the instant when that influence was suspended or withdrawn».⁶¹⁰

L'altre passatge l'inclou unes planes més tard: «From the foregoing system we learn, that God, the Creator of the world, does also exercise a continual providence over it, and does interpose his general, immechanical, immediate *power*, which we call the *power* of gravity, as also his particular immechanical powers of refraction, of attraction, and repulse, etc., in the several particular cases of the phaenomena of the world; and without which all this beautiful system would fall to pieces, and dissolve into atoms».⁶¹¹ Precisament, en pàgines posteriors, Whiston justifica que la gravitació en si mateixa hagi de ser qualificada de «força» –o «poder», «power»- i no pas de «lleis», «law». L'argument que esgrimeix és que poden considerar-se «lleis» aquelles regles que han estat dissenyades a priori des de la providència general –i que, per tant, no necessiten d'una acció continuada d'un ésser extern, en aquest cas, Déu.

⁶⁰⁹ *Ibidem.*, p. 106. [«Quan contemplem un edifici, n'inferim un constructor; de l'elegància i utilitat de cadascuna de les parts n'inferim que era un arquitecte ben expert; o d'igual manera, de la visió d'un rellotge n'inferim l'existència del rellotger, i a partir de tots aquells moviments regulars que hi trobem creiem que era un artesà ben enginyós»].

⁶¹⁰ *Ibidem.*, p. 106. [«Si aquesta força de la gravitació se suspengués, tot el sistema sencer es dissoldria immediatament, i cadascun dels cossos celestes es faria miques fins a fer-se pols; i els àtoms més senzills començarien a moure's en línia recta, com passa amb el moviment del projectil quan aquesta influència se suspèn o se li retira»]. En els mateixos termes, gairebé idèntics, ja s'havia expressat a *New Theory of the Earth*, p. 7, printed for John Whiston at Mr. Boyle's Head in Fleet-Street, London, 1738, la qual cosa demostra que Whiston usava i repetia paràgrafs ben definits a totes les obres.

⁶¹¹ *Ibidem.*, p. 111. [«Del sistema anterior n'aprenem que Déu, el Creador del món, també exerceix en ell una providència continuada, i que hi interposa una força general, no mecànica i immediata que anomenem força de gravitació, com també interposa les forces particulars de refracció, atracció, repulsió, etc. a alguns casos concrets dels fenòmens del món; i que, sense aquesta força, tot aquest sistema tan formós es descompondria en peces i es dissoldria en àtoms»].

«Força» ha de reservar-se, en canvi, per a aquelles propietats dels cossos –o regles, fins i tot- que afecten als moviments que els són naturals pel decret de les lleis. Així doncs, en concret, el moviment natural dels cossos en línia recta està definit per una «lei» de providència general; però el fet que per la gravitació es corbin demana una «força» en ells que només els pot ser donada en un acte continuat de providència extraordinària que s'exerceix des de fora per un ésser extern, Déu en aquest cas. «For this I take to be the difference between a *power* and a *law*, speaking strictly; that a law belongs to such rules as necessarily flow from some property of bodies, without any new action exercis'd thereupon; [...] but a power [...] plainly implies a real action, a true force, impression or influence actually exerted upon them; [...] and supposes a real agent, and he sufficiently active, and powerful also to remove all such bodies through the universe perpetually»⁶¹². En aquest sentit, només podríem anomenar «lei de la gravitació» a l'estricta proporció quantitativa en què es dona; però no a l'existència de la propietat mateixa. Així doncs, que la gravitació es mantingui en tots els cossos de manera constant en l'espai i el temps, i que aquest fet permeti la pròpia estructura dels cossos i el seu comportament arreu de l'univers és un primer i essencial acte de providència especial o extraordinària de Déu.

Si tot el cosmos, no obstant això, està impregnat de força gravitatòria –que és una força atractiva cap a un centre-, aleshores, sigui quina sigui l'estructura formal de l'univers –i molt especialment en el cas que sigui una esfera finita de colossals dimensions, com molts encara creien-, aquesta força hauria de dur necessàriament a un col·lapse universal. La propietat més intrínseca de la força gravitatòria no és, per suposat, la de la tendència al rebuig i a l'expansió, però tampoc provoca estabilitat una vegada està inserida providencialment en els cossos. En un cosmos impregnat de gravitació, a llarg termini, tots els cossos haurien d'acabar atraient-se inexorablement cap a un centre i, per tant, tot l'univers hauria d'esdevenir, a llarg termini, un nucli de matèria indiferenciat. El destí de l'univers ha de ser doncs, si el deixem actuar segons les seves lleis i la naturalesa de la gravetat, un col·lapse cosmològic. Hi ha, al respecte, un passatge molt rellevant i explícit als *Astronomical Principles*:

«Since withal, the Sun and fixed stars do not revolve about one another, or about any common center of gravity, as the planets and comets do; which motion alone, according to mechanical laws, can hinder the effect of that power of gravity; it follows, that the several systems, with their several fixed stars or suns, do naturally and constantly, unless a miraculous power interposes to hinder it, approach nearer to the common center of all their gravity; and that in a sufficient number of years, they will actually meet in the same common center, to the utter destruction of the whole universe».⁶¹³

⁶¹² *Ibidem.*, pp. 112-3. [«És per tot això que, parlant estrictament, faig la diferència entre una «força» i una «lei»; que una lei pertany a aquelles regles que emanen necessàriament d'alguna propietat dels cossos sense cap nova acció que pugui ser exercida sobre ells; [...] però una força [...] implica clarament una acció real, una vertader poder, impressió o influència, que és exercida realment sobre seu; [...] i suposa un agent real, suficientment actiu i prou poderós per a influir en tots aquests cossos perpètuament arreu de l'univers»].

⁶¹³ *Ibidem.*, pp. 88-9. [«A més, atès que el Sol i les estrelles fixes no giren unes al voltant de les altres o al voltant de cap centre de gravitació comú –com ho fan els planetes i els cometes de manera que el seu sol moviment, d'acord amb les lleis de la mecànica, ja pot evitar l'efecte d'aquesta força de gravitació– se'n segueix, doncs, que els diferents sistemes amb les seves corresponents estrelles fixes o sols s'han d'apropar naturalment i constantment a un centre comú de totes les seves gravetats, a no ser que un poder miraculós actuï per a evitar-ho per a què, en un nombre suficient d'anys, no es trobi tot en el mateix centre en una total destrucció de l'univers»].

No obstant això, observem empíricament que l'univers es mostra estable i que no col·lapsa sobre si mateix respecte a un centre. Michael Hoskin, en un dels seus poderosos articles, resumeix molt bé aquesta aporia que, des d'una perspectiva merament física, no es deixava comprendre fàcilment: «Since gravity is a prime source of movement in the Newtonian universe, each star in it will be tugged by every other star and so will accelerate in the direction of the resultant of all these pulls. Yet among the stars actually visible in the sky there was, in the seventeenth century, no evidence of the slightest movement; on the contrary, observations since antiquity confirmed that the 'fixed' stars were well-named, and apparently exempt from the effects of universal gravitational attraction»⁶¹⁴. Aquesta «no evidence of the slightest movement» no és el que hauria de passar *naturalment* –és a dir, segons les lleis que descobrim en la naturalesa-, de manera que si el col·lapse no ocorre «de facto» ni està ocorrent ni ha ocorregut ha de ser perquè alguna causa ho impedeix. Atès que aquesta causa no es troba en cap de les lleis naturals, forçosament haurà de ser una causa *sobrenatural*, i el text de Whiston és en aquesta ocasió ben explícit quan afirma que el col·lapse universal és del tot inexorable «a no ser que un poder miraculós actuï per a evitar-ho», «unless a miraculous power interposes to hinder it».

Es postula, doncs, molt a les clares, una segona intervenció providencial de Déu: no només existeix una primera providència especial o extraordinària en la inoculació de la gravitació en la matèria, sinó que existeix una segona providència especial o extraordinària que evita, un cop inoculada extraordinàriament la gravetat en la matèria, el seu col·lapse inevitable des de les lleis naturals «in a sufficient number of years». Les dues accions de providència especial demanen una continuada acció de Déu sobre tots els llocs de l'univers i en tots els temps, de forma que la providència extraordinària esmentada és condició indispensable per al manteniment de l'equilibri a l'univers: «Since power can be exerted no where but where the Being which exerts that power is actually present; and since it is certain, as has been shewn, that this power is constantly exerted all over the universe, 'tis certain that the Author of the power of gravity is present at all times in all places of the universe also»⁶¹⁵. De fet, aquesta idea tan rellevant no era sinó una extensió o repetició del que ja havia expressat prou feiaentment a *New Theory of the Earth* en un dels seus *lemmata*: «The providence of God in the natural world is not merely a conservation of its being, or a non-annihilation thereof; but a constant, uniform, active influence or energy in all the operations done in it; the very same which was exerted in the original impression of those laws of motions on which it depends»⁶¹⁶.

⁶¹⁴ M. HOSKIN, *Newton, Providence and the Universe of Stars* a *Journal for the History of Astronomy*, Vol. 8, p. 77, 1977. [«Com que la gravetat és una font primària de moviment a l'univers newtonià, cada estrella seva serà atreta per cadascuna de les altres estrelles, de manera que accelerarà en direcció a la resultant de totes aquestes atraccions. Però, en realitat, al segle dissetè no hi havia cap evidència del més mínim moviment entre les estrelles visibles en el cel; al contrari, les observacions que s'havien fet des de l'antiguitat confirmaven que el nom d'estrelles 'fixes' era molt apropiat i que, aparentment, aquestes estrelles estaven exemptes dels efectes de l'atracció universal de la gravitació»].

⁶¹⁵ W. WHISTON, *Astronomical Principles of Religion, natural and reveal'd*, p. 89, Londres, 1725. [«Atès que el poder no pot ser exercit enlloc sinó allà on el Ser que l'exerceix hi està efectivament present; i atès que és cert, com s'ha mostrat, que aquest poder s'exerceix constantment a tot l'univers; és cert aleshores, doncs, que l'Autor del poder de la gravitació també és present a cada instant a tots els llocs de l'univers»].

⁶¹⁶ W. WHISTON, *New Theory of the Earth*, pp. 6-7, printed for John Whiston at Mr. Boyle's Head in Fleet-Street, London, 1738. [«La providència de Déu sobre el món natural no es limita pas a una conservació del seu ésser o a la seva no-aniquilació; més aviat és una influència o energia constant, uniforme i activa en totes les operacions que s'hi donen; la mateixa que va ser exercida en la inoculació original de totes aquelles lleis del moviment de les que el món depèn»].

Al 1687, quan es fa efectiva la publicació dels *Principia*, Newton encara no era conscient d'aquesta aporia. De fet, al *De systemate mundi* anterior als *Principia*, sir Isaac havia afirmat que «tantis igitur intervallis ab invicem distantia sidera, nec trahent se mutuo sensibiliter, nec a sole nostro trahentur»⁶¹⁷. I als propis *Principia*, Newton afirma en dos corol·laris força coneguts que «quiescunt etiam stellae fixae» i «ideoque cum nulla sit earum parallaxis sensibilis ex terrae motu annuo oriunda, vires earum ob immensam corporum distantiam nullos edent sensibiles effectus in regione systematis nostri»⁶¹⁸. Tanmateix, a partir de 1692 i per motiu de l'intercanvi epistolar amb Bentley (vegi's capítol 7.3), Newton ja comença a plantejar-se, i de forma molt seriosa, les qüestions que fan referència als possibles equilibri i col·lapse universals. Com ja havíem vist, quan Bentley li pregunta que hauria d'ocórrer si les partícules mínimes de matèria s'haguessin estès originàriament arreu d'un «espai finit» sota les condicions de la gravitació, Newton es veu obligat a respondre que l'univers col·lapsaria inevitablement cap a un centre en una gran massa, però que atès que això no és el que s'observa potser és més correcte pensar que l'univers és infinit, perquè en un univers així la matèria «mai podria acabar sent una massa única, atès que part d'aquesta matèria es reuniria en una massa, i una altra part en una altra, acabant formant un nombre infinit de grans masses disperses a grans distàncies les unes de les altres per l'espai infinit» –que és el que observem. I per tant, a aquestes alçades, Newton encara no veu la necessitat d'una intervenció extraordinària divina per aconseguir l'equilibri estàtic que observem en l'univers: la pròpia naturalesa de la gravitació, sense intervenció divina, podria aconseguir-lo en un univers infinit.

Bentley objecta, emperò, que si la matèria hagués estat posada, doncs, en un «univers infinit» de manera absolutament uniforme no hi hauria ni tan sols la possibilitat que s'hagués format cap massa –i, per tant, cap estel– perquè l'atracció gravitatòria seria infinitament compensada per tots bandes i el sistema restaria en un equilibri suprem. Newton està totalment d'acord amb aquest argument de Bentley, de manera que el que observem –hi ha objectes astronòmics arreu, masses que han convingut– indica que la matèria no va poder ser posada de manera absolutament uniforme a l'univers –tot i que l'omnipotència de Déu hauria pogut aconseguir-ho: «And much harder it is to suppose that all the particles in an infinite space should be so accurately poised one among another as to stand still in a perfect equilibrium. [...] Yet I grant it possible, at least by a divine power; & if they were once so placed I agree with you that they would continue un that posture without motion for ever, unless put into new motion by the same power. When therefore I said that matter evenly spread through all spaces would convene by its gravity into one or more great masses, I understand it of matter not resting in an accurate poise»⁶¹⁹. Quan afirma, doncs,

⁶¹⁷ I. NEWTON, *De mundi systemate*, extret de *Isaaci Newtoni opuscula mathematica, philosophica et philologica*, editat per J. CASTILLION, II, p. 43, Lausanne & Genève, 1734. [«Estant, doncs, les estrelles fixes a una distància tan descomunal les unes de les altres, no poden atraure's mútuament de forma perceptible ni poden ser atretes pel nostre Sol»].

⁶¹⁸ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, p. 410. [«Les estrelles fixes també estan en repòs» i «Al no percebre'n, doncs, cap paral·laxi com a conseqüència del moviment anual de la Terra, les seves forces no produeixen cap efecte sensible en el nostre sistema per l'enorme distància a la que es troben»].

⁶¹⁹ NEWTON, *Carta a Richard Bentley*, 10 de desembre de 1692. Extreta de I.B. COHEN a *Isaac Newton's papers & letters on natural philosophy*, pp. 292-3, Harvard University Press, 1958. [«I molt més difícil que això és suposar que totes les partícules en un espai infinit estiguessin posades d'una manera tan exacta entre si com per a romandre immòbils en perfecte equilibri. [...] Tanmateix, reconec que això és possible, almenys per a un ésser diví. I si alguna vegada haguessin estat posades així, estic d'acord amb vostè que continuarien sense cap mena de moviment en aquella posició, tret que el mateix poder els hi imprimís un nou moviment. Per tant, quan deia que la matèria, espargida regularment per

que la matèria s'ha ajuntat en grans masses arreu de l'univers pressuposa que mai va poder estar posada de manera absolutament uniforme a l'univers.

Però Bentley addueix encara que el fet que les primigènies partícules infinites de matèria haguessin estat posades de manera no uniforme en un univers infinit, això tampoc no hauria possibilitat l'agrupació en masses estel·lars per la gravitació, sinó que la matèria s'hauria mantingut en forma de partícules en equilibri. I ho diu sota l'argument que cadascuna d'aquestes partícules elementals de matèria infinita no haurien pogut agrupar-se –i, per tant, cap estel ni cos celeste s'hauria pogut formar– perquè sentirien una atracció infinita cap a qualsevol dels seus costats, de manera que la partícula es mantindria estàtica en el seu lloc. Per tant, en un univers infinit, si existeixen masses compactes i opaques a l'univers –com els estels o els planetes– ha de ser forçosament per una extraordinària providència divina que impregna aquesta força, atès que, segons els seu argument, no podria pas deure's a causes naturals. Newton, com vam veure, ho rebut dient que no tots els infinits són iguals ni tenen el mateix valor: en el cas que una partícula estigués en equilibri gravitatori, perquè a banda i banda estigués sota la mateixa quantitat infinita de gravitació, però llavors afegíssim una mica de gravitació a una de les bandes, aleshores, malgrat que un afegit a l'infinit continua sent infinit, la partícula no es mantindria en equilibri i cauria gravitatòriament cap a la banda on s'hagués introduït l'afegit de matèria, per mínim que fos; la qual cosa demostra –segons diuen els matemàtics, argumenta– que encara que la partícula tingués infinita matèria a totes bandes no necessàriament s'hauria de guardar l'equilibri i, per tant, s'haurien pogut formar tots els cossos celestes sense la intervenció de la providència divina.

No obstant això, Bentley, malgrat que, efectivament s'haguessin pogut formar els estels i els planetes i tots els cossos celestes per causa de la gravitació, continua entenent que la intervenció extraordinària de Déu és absolutament necessària àdhuc en el cas d'un univers infinit. Seguint l'argument de Newton, si els infinits no són iguals i això és causa que les partícules primigènies de matèria no estiguessin en equilibri i es poguessin formar els cossos celestes, aleshores, per la mateixa regla, un univers infinit ple de masses convingudes hauria de col·lapsar necessàriament cap a un centre tal i com ocorreria també en un univers finit: «Sir, in a finite world where there are outward fixt starrs, this seems plainly necessary. But in the supposition of an infinite space, let me ask your opinion. I acquiesce in your authority, that in matter diffused in an infinite space, tis as hard to keep those infinite particles fixt at an equilibrium, as poise infinite needles on their points upon an infinite speculum. Instead of particles, let me assume fixt starrs or great fixt masses of opaque matter; is it not as hard, that infinite such masses in an infinite space should maintain an equilibrium, and not convene together? So that though our system was infinite, it could not be preserved but by the power of God»⁶²⁰.

tot l'espai, es reuniria per la seva gravitació en una o més masses grans em referia a què la matèria no romandria en un equilibri perfecte»].

⁶²⁰ R. BENTLEY, *Carta a Isaac Newton*, 18 de febrer de 1693. Extreta de H.W. TURNBULL, *The correspondence of Isaac Newton*, Vol. III, pp. 250-1, Cambridge University Press, 1977. [«Senyor, això sembla simplement necessari en un món finit on hi hagi estrelles fixes en el seu límit extern. Però si suposem un espai infinit, deixi'm demanar-li pel seu parer. Em sotmeto a la seva autoritat quan diu que en un univers infinit de matèria espargida seria tan difícil de mantenir estàtiques i en equilibri totes aquella infinitud de partícules com ho seria col·locar infinites agulles dretes per les puntes sobre un mirall infinit. Deixi'm considerar, doncs, que, en lloc de partícules, siguin estrelles fixes o grans masses fixes de matèria opaca; no seria igual de difícil que aquestes masses infinites en un espai infinit es mantinguessin en equilibri i no col·lapsessin? De manera que encara que el nostre sistema fos infinit, tampoc podria ser preservat si no fos pel poder de Déu»].

Newton no va respondre a aquest últim plantejament. Es deuria quedar força pensatiu. Bentley li feia veure que no es podia continuar afirmant la naturalesa fixa de les «fixae stellae» i al mateix temps defensar a ultrança la gravitació com a llei universal. «Bentley had brought Newton face to face with the fundamental problem, of how the stars could be ‘fixed’ –motionless- in seeming defiance of the universal law of gravity»⁶²¹. El mateix Hoskin, referint-se a l’últim argument de Bentley, afirma que «this devastating argument, virtually taught to Bentley by Newton himself, was to dominate Newton’s own subsequent attempts to reconcile the fixity of the stars with the action of universal gravity»⁶²². Tant és així que David Gregory, en una memòria de 1694, informa que Newton li ha dit que «a continual miracle is needed to prevent the sun and the fixed stars from rushing together through gravity»⁶²³. Tot fa pensar, doncs, que entre finals de 1693 i principis de 1694, Newton va prendre interès per qüestions més cosmològiques i va començar a deixar de banda la concepció que la gravitació podia equilibrar l’univers per si mateixa i a acceptar que l’equilibri que és observable no podia ser efectiu si no fos per una segona providència extraordinària de Déu. Hoskin també dóna fe d’aquest fet indiscutible quan confirma que la concepció definitiva de Newton al voltant de l’aporia del col·lapse ja apel·la a la providència divina i que, amb tota seguretat, ja no abandonarà mai:

«What, then, appears to be Newton’s conception of the universe of stars? First, it is clear that gravity operates throughout the universe, and that a ‘miracle’ of divine intervention is necessary to prevent gravitational collapse. God does not simply *countermand* gravity permanently and totally, for then a finite star system would be possible; nor is it sufficient for God to leave great distances between stars, for this he has done and a miracle is still necessary. Rather, the system of the stars, like the system of planets and comets, has been constructed with providential ingenuity to minimize the tendency to gravitational collapse».⁶²⁴

Els pensaments de Newton, com és ben lògic, van patir l’evolució que és pròpia de qualsevol home de ciència. I pel que fa a les qüestions que ens ocupen ara, dels silencis notoris que farceixen els *Principia*, Newton va passar –i ja des de feia anys al 1717, quan Whiston publica els seus *Astronomical Principles*- a consolidar la creença que l’univers no podria ser com se l’observa, amb la seva quietud impertorbable, si no

⁶²¹ M. HOSKIN, *Gravity and Light in the Newtonian Universe of Stars*, publicat a *Journal for the Historical Development of Modern Cosmology*, ASP Conference Proceedings Vol. 252, p. 13, 2001. [«Bentley va dur Newton cara a cara amb el problema fonamental, el de com les estrelles podien ser ‘fixes’ –estàtiques- en aparent contradicció amb la llei de gravitació universal»].

⁶²² M. HOSKIN, *Newton, Providence and the Universe of Stars* a *Journal for the History of Astronomy*, Vol. 8, p. 80, 1977. [«Aquest argument devastador, que el propi Newton havia ensenyat virtualment a Bentley, hauria d’estar present en tots els propis intents posteriors del propi Newton per reconciliar la fixesa de les estrelles amb l’acció de la gravitació universal»].

⁶²³ D. GREGORY, *Annotations Physical, mathematical and theological from Newton, 5, 6, 7 May 1694*, a H.W. TURNBULL, *The correspondence of Isaac Newton*, Vol. III, p. 336, Cambridge University Press, 1977. [«Es necessita un miracle continu per a evitar que el Sol i les estrelles fixes es col·lapsin totes juntes per mitjà de la gravitació»].

⁶²⁴ M. HOSKIN, *Newton, Providence and the Universe of Stars* a *Journal for the History of Astronomy*, Vol. 8, p. 93, 1977. [«Quina, doncs, sembla ser la concepció de Newton al voltant de l’univers dels estels? Primer, és clar que la gravetat actua arreu de l’univers, i que és necessari un ‘miracle’ per part de la intervenció divina per a prevenir el col·lapse gravitatori. Déu no cancel·la simplement la gravetat de forma total i permanent; ni tampoc és suficient que Déu deixi grans distàncies entre les estrelles, cosa que, malgrat haver fet, necessita encara un miracle. Més aviat, el sistema de les estrelles, com passa amb el sistema dels planetes i els cometes, ha estat construït amb un enginy providencial per tal de minimitzar la tendència al col·lapse gravitatori»].

fos perquè l'entitat divina actua constantment sobre ell com a força expansiva que equilibra l'atracció gravitatòria que, per naturalesa, duu tots els cossos celestes, a llarg termini, a col·lapsar sobre el seu centre comú de gravitació. Les consideracions de Whiston, doncs, com a fidel portaveu i gregari de Newton, tot postulant, pel que fa a la gravitació, almenys dues intervencions extraordinàries de Déu, s'han d'entendre com un eco tenaç i poderós de les cosmovisions que Newton tenia al mateix 1717. Àdhuc potser cal anar més enllà: fins i tot les conviccions mecanicistes profundes del Newton de finals de segle van patir també una certa evolució –o, en aquest cas, una flagrant involució. La tàcita acceptació i el tàcit vist-i-plau de Newton de les paraules de Whiston quan als *Astronomical Principles* afirma que la gravetat és quelcom «immechanical», no deixa de sorprendre si ho comparem amb la queixa explícita que Newton havia fet a Bentley un bon grapat d'anys abans quan aquest últim li atribuïa de manera implícita que la gravetat fos alguna mena de poder innat o ocult –en tot cas, no mecànic- que conforma d'arrel la pròpia matèria: « You sometimes speak of gravity as essential and inherent to matter. Pray do not ascribe that notion to me; for the cause of gravity is what I do not pretend to know, and therefore would take more time to consider of it» (vegi's anotació 400). Com havia fet en l'àmbit de la teoria de la Terra, en l'àmbit geològic, Newton torna a posar-se al costat de les interpretacions astroteològiques; ara, en concret, en l'àmbit de la cosmologia.

§ 10.2 Déu com a «abraçada» gravitatòria

Cap al final de la setena part dels *Astronomical Principles*, Whiston profereix unes paraules que poden semblar sorprenents, en algun sentit àdhuc inquietants. Declara que, en honor a la veracitat de la paraula sagrada, els informes sagrats sobre l'infern tenen perfecta cabuda en el sistema del món que ofereix la naturalesa: «I observe, that the sacred accounts of hell, or of the place and state of punishment for wicked men after the general resurrection, is agreeable not only to the remains of ancient profane tradition, but to the true system of the world also»⁶²⁵. Recorda que les Sagrades Escriptures descriuen l'infern com un estat «de tenebra», «fora del regne del cel», a la que els condemnats hi seran llançats per a patir «els plors i el cruixit de dents» (Mateu 8:12, 25:30); o com el lloc que se situa en els «estels errants que tenen reservada per sempre la foscor de les tenebres» (Judes, 13); o un lloc de «flames i foc on es pateix el més gran turment» (Lluc 16:23, 24); i passarà que els «àngels destriaran el dolents dels justos, i els llançaran a la fornall ardent» (Mateu 13:49, 50); el lloc, aquest infern, on «els qui adordin la bèstia [...] seran turmentats amb foc atiat amb sofre, davant els àngels sants i davant l'Anyell, i el fum del seu suplici pujarà pels segles dels segles» (Apocalipsi 14:10, 11). Aquestes descripcions bíbliques, interpreta Whiston, profetitzen que l'infern, el lloc de la condemna, només pot ser identificat amb la superfície dels cometes d'òrbita tan excèntrica que faria que els condemnats que hi fossin enviats patissin la tortura de la cremor insofrible en el seu periheli i la dolorosa congelació en el seu afeli.

«Now this description does in every circumstance, so exactly agree with the nature of a comet, ascending from the hot regions near the Sun, and going into the cold regions beyond Saturn, with its long smoaking tail arising up from it,

⁶²⁵ W. WHISTON, *Astronomical Principles of Religion, natural and reveal'd*, p. 155, Londres, 1725. [«Observo que les narracions sagrades sobre l'infern, o el lloc i l'estat de càstig per als condemnats després de la resurrecció general, concorda no només amb allò que queda de l'antiga tradició profana sinó també amb el vertader sistema del món»].

through its several ages or periods of revolving, and this in the sight of all the inhabitants of our air, and of the rest of the system; that I cannot but think the surface or atmosphere of such a comet to be that place of torment so terribly described in Scripture». ⁶²⁶

Per molt sorprenents que, als nostres ulls, puguin semblar aquestes afirmacions, el fet és que els models astroteològics presenten sovint aquesta identificació dels motius o ítems profètics de la cosmovisió religiosa amb algunes localitzacions físiques concretes en l'espai universal. L'univers es presenta als astroteòlegs com un sistema tan complex i tan ben articulat –i degut sobretot als nous horitzons observables de tan vasta magnitud i també a la unificació que havia acabat representant la llei de gravitació universal- que es va fer realment efectiva la temptació d'unificar les figures o icones de la narració bíblica i la pròpia estructura del món natural. Peter Harrison es fa veu que «Robert Boyle thought that the bodies in deep space might cater to the needs of angels, or that the stars might be used by human souls»⁶²⁷; també informa que Burnet i Derham «believed that the saints would spend eternity in the starry regions beyond the moon»⁶²⁸; Keith Thomas informa que Samuel Clarke «thought it possible that the souls of brutes would eventually be resurrected and lodged in Mars, Saturn or some other planet»⁶²⁹; com també pensava Whiston, Richard Turner creia que els cometes eren «the executioners of God's vengeance on sinful worlds; by scattering their baneful influences on the inhabitants, or dashing the planet to pieces, and reducing it to its chaotic state again»⁶³⁰.

En aquest context, resultarà menys estrany que alguns autors, com ara Whiston, hagin pogut treballar a la recerca de la localització física de Déu. Evidentment, el lloc que Déu hauria triat per a situar-se en les dimensions físiques hauria d'acomplir una funció del tot rellevant per al bon desenvolupament de l'equilibri cosmològic, de forma que Déu fos font d'harmonia, garantia d'estabilitat i, fins i tot, principi de vida. Whiston assigna aquest tron diví al «centre comú de gravitació» de tots els cossos celestes. El centre comú de gravitació de tots els cossos celestes no pot confondre's, teòricament almenys, amb el propi «centre de l'univers». Pel que fa a aquest últim, al centre de l'univers, es fa força evident que aquesta categoria només tindria sentit en el cas que l'univers fos finit: la representació mil·lenària –i que per a alguns continuava sent vàlida- d'un univers esfèric en què els estels fixes que marquen el límit de l'espai –«outward»- estan tots radialment a la mateixa distància d'un centre

⁶²⁶ *Ibidem.*, p. 156. [«Doncs aquesta descripció concorda tan exactament en cadascun dels detalls amb la naturalesa d'un cometa, -que ascendeix des de les ardents regions que són properes al Sol i es desplaça cap a les regions fredes més enllà de Saturn, tot desprenent la seva llarga cua fumejada, com poden veure tots els habitants el nostre aire i de la resta del sistema- que no puc sinó pensar que és la superfície o atmosfera d'un cometa així el que ha de ser aquest lloc de turment que les Escriptures descriuen tan terriblement»].

⁶²⁷ P. HARRISON, *The Bible, Protestantism and the Rise of Natural Science*, p. 180, Cambridge University Press, 1998. [«Robert Boyle pensava que els cossos de l'espai profund podrien servir a les necessitats dels àngels, o que les estrelles podien ser usades per les ànimes humanes»]. Harrison fa referència als passatges de R. BOYLE, *A Disquisition about the final causes of natural things*, p. 113, 84.

⁶²⁸ *Ibidem.*, p. 150. [«Burnet and Derham creien que els sants passarien tota la seva eternitat a les regions estel·lars més enllà de la Lluna»].

⁶²⁹ K. THOMAS, *Man and the Natural World: changing Attitudes in England 1500-1800*, p. 139, Londres, 1983. [«[Clarke] creia possible que les ànimes dels abestats ressuscitarien eventualment i serien allotjades a Mart, Saturn o qualsevol altre planeta»].

⁶³⁰ R. TURNER, *A View of the Heavens being a short, but comprehensive, System of Modern Astronomy*, p. 20, Londres, 1783. [«[Els cometes són] els executors de la venjança de Déu sobre els móns abocats al pecat; i ho fan o bé abocant les seves fatídiques influències sobre els habitants, o bé trencant a trossos el planeta o bé reduint-lo de nou al seu estat caòtic»].

és la versió més clàssica i entenedora de la concepció d'un univers finit. De fet, no coneixem versions insignes d'un univers finit que tingués una altra forma que no fos l'esfèrica malgrat que, conceptualment pogués existir: en aquest cas el centre de l'univers resultaria d'un acurat càlcul geomètric. El fet, però, és que en el mateix moment que es parla d'un «centre de l'univers» se sobreentén una estructura esfèrica finita, al bell mig de la qual, amb una exactitud plena, hi hauria el punt des del qual tots els radis a les estrelles fixes mesuren el mateix. En les primeres versions heliocèntriques, aquest punt coincidia amb el centre del Sol, però, poc després, el centre del Sol i el centre de l'univers van deixar de coincidir: malgrat que per a alguns heliocentristes el Sol podia encara considerar-se l'astre al voltant del qual orbitava tota l'estructura cosmològica, no ocupava, tanmateix, l'exacte punt geomètric de l'univers, sinó que el Sol es trobava una mica desplaçat respecte al vertader centre de l'univers que era un punt equant. Aquest desplaçament permetia explicar, juntament i sobretot amb altres artificis com ara epicicles i deferents, els moviments irregulars de retrogradació que hom observa en els planetes. Per tant, fins i tot pels més il·lustres defensors dels antics esquemes heliocènrics d'un univers finit, ja s'havia assumit feia temps que el Sol no era, en propietat, el centre exacte de l'univers.

D'altra banda, té poc sentit parlar d'un centre de l'univers si ens atenim a una estructura cosmològica infinita: en un univers infinit, qualsevol punt de l'univers és un centre. Aquells que havien superat la limitació d'un univers finit i –com entenen Newton i Bentley a la seva correspondència– començaven a considerar l'existència d'un univers que fos infinit, no podien permetre's, tècnicament, parlar d'un «centre de l'univers». Però no poder parlar d'un «centre de l'univers» no exclou poder parlar d'un «centre comú de gravitació»: des del descobriment de l'existència de la gravetat i de la llei que li és associada, se sabia que tots els cossos de l'univers, encara que sigui de forma gairebé infinitesimal, s'atrauen mútuament tots entre tots, i atès que la matèria està espargida arreu de l'univers en totes direccions, necessàriament ha d'haver-hi un centre matemàtic cap al que tota la matèria de l'univers, en teoria i naturalment, s'hauria de col·lapsar. Si la quantitat de matèria de l'univers, tanmateix, estigués espargida de manera absolutament uniforme al ben llarg de tota la infinitud de l'univers, aleshores cada punt de l'univers seria un «centre comú de gravitació» o, simplement, no n'hi hauria cap. Però atès que això és impossible –com Newton li deia a Bentley– i, per tant, la quantitat de matèria no està espargida exactament de manera uniforme, és evident que ha d'haver-hi un centre comú de gravitació de tots els cossos celestes, malgrat que l'univers sigui infinit.

Whiston, que no és gens clar a l'hora d'atribuir finitud o infinitud a l'univers⁶³¹ i que, per tant, no pot ser clar a l'hora de parlar d'un «centre de l'univers», sí que ho és, en canvi, en el moment de postular l'existència indubtable d'un centre comú de gravitació. En qualsevol sistema gravitatori que hi estiguin implicats dos cossos –que seria un sistema bàsic o de mínims– ha d'existir un centre comú de gravitació dels dos cossos; siguin quins siguin els moviments d'aquests dos cossos entre ells, el centre comú de gravitació quedarà inalterable. Igualment, en un sistema gravitatori que hi estiguin implicats n -cossos, ha d'existir necessàriament un centre de gravitació comú als n -cossos que quedarà inalterable siguin quins siguin els moviments dels n -cossos entre ells. L'univers pres en la seva totalitat com a sistema de cossos ha de tenir un centre comú de gravitació de tots aquests cossos que no s'alterarà siguin quins siguin

⁶³¹ En un passatge dels *Astronomical Principles* (pp. 121-2 de l'edició que estem emprant), Whiston diu que, «amb tota probabilitat» l'univers no pot ser realment infinit. Dóna unes xifres de la grandària de l'univers que, als seus propis ulls, són descomunals, però en tot cas, insisteix, per molt grans que siguin aquestes xifres, no les hem de confondre amb un univers infinit.

els moviments de tots els cossos del sistema: «The common center of gravity of a system of bodies doth not change its state either of motion or rest, from the actions of the bodies amongst themselves (whether they be attractions or impulses), and therefore the common center of gravity of all bodies acting upon one another (actions and impediments, whether external or otherwise arising, being excluded) doth either rest, or is mov'd uniformly straight forwards»⁶³². Doncs una vegada ateses aquestes consideracions, en opinió de Whiston, «[the Sun] is situate near the center of gravity of the whole system and revolves in about 25 days and a half round its own axis»⁶³³. El Sol, doncs, si bé no és, en rigor, el centre de l'univers, sí que cau ben a prop del centre comú de gravitació de tot el sistema universal, la qual cosa explicaria per a Whiston, que els cels es vegin des del sistema solar amb un aspecte tan sensiblement uniforme malgrat que les distintes regions celestes siguin distintes al detall.

Hi ha qui, a partir de les coses dites, no dubta en afirmar que Whiston fa una clara identificació entre el centre comú de gravitació universal i la localització física de Déu a l'univers. Llegim paraules com: «Con respecto a la posición del ente mecánicamente relevante, Dios, eligió el centro de gravedad del universo desde el cual controlaría la tendencia de todos los sistemas estelares a producir un colapso gravitacional debido a sus mutuas atracciones. [...] El trono divino debía estar localizado en el centro, pero no del conjunto que forman únicamente planetas y satélites, sino de la totalidad de los cuerpos celestes. De ahí que le correspondiera estar situado en el común centro de gravedad de todos ellos. Por tanto, según la hipótesis de Whiston, el lugar de la divinidad es justamente ese centro de gravedad común de todos los cuerpos celestes»⁶³⁴. La veritat és que hom no troba clarament a cap de les obres de Whiston una afirmació tan contundent com aquesta última. Rioja i Ordóñez es basen per a aital conjectura en les paraules de Whiston en el text que més amunt hem esmentat: «els diferents sistemes amb les seves corresponents estrelles fixes o sols s'han d'apropar naturalment i constantment a un centre comú de totes les seves gravetats, a no ser que un poder miraculós actuï [interposes] per a evitar-ho per a què, en un nombre suficient d'anys, no es trobi tot en el mateix centre en una total destrucció de l'univers». Suposem que Rioja y Ordóñez fan una lectura literal del verb anglès «to interpose» –que etimològicament significa òbviament un «posar-se al bell mig, entre», tot i que nosaltres l'hem traduït per «actuar». Així, tot el sistema universal d'objectes celestes hauria de col·lapsar cap a un centre comú de totes les gravetats, a menys que un «poder miraculós se situï al bell mig d'aquest centre» i, des de fora de les lleis de la física, aturi la tendència natural atractiva de la gravitació. D'aquesta manera, Déu quedaria, efectivament, «localitzat» en el propi univers, com localitzats quedarien l'infern als afelis i perihelis dels cometes o el purgatori, segons Clarke, a Mart, Júpiter o Saturn. A *New Theory of the Earth* hi trobem un altre passatge que és molt proper al que Rioja i Ordóñez prenen com a prova de la localització divina en el centre comú de gravitació: «'Tis by no means impossible, that all the bodies in the universe should approach to one another, and at

⁶³² W. WHISTON, *Astronomical Principles of Religion, natural and reveal'd*, p. 5, Londres, 1725. [«El centre comú de gravitació d'un sistema de cossos no varia el seu estat de moviment o de repòs segons les accions dels cossos entre ells mateixos (tant si són atraccions o impulsos) i, per tant, el centre comú de gravitació de tots els cossos que actuen els uns sobre els altres (accions o impediments, excloent-ne les que puguin ser externes o produïdes per una altra naturalesa) o bé quedarà en repòs o bé es mourà endavant de manera uniforme en línia recta»].

⁶³³ *Ibidem.*, p. 14. [«[el Sol] està situat a prop del centre de gravitació de tot el sistema i orbita un cop sobre el seu propi eix en 25 dies i mig»].

⁶³⁴ A. RIOJA/J. ORDÓÑEZ, *Teorías del Universo, Vol. III. De Newton a Hubble*, cap. 3.3.1, p. 134, Ed. Síntesis, 1999.

last unite in the common centre of gravity of the entire system: nay, from the universality of the law of gravitation, and the finiteness of the world, in length of time, except a miraculous power interpose and prevent it, it must really happen. But by what law of nature, or property of bodies, they, when once conjoin'd, should be separated, 'tis hard to conceive»⁶³⁵.

No estem gens segurs que aquesta lectura literal sigui massa encertada: «to interpose» bé pot interpretar-se amb força naturalitat senzillament com un «actuar en contra-de», un «participar per a evitar» o un «immiscir-se-en», casos en què llurs significats no destil·len cap semàntica de localització física en un espai concret on situar-se l'«ens mecànicament rellevant». La providència divina, per molt i molt extraordinària que fos, no exigeix pas una localització física a l'espai de l'ésser que l'executa: el mecanisme metafísic amb què Déu actuaria sobre els cossos destinats irremeiablement al col·lapse, podria ser –com d'altra banda sol entendre's– una acció externa de Déu que abraçaria cadascun dels racons on s'hi trobés matèria prenyada de poder gravitatori arreu del món. De fet, hi ha un paràgraf als *Astronomical Principles* que més aviat dóna a entendre aquesta «abraçada universal» que no pas l'assumpció d'un centre únic i comú des d'on Déu exerciria una «força expansiva» que pogués compensar el col·lapse gravitatori: «Since power can be exerted no where but where the Being which exerts that power is actually present; and since it is certain, as has been shewn, that this power is constantly exerted all over the universe, 'tis certain that the Author of the power of gravity is present at all times in all places of the universe also»⁶³⁶. Més encara: el passatge pot dur a pensar que l'acció de Déu no és pròpiament externa, sinó que incita a creure que Whiston fa una identificació de Déu amb la mateixa gravitació, quan diu que l'ésser diví «és present eternament a tots els llocs de l'univers» i, s'entén, actuant gravitatòriament. El passatge posterior a aquest encara hi insisteix i de manera molt més contundent: «Since this power has been demonstrated to be immechanical, and beyond the abilities of all materials agents; 'tis certain that the Author of this power is an immaterial or spiritual being, present in, and penetrating the whole universe»⁶³⁷. Ambdós passatges són bastant precisos: no deixen lloc a creure que Déu ocupi físicament un lloc central a l'univers com a centre universal de gravitació. Si Déu és alguna presència física en l'univers, Whiston deixa clar que és una presència estesa per tots i cadascun dels espais i de la matèria de l'univers: és omnipresent. I hem d'estar atents a què es tracta d'una «omnipresència física», arrelada en la materialitat del món i no pas alguna mena d'«omnipresència externa» al món: «We learn farther from this true system, that the supreme God, who made and governs the world, is everywhere substantially and really present through the whole; or is at all times, and in all places, omnipresent.

⁶³⁵ W. WHISTON, *New Theory of the Earth*, pp. 38-9, printed for John Whiston at Mr. Boyle's Head in Fleet-Street, London, 1738. [«No és gens impossible que tots els cossos de l'univers s'aproximessin els uns als altres i que, al a fi, s'acabessin unint en el centre comú de gravitació del sistema sencer: millor dit, amb el pas del temps és una cosa que hauria de passar realment donades la universalitat de la llei de la gravetat i la finitud del món, a no ser que un poder miraculós s'hi interposés i ho prevengués. Perquè és realment difícil de concebre per quina llei de la naturalesa, o propietat dels cossos, aquests haurien de separar-se una vegada ja haguessin convingut»].

⁶³⁶ W. WHISTON, *Astronomical Principles of Religion, natural and reveal'd*, p. 89, Londres, 1725. [«Atès que la força no pot ser exercida enlloc sinó on l'Ésser que l'exerceix hi és efectivament present; i atès que és ben cert, com s'ha mostrat, que aquesta força és exercida constantment arreu de l'univers, és cert aleshores que l'Autor de la força de la gravitació també és present eternament a tots els llocs de l'univers»].

⁶³⁷ *Ibidem*. [«Atès que ha estat demostrat que aquesta força no és mecànica i que rau al darrera de les propietats de tots els agents materials, ha de ser cert aleshores que l'Autor d'aquesta força és un ésser immaterial o espiritual que està present i que penetra l'univers sencer»].

This is a most direct consequence of the divine knowledge, and wisdom, and power, the attributes and actions of the supreme Being, continually exerted throughout the whole universe»⁶³⁸. La claredat és innegable: Déu és «substancialment i realment present» arreu del cosmos. I a *New Theory of the Earth* també fa referència a la necessitat d'un Déu que intervingui evitant el col·lapse, però no fa cap menció a una concepció que pugui fer pensar en una seva única localització física central: «[...] all the matter of the entire universe compos'd one single dull and unmoveable heap or mass, in the common centre of gravity of the whole; which not having happen'd, demonstrates the impossibility of the eternity of the world, and the necessity of admitting its production in time by the power of God. [...] a miraculous providence does hinder the foremention'd effect continually»⁶³⁹. «Continually» fa pensar, més aviat, en una acció constant «preventiva» arreu de l'univers que no pas en una acció «resolutiva» des d'un punt central concret de gravitació després que, suposadament, comencés el primer moment infinitesimal del col·lapse.

D'altra banda, sí que és cert que Whiston identifica l'univers amb la «casa de Déu», o l'«estatge de Déu», fent gairebé sinònims, comptat i debatut, la naturalesa i l'essència de Déu: «[...] this world, wherein we all live, is *God's world*; that this system of the universe, is God's great house, or family, or kingdom»⁶⁴⁰. Recorre tota la seva obra la idea que el cel, «heaven», és el món en què vivim, l'ordre i la perfecció naturals que donen fe de la presència divina. El cel físic i el cel diví semblen coincidir i estructurar-se en una unitat indissociable. Més clarament encara ho especifica en un passatge posterior: «I observe, that the sacred accounts of *heaven*, or of the place and state of happiness for good men before the consummation of all things, is not only agreeable to the remains of ancient profane tradition, but to the true system of this world also. This happy state is describ'd in Scripture to be a *state of light*, a *reward in heaven*»⁶⁴¹. Però, *strictu sensu*, l'afirmació literal de la localització efectiva de Déu en el centre comú de gravitació de l'univers sencer no sembla aparèixer enlloc a les obres de Whiston. No sembla, doncs, justificat, afirmar que «según la hipótesis de Whiston, el lugar de la divinidad es justamente ese centro de gravedad común de todos los cuerpos celestes». És cert, emperò –deixant de banda la peculiar interpretació que es pot fer del verb «interpose»- que aquesta continuada identificació de l'acció divina amb la seva presència física arreu de l'univers conegut i desconegut –com a alteritat a la presència física i concreta dels inferns en cometes extremadament parabòlics- pot conduir psicològicament a concloure que, en Whiston, Déu, com a contrapunt a la presència física de l'horror en el món, ha d'estar situat en algun lloc concret del

⁶³⁸ *Ibidem.*, p. 120. [«També podem aprendre d'aquest vertader sistema que el Déu suprem, que va crear i que governa el món, està substancialment i realment *present* arreu de l'univers; o que és eternament a tot arreu *omnipresent*. És aquesta la més directa conseqüència del coneixement diví, de la saviesa, del poder, dels atributs i de les accions de l'Ésser suprem, exercides contínuament a totes bandes de l'univers sencer»].

⁶³⁹ W. WHISTON, *New Theory of the Earth*, p. 12, printed for John Whiston at Mr. Boyle's Head in Fleet-Street, London, 1738. [«[...] tota la matèria de l'univers sencer convindria en una única massa amuntegada, apagada i immòbil en el centre comú de gravitació de la totalitat; la qual cosa no havent passat demostra la impossibilitat de l'eternitat del món i la necessitat d'admetre la seva creació en el temps pel poder de Déu. [...] una providència miraculosa evita contínuament l'efecte ja esmentat»].

⁶⁴⁰ W. WHISTON, *Astronomical Principles of Religion, natural and reveal'd*, pp. 131-2, Londres, 1725. [«[...] Aquest món en què tots nosaltres vivim és el *món de Déu*; que aquest sistema de l'univers és el gran estatge de Déu, o família, o regnat»].

⁶⁴¹ *Ibidem.*, p. 154. [«Observo que les sagrades narracions sobre el *cel*, o el lloc i l'estat de felicitat per als homes bons abans de la consumació de totes les coses, no només coincideix amb el que queda de l'antiga tradició profana sinó també amb el vertader sistema que és aquest món. Aquest estat felíç és descrit a les Escriptures com un *estat de llum*, com un *premi al cel*»].

sistema sencer, i atès que la identificació de l'acció divina amb la gravitació és tan evident en els discursos de Whiston, és fàcil caure en la temptació de reconèixer el centre comú de gravitació de l'univers com el tron de la presència divina, des d'on, suposadament, emanaria o irradiaria la seva acció en forma de poder gravitatori cap a totes les direccions i racons del sistema del món.

§ 10.3 Thomas Wright i la naturalesa de la Via Làctia

Una altra possible causa d'aquesta equívoca identificació en Whiston prové de l'obra i del pensament de Thomas Wright of Durham (1711-1786). Wright, d'origen humil i que mai va acabar de poder formar part dels cercles intel·lectuals més oficials i elitistes de Londres, va dedicar la seva vida a la divulgació d'una cosmologia d'un clar, àdhuc modèlic, tarannà astroteològic on intentava donar resposta a les grans i noves preguntes que els últims plantejaments astronòmics havien deixat obertes, incidint encara més en una equivalència dels espais celestes amb la «casa de Déu». El punt de referència indiscutible d'aquesta convicció, la va trobar Wright en l'acurada lectura i la pregonera anàlisi dels *Astronomical Principles of Religion* de Whiston, on com hem vist, l'autor afirmava amb rotunditat que «aquest món en què tots nosaltres vivim és el *món de Déu*; que aquest sistema de l'univers és el gran estatge de Déu, o família, o regnat», «and that the rational beings are God's creatures, the members of that his family, and subjects of that his kingdom; owing all possible obedience, duty, and homage to him, as to their great Master and King»⁶⁴². L'aprenentatge del pensament de Whiston va definir absolutament el camp d'estudi i el marc de creences de Wright –algunes alterades i altres ben modificades; però el corpus ideològic fonamental queda ben establert a partir d'aquestes lectures que li van ser com un bateig imprescindible.

Abans d'entrar en la visió astroteològica de Thomas Wright, és necessari que ens centrem primer en els seus plantejaments merament cosmològics, la seva visió sobre l'estructura última de l'univers. En referència a això, els punts de vista de Wright van suposar un cert avenç en la història de la cosmologia, tot i que, com és natural, mai van acabar d'acomplir una correcta descripció dels cels. Si tornem tanmateix per uns instants a Whiston –i també a Newton, per extensió–, sabem que el seu horitzó mental cosmològic venia a visualitzar un univers farcit d'estels immòbils que podien mantenir-se estàtics en llurs llocs per una acció extraordinària de Déu, evitant el col·lapse inevitable que es deduïa de la pròpia acció de la gravitació universal –es a dir, de l'estructura física que els *Principia* havien descobert. Però el fet revelador és que Halley, l'any 1718, va descobrir que tres dels estels més lluminosos –Aldebaran («Palilicium» per als romans), Siri i Artur– que ja havien descrit i emplaçat els antics, havien desplaçat molt lleugerament llur situació en el cel nocturn.

«I was surprised to find the latitudes of three of the principal stars in heaven directly to contradict the supposed greater obliquity of the ecliptic, which seems confirmed by the latitudes of most of the rest: they being set down in the old catalogue, as if the plane of the earth's orbit had changed its situation, among the fixed stars, about 20' since the time of Hipparchus. [...] Palilicium, being in the days of Hipparchus in about 10° of Taurus, ought to be about 15 min. more southerly than at present; and Sirius, being then in about 15° of Gemini, ought to

⁶⁴² *Ibidem.*, pp. 131-2. [«I que els éssers racionals són criatures de Déu, membres de la seva família, subjectes del seu regnat que li deuen tota possible obediència, tot el compromís i tot l'homenatge, sent com és el mestre i el seu rei»]. Vegi's anotació 640.

be 20' more southerly than now; [...] As to Arcturus [...] Ptolomy gives him 33' more north latitude than he has now; [...] So then all these three stars are found to be above half a degree more southerly at this time than the ancients reckoned them». ⁶⁴³

Aquest descobriment provava per a alguns –i molt especialment per a Wright– que els tradicionalment anomenats «estels fixos», en realitat, no n'eren de «fixos». Wright no només considerava la idea de la immobilitat dels estels quelcom proper a l'heretgia, sinó que està convençut que el disseny de l'univers exigeix el moviment dels estels: «We shall only want this one postulata, to be granted, viz.: *that all the stars are, or may be in motion*: this, if one may be allowed to judge of the whole by the similitude and government of its parts, I am persuaded you will think a very reasonable assumption»⁶⁴⁴. Més enllà del moviment nocturn aparent dels estels per la reconeguda rotació terrestre, el descobriment de Halley donava proves que tots els estels, en major o menor grau, patien uns desplaçaments reals que, tot i ésser gairebé imperceptibles per a nosaltres, havien de ser notablement regulars. Enllumenat per aquests avenços, Wright va postular que els estels se situaven en una àmplia esfera en el cel nocturn que orbitava molt lentament al voltant del seu centre de gravitació, tal i com, a una altra escala, orbiten els planetes respecte al Sol. Ja l'any 1734, quan va impartir una famosa conferència –de títol *A theory of the universe*, l'objectiu de la qual era donar fe de tota l'estructura del cosmos, més enllà de la mera disposició del mateix sistema solar– Wright va presentar l'univers com una enorme esfera sadolla d'estels que orbitava al voltant d'un i únic centre universal de gravitació. Aquesta visió, òbviament, rebutjava la concepció d'un univers infinit en què els estels estiguessin disseminats de manera atzarosa o bé seguint alguna mena de regularitat: si l'univers era realment aquesta enorme esfera gravitatòria, les discussions de Newton i Bentley al voltant de la necessitat o no que l'univers fos infinit es tornaven ara del tot irrelevantes.

Wright havia conegut bé pels *Astronomical Principles* de Whiston el dilema d'un univers finit on regnés universalment la llei de la gravitació: el col·lapse de tots els estels cap a un centre gravitatori de l'univers hauria de ser inevitable i, no obstant això, no observem empíricament que els estels pateixin cap mena de caiguda cap a cap centre universal. Però el fet és que, pensava Wright, les observacions de Halley dels petits desplaçaments d'Aldebaran, Siri i Artur donaven la clau per a resoldre

⁶⁴³ E. HALLEY, *Considerations on the change of the latitudes of some of the principal fixt stars*, extret de *Philosophical Transactions*, XXX (1717-1719), pp. 736-8. [«Em va sorprendre trobar que les latituds de tres dels principals estels del cel contradiuen directament la suposada major obliquïtat de l'eclíptica que sembla ser confirmada per les latituds de la majoria de la resta. Estan registrades en el vell catàleg com si el pla de l'òrbita de la Terra hagués canviat la seva situació respecte als estels fixos uns 20' des dels temps d'Hiparc. [...] Aldebaran, que estava en temps d'Hiparc a uns 10° de Taurus, hauria d'estar uns 15 minuts més al sud que actualment; i Siri, que estava aleshores a uns 15° de Gèminis, hauria d'estar uns 20' més al sud que ara; [...] i pel que fa a Artur [...] Ptolomeu li dona 33' més de latitud nord de la que té ara; [...] De manera que trobem que aquests tres estels estan més de mig grau més al sud als nostres temps del que estimaven els antics»].

⁶⁴⁴ TH. WRIGHT, *The universe and the stars, being an original theory on the visible creation, founded on the laws of nature*, p. 92, Charles Wetherill, Philadelphia, 1837. Aquesta fou la primera edició americana reduïda de l'original de la seva obra més rellevant, *An original theory or new hypothesis of the universe, founded upon the laws of nature, and solving by mathematical principles the general phenomena of the visible creation: and particularly the via lacteal* (1750). [«Només hem de procurar que es garanteixi un sol postulat, a saber: *que tots els estels són o han d'estar en moviment*: si hom es pot permetre jutjar l'estructura de l'univers per la similitud i el govern de les seves parts, estic ben convençut que vostè pensarà que aquesta és una assumpció molt raonable»].

aquesta aporia. Si, efectivament, existís una enorme esfera estel·lar orbitant al voltant d'un centre gravitatori, seria innecessari haver d'explicar per què els estels no acaben col·lapsant cap a un centre universal. Si els estels fossin estàtics i disseminats arreu de l'univers –com creien la majoria d'astrònoms, entre ells Newton i Bentley- seria, certament, inevitable el col·lapse que no observem. Però si els estels formessin una esfera conglomerada en un lent moviment rotacional respecte a llur centre de gravitació, la seva pròpia velocitat impediria la caiguda cap al centre gravitatori. De fet, així és com els planetes no col·lapsen sobre el seu centre gravitatori relatiu, el Sol. Els moviments del planetes del sistema solar orbiten sobre el Sol per un efecte merament mecànic de gravitació a distància, és a dir: els seus moviments poden ser explicats perfectament per les lleis de la física que van aportar els *Principia*, sense la necessitat d'una intervenció extraordinària de Déu que els obligués a orbitar. D'igual manera, els desplaçaments de tots els estels que conformessin l'esfera podrien ser explicats d'una forma mecànica de gravitació a distància, resolent així des de la pròpia física per què no observem cap col·lapse universal. L'univers, doncs, ha de ser necessàriament una enorme esfera d'estels que orbita sobre un centre universal d'on emana la gravitació. Cadascun dels estels pot ser, al mateix temps i com és el cas del Sol, un centre relatiu de gravitació per als seus respectius planetes.

Hi ha encara un altre punt fonamental en el pensament de Wright: el Sol seria un més d'aquests estels que conformen un conglomerat d'astres que orbiten al voltant d'un centre gravitatori universal. El Sol no seria un estel estàtic més entre els milers de milers d'estels estàtics arreu de l'univers. El Sol estaria dotat també de mobilitat, i orbitaria respecte al seu centre gravitacional tal i com la terra orbita al voltant del Sol i la lluna al voltant de la Terra. Es conserva un dibuix de Wright on el Sol orbita al voltant del centre universal de gravitació que es considera un dels primers esbossos on pot veure's el Sol en moviment. A partir d'aquí es poden fer dues consideracions ben remarcables: d'una banda 1) aquesta estructura realment innovadora enforteix la concepció d'un univers organitzat jeràrquicament; i de l'altra banda –i això és força rellevant- 2) Wright insisteix sempre que no es pot deduir l'estructura última de l'univers a partir de les observacions perquè aquestes impliquen necessàriament una determinada enganyosa perspectiva. La comprensió de l'univers ha de seguir el camí invers: des de la imaginació humana, és necessari construir models més enllà de la prova científica que després s'avinguin acuradament a les observacions de la nostra necessària perspectiva. Així ho constata Hoskin, parlant de Wright: «Yet the general problem is as before: first to derive from extra-scientific principles our knowledge of the overall structure of the universe, and then to reconcile this with the local information supplied by observation»⁶⁴⁵.

Des del moment que Wright concebia els estels com una multitud més o menys aleatòria d'astres orbitant al voltant del centre gravitatori d'un univers finit en una forma esfèrica s'abocava a un intent d'explorar què significava aquella misteriosa franja estel·lar que coneixem amb el nom de «Via Làctia». Wright considerava que una explicació del que pogués ser la Via Làctia era del tot fonamental per a poder entendre la vertadera naturalesa de l'estructura de l'univers. «Concebida como una inexplicable concentración de estrellas, constituía un verdadero desafío para todo autor que, como en el caso que nos ocupa, admitía que la distribución de aquéllas es uniforme, a pesar de que las apariencias muestren lo contrario. De hecho, Wright consideraba, no sin razón, que la Vía Láctea, por ser el hecho más singular y extraño

⁶⁴⁵ M. HOSKIN, *Stellar Astronomy*, p. 104, Science History Publications Ltd., Cambridge, 1982. [«El problema és encara el d'abans: primer, derivar de principis extracientífics el nostre coneixement de tota l'estructura de l'univers, i després reconciliar-lo amb la informació local que aporti l'observació»].

que se nos ofrece inmediatamente a la vista, representaba la piedra de toque de cualquier intento de explicar el universo»⁶⁴⁶. El mateix Wright confessa que la Via Làctia havia estat objecte de moltes de les seves reflexions: «This luminous circle has often engrossed my thoughts, and of late has taken up all my idle hours; and I am now in great hopes I have not only at last found out the real cause of it, but also by the same hypothesis, which solve this appearance, shall be able to demonstrate a much more rational theory of the Creation than hitherto has been any where advanced, and at the same time give you an entire new idea of the universe, or infinite system of things»⁶⁴⁷. Hoskin també dóna fe que la visió de Wright el va dur inexorablement a abordar el màgic problema de la Via Làctia: «Wright, we see, has been led almost by accident to an explanation of the Milky Way, the “faint circle of light”. [...] We on Earth are completely immersed in one small segment of the shell of stars, and observation can tell us nothing of the overall structure of the universe; we find ourselves surrounded by stars and [...] the numerous faint stars merge to give the milkiness of the Milky Way»⁶⁴⁸. És obvi, tanmateix, que la descripció wrightiana no dóna cap solució a la Via Làctia observada com una franja compacta que recorre el cel: a la conferència del 1734 –recordem, *A theory of the universe*– Wright sempre exposa que els estels que conformen aquesta esfera estan distribuïts «de manera aleatòria» al voltant del seu centre de gravitació universal; i si això fos així com ell afirma, la Via Làctia no s’hauria de reduir a una única franja que travessa el cel d’una a altra banda, sinó que miréssim el pla que miréssim, cap a totes direccions del cel, el cel sencer, en definitiva, hauria d’aparèixer-se sota el mateix aspecte que s’apareix, *de facto*, la Via Làctia. I això, evidentment, no és el que apareix. La tan simple teoria inicial de Wright –l’univers pot ser descrit de forma finita i esfèrica, i és a la perifèria d’aquesta esfera on se situen tots els estels aleatòriament de forma massiva, inclòs el Sol, i orbitant lentament al voltant d’un centre universal de gravitació– no donava opció, doncs, a una possible explicació de l’estructura observable de la Via Làctia.

A una obra seva del 1742, *Clavis coelestis*⁶⁴⁹, Wright és ben conscient d’aquestes dificultats i mostra certa confusió, sovint reafirmant-se en la visió de 1734 i en canvi, de forma esporàdica, posant en dubte el seu propi sistema. Però a la seva obra més important, *An Original Theory or New Hypotheses of the Universe* (1750), Wright es proposa solucionar aquesta aporia entre les seves tesis teòriques i l’observació empírica. L’argumentari de Wright va dirigit a formalitzar una estructura teòrica de l’univers –sense renunciar al seu principi bàsic, és a dir: que els estels orbiten tots ells respecte a un centre universal de gravitació– que pogués donar fe de la peculiar forma

⁶⁴⁶ A. RIOJA/J. ORDÓÑEZ, *Teorías del Universo, Vol. III. De Newton a Hubble*, cap. 3.3.2, p. 139, Ed. Síntesis, 1999.

⁶⁴⁷ TH. WRIGHT, *The universe and the stars, being an original theory on the visible creation, founded on the laws of nature*, p. 71, Charles Wetherill, Philadelphia, 1837. [«Aquest cercle lluminós ha absorbit sovint els meus pensaments, i últimament m’ha pres molt del meu temps lliure; i ara tinc la ferma esperança que no només hagi descobert per fi la seva vertadera causa, sinó també, per la mateixa hipòtesi que resol la seva aparença, que es pugui demostrar una teoria de la Creació molt més racional de les que fins ara s’hagin pogut avançar a qualsevol lloc, i que, al mateix temps, pugui donar-li una nova idea de l’univers o del sistema infinit de les coses»].

⁶⁴⁸ M. HOSKIN, *Stellar Astronomy*, p. 104, Science History Publications Ltd., Cambridge, 1982. [«Com veiem, Wright va arribar gairebé per accident a una explicació de la Via Làctia, el “dèbil cercle de llum”. [...] A la Terra estem completament immersos en un petit segment de la conquilla dels estels, i l’observació no pot dir-nos res de l’estructura sencera de l’univers; ens trobem envoltats per estels i [...] els nombrosos estels dèbils apareixen mostrant el lletós color de la Via Làctia»].

⁶⁴⁹ *Clavis coelestis. Being the explication of a Diagram entitled A Synopsis of the universe or, the Visible World Epitomised* (1742). Aquesta obra pot trobar-se amb edició facsímil, amb prefaci del mateix M. Hoskin, a Dawsons of Pall Mall, London, 1967.

de la Via Làctia que observem des de la nostra perspectiva. Una primera solució que proposa és que la conquilla d'estels que envolta el centre universal de gravitació és «exceedingly thin, and the plane of the Milky Way is then the tangent plane to this shell at the point where the solar system finds itself. The shell itself is vast and gently curving, and so when we look along the tangent plane, we see innumerable faint stars whose light combines to give a milky appearance. When we look away the tangent plane, on the other hand, our gaze quickly penetrates through to empty space, and we see only a few stars and those are near and bright»⁶⁵⁰. Seguint a Hoskin, Rioja i Ordóñez resumeixen dient que aquesta solució «conservaría el modelo esférico, pero con dos modificaciones a fin de explicar que se viera una sola zona con acumulación de estrellas: a) se tendría que admitir que la esfera debería tener un radio inmenso; b) asimismo habría de suponerse que la capa donde estuvieran los astros debería ser muy delgada. En ese caso se observarían las estrellas contenidas en el plano tangente a la esfera en el lugar donde se encuentra el sistema solar»⁶⁵¹. Aquesta primera opció –per la que Wright tenia preferència– manté la idea original d'una esfera d'estels, malgrat les variacions, en la que la Via Làctia seria el resultat de la nostra perspectiva:

«Let us suppose the whole frame of nature in the form of an artificial horizon of a globe [...] and represent a just section of it. Now in this space let us imagine all the stars scattered promiscuously, but at such an adjusted distance from one another, as to fill up the whole medium with a kind of regular irregularity of objects. And next let us consider what the consequence would be to an eye situated near the centre point, or any where about the middle plane».⁶⁵²

En la segona de les solucions, Wright abandona la idea de l'esfera i posa sobre la taula un sistema d'anells estel·lars que ell mateix compara amb els anells de Saturn. Els estels estarien situats tots en un o varis anells que circumden amb regularitat el centre de gravitació universal. La Via Làctia que observem seria el resultat de la relativa mirada humana sobre el propi disc o discs estel·lars, tenint en compte que el Sol està situat dins del mateix anell, com a estel mòbil que és. Aquest model vindria a accentuar encara més un ordre jeràrquic regular que conformaria tot l'univers en sistemes de discs: la lluna gira en un pla al voltant de la Terra, la Terra giraria en un pla al voltant del Sol, i el Sol giraria en un pla juntament amb tota la resta d'estels al voltant del centre universal de gravitació. Wright no sembla tenir com a preferida aquesta opció: el punt fort d'una jerarquia universal de discs no sembla compensar l'enorme bellesa psicològica que proporcionava als astrònoms una esfera perfecta

⁶⁵⁰ M. HOSKIN, *Stellar Astronomy*, pp. 104-5, Science History Publications Ltd., Cambridge, 1982. [«[...] extremadament fina, i aleshores el pla de la Via Làctia és el pla tangent a aquesta conquilla en el punt que es troba el mateix sistema solar. La pròpia conquilla és immensa i lleugerament corbada, de manera que quan mirem al llarg del pla tangent veiem innumerable estels dèbils la llum dels quals es combina per acabar donant una aparença lletosa. Quan, en canvi, allunyem la ullada del pla tangent, la nostra mirada penetra ràpidament a través de l'espai buit i només veiem uns pocs estels que són propers i brillants»].

⁶⁵¹ A. RIOJA/J. ORDÓÑEZ, *Teorías del Universo, Vol. III. De Newton a Hubble*, cap. 3.3.2, p. 140, Ed. Síntesis, 1999.

⁶⁵² TH. WRIGHT, *The universe and the stars, being an original theory on the visible creation, founded on the laws of nature*, p. 110, Charles Wetherill, Philadelphia, 1837. [«Imaginem tota l'estructura de la naturalesa com la forma d'un horitzó artificial d'una esfera [...] i representem-nos-en només un sol segment. Imaginem-nos ara en aquest espai tots els estels espargits aleatòriament, però tots ajustats en una distància els uns dels altres de manera que omplin tot aquest medi amb una mena de regular irregularitat d'objectes. I després considerem quina seria la conseqüència per a un ull situat a prop del punt central [del segment] o a qualsevol lloc al voltant del pla mitjà»].

d'estels circumdant un centre. Però no és una opció que es pugui descartar, entén Wright, en la mesura que com a teoria podria explicar les observacions que fem de la Via Làctia. Els estels «formarien una especie de anillos, análogos a los de Saturno, en torno a un centro. El sistema solar estaría situado en un punto de este anillo [...] Pues bien, en este caso las observaciones realizadas desde ese punto mostrarían una región de estrellas muy densa si se dirige la mirada en la dirección del plano del anillo y, en cambio, muy poco densa si se mira en otras direcciones»⁶⁵³. En paraules del mateix Wright, els estels es comportarien:

«[...] as the primary planets do, in a general zone or zodiac, or more properly in the manner of Saturn's rings, nay, perhaps ring within ring, to a third or fourth order [...], nothing being more evident, than that if all the stars we see moved in one vast ring, like those of Saturn round any central body, or point, the general phaenomena of our stars would be solved by it. [...] Not only the phaenomena of the Milky Way may be thus accounted for, but also all the cloudy spots, and irregular distribution of them».⁶⁵⁴

«Cloudy spots». Punts nebulosos. Efectivament, un altre dels mals de cap dels astrònoms d'aquella època era el que s'havia convingut en anomenar «nebuloses», «nebulae», objectes astronòmics que mostraven una aparença difusa i boirosa i que, diferents a l'aspecte dels estels ordinaris, la seva existència era un misteri per als coetanis de Wright. Malgrat que sembla ser que els àrabs de l'Edat Mitjana ja eren coneixedors d'aquests objectes, el cert és que es considera l'alemany Simon Marius (1573-1624) el primer que va observar un d'aquests objectes –en concret la galàxia d'Andròmeda- l'any 1612. D'altra banda, si bé podria ser que l'astrònom francès Nicolas-Claude Fabri de Peiresc (1580-1637) ja l'hagués observada, és Christiaan Huygens qui passa per ser el descobridor de la nebulosa d'Orió l'any 1658. A partir de la millora efectiva dels telescopis, poc a poc van anar descobrint-se una gran munió d'aquests objectes que sovint eren ignorats per no tenir cabuda en cap dels sistemes universals que els grans astrònoms havien descrit. Eren objectes la naturalesa dels quals era absolutament inabordable en un moment en què, pròpiament, s'encetava l'astronomia observacional moderna mentre els esquemes tradicionals estaven sent superats gairebé inconscientment.

És a aquests «cloudy spots» a què fa referència Wright a *An Original Theory*: «There are also many more such luminous spaces to be found in the heavens of the same nature with these, which we know to be stars; in particular the *nebulae*»⁶⁵⁵. De fet, en un dels seus llistats habituals –en un que enumera suposats nous «estels»-, Wright identifica no només les nebuloses d'Andròmeda i Orió, sinó també la *nebula* que trobem a l'arc de Sagitari –de la que en diu que és petita però força lluminosa-, la del Centaure –de la que en diu que mai s'ha pogut veure a Anglaterra-, la del peu dret d'Antínou –obscura, però amb un altre estel al seu bell mig- i la d'Hèrcules, de la que

⁶⁵³ A. RIOJA/J. ORDÓÑEZ, *Teorías del Universo, Vol. III. De Newton a Hubble*, cap. 3.3.2, p. 141, Ed. Síntesis, 1999.

⁶⁵⁴ TH. WRIGHT, *The universe and the stars, being an original theory on the visible creation, founded on the laws of nature*, pp. 114-5, Charles Wetherill, Philadelphia, 1837. [«[...] com fan els planetes primaris, en una zona general o zodíac, o millor dit com fan els anells de Saturn, potser fins i tot amb anells dins d'anells, fins a un tercer o quart ordre [...], i res seria més evident que si tots els estels que veiem es moguessin en un enorme anell com els de Saturn al voltant d'un cos o punt central, llavors el fenomen que observem dels nostres estels quedaria així ben resolt. [...] No només podríem explicar així el fenomen de la Via Làctia, sinó també tots els punts nebulosos i la seva irregular disposició»].

⁶⁵⁵ *Ibidem.*, p. 76. [«En els cels també hi podem trobar molts més llocs tan lluminosos i de la mateixa naturalesa com ho són aquells que coneixem com a estels; en particular, les nebuloses»].

afirma haver estat descoberta pel mateix Halley.⁶⁵⁶ Quina és la vertadera naturalesa d'aquests objectes astronòmics, com és evident, mai queda resolt en el pensament de Wright. Però el cas sorprenent és que Wright, al final d'*An Original Theory*, deixa oberta la porta a què cadascun d'aquests punts nebulosos, «cloudy spots», sigui, comptat i debatut, un altre «univers» com ho és el nostre «univers» de la Via Làctia i que, per tant, hi hagi un nombre infinit de centres de gravitació universal, tants com «universos» hi hauria. La idea no està desenvolupada; si hom llegeix l'obra veiem que té un únic regust a suggeriment: «The visible creation is supposed to be full of siderial systems and planetary worlds, so on, in like similar manner, the endless immensity is an unlimited plenum of creations not unlike the known universe»⁶⁵⁷. I per si encara no queda massa explícita la identificació, afegeix amb seguretat: «That this in all probability may be the real case, is in some degree made evident by the many cloudy spots, just perceivable by us, as far without our starry regions, in which though visible luminous spaces, no one star or particular constituent body can possibly be distinguished; those in all likelihood may be external creation, bordering upon the known one, too remote for even our telescopes to reach»⁶⁵⁸.

Així doncs, si ens atenim exclusivament a l'aspecte astronòmic o cosmològic de les seves dissertacions, aquest model suggerit a la cloenda de la seva obra principal supera, i de molt, els models sobre l'estructura última de la realitat que desenvolupa amb més cura en el seu interior: el de l'única esfera estel·lar orbital i el de l'estructura d'anells estel·lars concèntrics en forma de disc. Podem acceptar, doncs, que Wright, malgrat la seva astúcia teòrica, viu immers en un ventall de visions que el sumeixen en una evident –però rica– confusió a l'hora de dirimir quina hauria de ser aquesta última estructura universal. Ell mateix confessa en el prefaci de l'obra les extremes dificultats que troba per dur endavant aquesta tasca: «To expect that so new an hypothesis should meet with universal approbation, would be an unpardonable vanity; [...] especially where so great a problem is attempted as the solution of the *Via Lactea* phaenomenon, which has hitherto been looked upon as an insurmountable difficulty. How the author has succeeded in this point, is a question of no great consequence; he has certainly done his best; another, no doubt, will do better, and a third perhaps, by some rational hypothesis, may perfect this theory, and reduce the whole to infallible demonstration».⁶⁵⁹ Però també és cert –i insistim, si ens atenim exclusivament als aspectes cosmològics– que el seu pensament va tenir influència suficient com per a considerar Wright un autor veritablement rellevant. Les seves construccions teòriques van rellançar la investigació del fet observacional de la Via Làctia; i els seus suggeriments sobre infinits sistemes estel·lars –fossin esfèrics o en forma de disc– van dur a considerar amb més seriositat els espais més profunds de

⁶⁵⁶ *Ibidem.*, p.81.

⁶⁵⁷ *Ibidem.*, p.143. [«El que és visible de la Creació se suposa ple de sistemes siderals i móns planetaris, i d'igual manera la infinita immensitat és il·limitadament plena de creacions que no són distintes a l'univers conegut»].

⁶⁵⁸ *Ibidem.*, p.144. [«Que aquesta podria ser molt probablement la vertadera explicació és fa evident d'alguna manera per la munió de punts nebulosos que, tot just perceptibles per a nosaltres, trobem tan lluny fora de les nostres regions estel·lars que no hi podem distingir ni un sol estel ni un sol cos ben constituït, malgrat que hi siguin visibles llocs lluminosos; molt probablement es tracta de creacions externes, en els límits de l'univers conegut, massa remotes fins i tot per als nostres telescopis»].

⁶⁵⁹ *Ibidem.*, p.13. [«Esperar que una nova hipòtesi com aquesta trobi aprovació universal seria d'una vanitat imperdonable; [...] especialment allà on es tracta un problema tan gran com és el de la solució del fenomen de la *Via Làctia*, el qual fins ara ha estat considerat d'una dificultat insuperable. Quin hagi estat l'èxit de l'autor en això és una qüestió de massa importància: ha fet tot el que ha pogut; segurament un altre ho farà millor, i fins i tot potser un tercer, seguint aquestes hipòtesis racionals, podrà perfeccionar aquesta teoria i dur l'estructura de l'univers a una demostració infal·lible»].

l'univers. És ben conegut que Immanuel Kant (1724-1804) va llegir l'obra de Wright traduïda a l'alemany l'any 1751 a la *Hamburgische Freye Urtheile*, i que en els seus pensaments sobre cosmologia sempre va assumir amb força ferma el suggeriment wrightià d'una infinita munió de sistemes estel·lars, de «vies làcties», d'«universos-illa»⁶⁶⁰, com un segle més tard, l'any 1850, batejaria Alexander von Humboldt (1769-1859). El reconeixement o homenatge de Kant envers Wright queda ben establert al prefaci de la seva obra precrítica *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* (1755) –«Història general de la naturalesa i teoria del cel»: «Herrn Wright von Durham, dessen Abhandlung ich aus den *Hamburgischen freyen Urtheilen* vom Jahr 1751 habe kennen lernen, hat mir zuerst Unlass gegeben, die Fixsterne nicht als ein ohne sichtbare Ordnung zerstreutes Gewimmel, sondern als ein System anzusehen, welches mit einem planetischen die grösste Ähnlichkeit hat, so dass, gleichwie in diesem die Planeten sich einer gemeinschaftlichen Fläche sehr nahe befinden, also auch die Fixsterne sich in ihren Lagen auf eine gewisse Fläche, die durch den ganzen Himmel muss gezogen gedacht werden, so nahe als möglich beziehen und durch ihre dichteste Häufung zu derselben denjenigen lichten Streif darstellen, welcher die Milchstrasse genannt wird»⁶⁶¹.

§ 10.4 Déu com a centre de gravitació universal

«The younger Pliny, if I remember right, somewhere says, that there is, or ought to be, a wide difference betwixt writing to a friend, and writing to the public; I have indeed pleased myself with the one, but am far from thinking myself qualified for the other»⁶⁶². Així comença Wright la tercera de les cartes d'*An Original Theory* per poder justificar la forma epistolar amb què va construir l'obra –format que, cal dir-ho, va tenir el seu èxit al llarg del segle XVIII. Cadascuna de les «cartes» les va dedicar Wright a tractar diferents aspectes d'astronomia i cosmologia. Però no s'oblida ni un instant, com a astroteòleg que va ser, d'advertir ja a la Carta Primera que l'estructura del tot còsmic no pot ser visualitzada sense la saviesa i l'omnipotència de Déu. És cert que fins ara hem fet exclusivament una anàlisi lleugera de la «seva nova teoria» a un nivell merament astronòmic; però seria una anàlisi absolutament esbiaixada si no féssim veure que tota aquesta anàlisi astronòmica –que, en efecte, és d'un interès històric inqüestionable- està del tot subordinada dins del marc d'una visió de marcat caràcter astroteològic: tots els elements de la teologia, des dels més teòrics fins als bíblicament expressats, han d'entendre's des de la mateixa estructura de l'univers.

⁶⁶⁰ Cal dir, però, que Kant sempre va considerar aquests «universos-illa» com a el·líptics, deixant de banda les visions wrightianes alternatives d'esferes estel·lars concèntriques i de discs o anells al voltant del centre gravitatori. Pierre-Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759) havia observat al telescopi que aquestes nebuloses mostraven una lleugera figura el·líptica, com va publicar a la seva obra *Discours sur les différentes figures des astres* (1742).

⁶⁶¹ I. KANT, *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels*, Vorrede, p. 3, Johann Friedrich Petersen, Königsberg u. Leipzig, 1755. [«El Sr. Wright de Durham, la tesi del qual he conegut als *Freie Urtheile* d'Hamburg de l'any 1751, m'ha dut a considerar els estels fixos, no com una munió dispersa sense ordre aparent, sinó com un sistema que guarda la més gran similitud amb un sistema planetari en què, com en aquest, els planetes es troben molt propers a un pla comú; de la mateixa manera els estels fixos també s'apropen, pel que fa a la seva posició, tant com és possible a un cert pla que ha de ser concebut com a estenent-se a través de tot el cel i que, degut a la seva acumulació sobre aquest pla, formen una banda lluminosa que anomenem Via Làctia»].

⁶⁶² TH. WRIGHT, *The universe and the stars, being an original theory on the visible creation, founded on the laws of nature*, p. 41, Charles Wetherill, Philadelphia, 1837. [«Plini el Jove, si recordo bé, diu a algun lloc que hi ha, o hi hauria d'haver, una gran diferència entre escriure a un amic i escriure per al públic; en efecte, em deleix el primer, però estic lluny de creure que estic qualificat per al segon»].

Seguint la mentalitat newtoniana i latitudinària, Wright ja adverteix al prefaci que a Déu només se'l pot conèixer vertaderament per les seves obres, «the God's works»: «the adoration of the Divine Being in his infinite creation of higher works» ve produïda necessàriament perquè:

«In a word, when we look upon the universe as a vast infinity of worlds, acted upon by an eternal agent, and crowded full of beings, all tending through their various states to a final perfection, and reflect upon the many illustrious personages, who have, from time to time, thought it a kind of duty to become observers, and consequently admirers of this stupendous sphere of primary bodies, and diligent enquirers into the general laws and principles of nature, who can avoid being filled with a kind of enthusiastic ambition [...] to contribute towards the due adoration of its great and divine Author».⁶⁶³

Tot l'esforç de Wright, doncs, per a intentar resoldre l'estructura de l'univers està amerat d'una necessitat de Déu. La infinitud de Sols i llurs sistemes planetaris no són sinó una expressió de la infinitud de Déu. Però no pas d'un Déu extern que, cofoi, contempla la seva obra, sinó d'un Déu que palpita en el propi cosmos, un Déu que «és» i «influeix» en l'espai infinit. La infinitud de l'univers i tots els seus infinits sistemes –dels quals el nostre sistema solar n'és un- no és sinó l'expressió de la pròpia infinitud de Déu: res que no sigui diví pot ésser infinit i, per tant, un univers infinit ha de ser necessàriament diví. Wright reescriu unes paraules que assigna al «panteista» John Toland en els seus comentaris a Giordano Bruno: «Omnipotence, in making the creation finite, will appear to be no less blameable for not being able, to make it otherwise; i.e. infinite agent upon a finite subject, which is repugnant to reason»⁶⁶⁴ i en dedueix a continuació que «that creation must be not only extensively, but intensively indefinite, and beyond the reach of the human understanding to comprehend»⁶⁶⁵. Que no s'oblidi de Toland i Giordano Bruno en els seus escrits no és poc irrellevant: flirteja, certament, amb les visions panteistes; i és d'aquesta forma que encararà la seva descripció astroteològica: amb la visió mística d'un univers infinit i incompreensible en què l'home és una diminuta criatura entre la totalitat de la Divinitat, una espurna poc significativa d'un foc infinit que crema eternament; i aleshores, Wright es recorda del poeta Alexander Pope (1688-1744): «Yet not to Earth's contracted span,/Thy goodness let me bound;/Or think thee Lord alone of man,/When thousand worlds are round»⁶⁶⁶.

⁶⁶³ *Ibidem.*, pp. 15-6. [«En una paraula, quan mirem l'univers com una immensa infinitat de móns accionats per un agent etern i sadoll d'éssers que tots tendeixen a la perfecció des dels seus distints estats –i meditat tot això per una gran munió d'il·lustres personatges que sovint han cregut el seu deure el fet de ser observadors, i en conseqüència admiradors, d'aquesta esbalaïdora esfera de cossos primaris, i esdevenint també investigadors diligents de les lleis i principis generals de la naturalesa; [aleshores] qui pot evitar sentir-se envaït per una mena d'ambició entusiasta [...] a contribuir a la deguda adoració del seu Autor immens i diví?»].

⁶⁶⁴ *Ibidem.*, p. 21. [«L'omnipotència, fent finita la creació, apareixeria com a censurable per no haver estat capaç de fer-la d'una altra manera; és a dir, que repugna a la raó un agent infinit sobre un subjecte finit»]. Aquestes paraules semblen una reelaboració de les paraules realment escrites per Toland: «Omnipotence in making the world finite, is not less blameable for not being willing, than for not being able to make it otherwise; and also, for being an infinite agent upon a finite subject», J. TOLAND, *An Account of Jordano Bruno's Book 'Of the infinite Universe and innumerable Worlds in five Dialogues'*, extret de *The Miscellaneous Works of Mr. John Toland*, Vol. I, p.327, Londres, 1747.

⁶⁶⁵ *Ibidem.* [«Aquesta creació no només ha de ser indefinida en extensió, sinó també intensivament, i més enllà de la comprensió de l'enteniment humà»].

⁶⁶⁶ *Ibidem.*, p. 27. A. POPE, *Universal Prayer*, 21-24.

En aquest context, d'espúries connotacions panteistes, Wright s'afanya a trobar la *localització física* de Déu en un univers que tot ell brolla i respira al voltant de la font divina. No es tracta d'una «abraçada divina» sobre tots els éssers de la realitat còsmica, com es deduïa dels escrits de Whiston, sinó d'una localització física, àdhuc ben concreta, dins l'espai infinit de sistemes, des d'on Déu hauria fet brollar tota la Creació i des d'on Déu organitza a cada instant l'harmonia de l'univers. És en aquest moment, a la Carta Novena de la seva obra, on Wright assigna el «lloc de Déu» just en el *centre comú de tota la gravitació universal*. No és que Déu habiti en aquest centre comú universal de gravitació: Déu és el centre comú universal de gravitació. És el mateix que dir que *Déu és la font de la força gravitatòria* que domina l'univers fins als paratges més llunyans de la infinitud. En pocs autors –o cap, pròpiament- podem trobar una identificació tan clara entre la persona vertadera de Déu i una localització física privilegiada en l'espai còsmic sense recórrer a paraules ambigües o confuses. No es tracta d'una antiga «anima mundi» com essent esperit diferenciat del «corpus mundi», sinó d'una «anima mundi» –que «vivifica» el món- *essent* «corpus mundi in mundo», tal com la ment d'un ésser humà opera, des del propi cos, sobre tot el cos.

I Wright se sap ben conscient de la novetat que aquesta concepció significa; en diferents llocs de l'obra reconeix obertament que és aquesta teoria seva «una nova teoria», com ara al prefaci: «But [the author] is very sensible how difficult a task it is to advance any new doctrine with success [...]. This ungrateful lesson we learn from the fate of those ingenious men, who, in ignorant times, have unjustly suffered for their superior knowledge and discoveries»⁶⁶⁷. O quan ens diu: «I presume to plan my own discoveries and conjecture into a theory, both in justice to those who have in some measure been in the same way of thinking, and also as a defence of myself for producing so new an hypothesis to the world, which otherwise may appear to too many but an idle chimera of my own»⁶⁶⁸. Tenint en compte aquests passatges i altres no menys significatius, queda clar que Wright mai va llegir a les obres de Whiston – que, com ja sabem, coneixia molt bé- que Déu hagués d'identificar-se amb el centre comú de gravitació universal; altrament, no consideraria amb tanta insistència que «la seva teoria» era del tot nova ni tindria l'atreviment de posar-se al costat, tan poc humilment, dels grans «homes enginyosos» de la història. La única justificació per a tots aquells qui assignin a Whiston aquesta «nova teoria» de Wright és el fet que el mateix Wright reconegués sempre sense embuts la influència rebuda de Whiston.

Déu com a centre comú de la gravitació universal, centre físic en l'espai còsmic que, alhora, és ànima, centre organitzador de l'univers. «We were convinced at last of this great truth, that since there was a mind in so imperfect a creature as man, the perfect universe, which comprehended all things, not possibly be without one»⁶⁶⁹. Reconeix que poques coses es poden dir de la naturalesa de Déu –o el que és el mateix, d'aquest centre comú de tota la gravitació universal-, «But what this central body really is, I shall not here presume to say»⁶⁷⁰; però a la Carta Novena, després

⁶⁶⁷ *Ibidem.*, p. 9. [«L'autor, emperò, és ben conscient de la difícil tasca d'aportar qualsevol doctrina nova amb èxit [...]. Aprenem aquesta ingrata lliçó del destí d'aquells homes enginyosos que, en temps d'ignorància, van haver de sofrir per llur coneixement i descobriments superiors»].

⁶⁶⁸ *Ibidem.*, p. 20. [«Pretenc dur a forma de teoria els meus propis descobriments i conjectures tant per justícia a aquells que, en alguna mesura, han tingut la mateixa manera de pensar, com per a la defensa de mi mateix per aportar al món una hipòtesi tan nova que, si no fos així, podria semblar a molts que no és sinó una ociosa quimera meva»].

⁶⁶⁹ *Ibidem.*, pp. 133-4. [«Al final ens vam convèncer d'aquesta gran veritat, i és que si l'home, sent com és una criatura tan imperfecta, tenia una ment, aleshores l'univers, que abastava totes les coses, no era possible que existís sense que en tingués una»].

⁶⁷⁰ *Ibidem.*, p. 137. [«Que sigui realment aquest cos central, no pretenc pas dir-ho aquí»].

d'afirmar que les regularitats de l'univers són una prova efectiva de Déu i tot insistint que el vertader coneixement de Déu només pot dur-se a terme observant amb atenció les seves obres, Wright introdueix tot un seguit d'expressions que enalteixen el centre de gravitació universal que és la figura divina: «the general centre of the whole» que, en aquest cas, per «general», ateny a un únic centre universal; «the to-all extending eye of Providence within the sphere of its activity», centre des d'on emana amb els seus «raigs» la força divina que estructura el món fins a la infinitud; «the centre of infinity»; «the divine presence», que subratlla el fet prou rellevant que Déu és una «presència efectiva» a l'univers; «some corporeal agent», que identifica Déu amb un ésser significativament corpori –i no només una ambigua «anima mundi», ni tampoc una «abraçada còsmica» a l'estil eteri de Whiston- que actua a distància sobre tots els éssers; «the origin of the natural laws», que indica que aquest centre no només dóna força i vivifica en harmonia el cosmos, sinó que n'és, a més, el seu propi origen. Molts d'aquests conceptes apareixen en un ric passatge que sobresurt a la Carta Novena:

«Having, I say, once granted that all the stars may move round one common centre, I think it is very natural to one, who loves to pursue nature as far as we may, to enquire what most likely may be in that centre; for since we must allow it to be far superior to any other point of situation in the known universe, it is highly probable, there may be some one body of siderial or earthy substance seated there, where the divine presence, or some corporeal agent, full of all virtues and perfections, more immediately presides over his own creation. And here this primary agent of the omnipotent and eternal Being, may sit enthroned, as in the *primum mobile* of nature, acting in concert with the eternal will».⁶⁷¹

És molt sorprenent. Hom pot fer una lectura literal –que no ha de ser, de cap de les maneres, l'errònia en el cap de Wright- i imaginar-se com a centre comú de la gravitació universal un cos sòlid, de caràcter tel·lúric, on Déu roman assegut en el seu tron, dirigint l'orquestra de l'univers. Hom pot fer també una lectura més inquieta i grollerament panteista i imaginar aquest cos sòlid i tel·lúric com a animat per la presència de Déu –o, simplement, Déu fet o essent la matèria central de l'univers. El que és clar és que Wright proposa, sense assegurar-ho, que, malgrat la dificultat que confessava per saber «què era realment aquest centre», el descriu com compost d'una «substància sideral o terrenal». Bé, a fe de les seves paraules, ningú pot afirmar que Wright hagi desenvolupat una visió de Déu de caràcter transcendentalista. Fem la interpretació que fem, el cert és que ell assigna a aquest centre comú de gravitació, de manera més o menys reiterada, el lloc del «throne of God», el «tron de Déu». A les anotacions suplementàries que Constantine S. Rafinesque (1783-1849) fa a l'edició americana de 1837 a mode de resum hi afirma amb rellevància: «Here the worthy author introduces a *primum mobile* (first moving power) as the focus or centre of gravitation and creation, a primitive paternal fountain of life and grace, the Throne of God, where He the Father of all is enshrined in ineffable glory and love. [...] Around this throne are scattered in regular but varied spherical order, the various concentric

⁶⁷¹ *Ibidem.*, p. 9. [«Com dic, després de donar per fet que tots els estels es mouen al voltant d'un centre comú, crec que és molt natural per a qui estima conèixer la naturalesa tan com es pugui preguntar-se què és el més probable que hi hagi en aquest centre; i atès que hem de considerar [aquest punt] molt superior a qualsevol altre punt a l'univers conegut, és altament probable que hi hagi emplaçat allí algun cos de substància sideral o terrenal on la presència divina, o algun agent corpori, ple de totes les virtuts i perfeccions, presideixi amb immediatesa tota la seva pròpia creació. I aquí, aquest agent primari de l'Ésser omnipotent i etern ha de ser-hi entronitzat com el *primum mobile* de la naturalesa, tot actuant conjuntament amb la voluntat eterna»].

systems of sidereal worlds, galaxies of starry suns, and as many Heavens innumerable seats of bliss and beatitude for all the beings, deserving this fate and reward»⁶⁷². Un tron de Déu designat com a «*primum mobile*», en terminologia aristotèlica, clàssica i escolàstica, un «primer inici de totes les coses», una «primera causa», una primera causa que efectivament és alhora incausada, que no té causa, i un ésser que causa per primer cop totes les coses –o crea «*ex nihilo*»- i, tanmateix, existeix sense haver estat causat per una entitat anterior ha de ser necessàriament etern, immutable i infinit.

No hem de suposar pas que Wright fos totalment aliè al «problema del col·lapse gravitatori»: n'era ben conscient després d'haver conegut el controvertit problema tot llegint Whiston: «It may well have been from *Astronomical Principles* that Wright first met the problem posed by universal gravitation to those who believed the system of stars to be finite, that if this system is finite the stars will be in danger of collapsing into their common centre»⁶⁷³. Que tots els estels i sistemes de l'univers orbitin al voltant d'un centre comú de gravitació universal, en la visió cosmològica de l'època, soluciona el que es considera «el problema del col·lapse gravitatori». Des del moment que sir Halley va poder provar que els estels patien desplaçaments que podríem prendre per orbitals sobre un centre gravitatori –i en conseqüència, hom ja podia començar a argüir plantejaments de què podria ser la Via Làctia-, es podria explicar per què tots els sistemes no col·lapsen violentament sobre un punt que fos centre de totes les forces gravitatòries. Si els planetes del sistema solar no col·lapsen sobre el Sol quan duen a ser efectives les lleis naturals de la física, per què hauria de col·lapsar tota la munió de sistemes estel·lars sobre el seu centre comú de gravitació universal si segueixen, en efecte, les mateixes lleis naturals de la gravitació? És cert que ja trobem en Newton el plantejament que els planetes poden seguir la regularitat de les lleis naturals de la física perquè Déu els hauria situat en la millor disposició possible per a fer-ho. Però d'igual manera, diria Wright, no podrien l'esfera universal sadolla de sistemes o un disc d'estels –que, des de la nostra perspectiva, ambdós models permetrien figurar-nos la Via Làctia- mantenir el seu equilibri i no col·lapsar seguint les lleis de la física perquè Déu, en el seu tron, «*the throne of God*», ajusta en la seva absoluta saviesa les posicions de tota la infinitud d'estels? Aquestes visions –que repugnarien a Descartes i a Leibniz- permetrien que les lleis de la mecànica no siguin intervingudes, sinó simplement només vàlides després dels ajustaments previs que «la presència divina», l'antic «*primum mobile*», hagués efectuat des del centre de l'univers, sigui finit o no. Wright imagina uns «raigs» divins que, com si fossin un èter, impregnarien d'ordre tot el cosmos.

Les intencions astroteològiques de Wright no s'esgoten pas amb els components cosmològic i teològic: introdueixen, sorprenentment de nou, un component «moral». Si ens atenim al model inicial de Wright que ja exposa a les seves xerrades de 1734 –el model esfèric amb un punt central comú on se situa el tron de Déu, i des d'on Déu dóna forma a tot l'univers- veiem que, efectivament, la totalitat del cosmos es pot ben dividir en tres estrats psicològicament molt ben diferenciats: el «lloc» de la felicitat,

⁶⁷² C.S. RAFINESQUE, *Notes a Ibidem.*, p. 154. [«Aquí, el lloable autor introdueix un *primum mobile* (poder del primer moviment) com a focus o centre de gravitació i creació, una primitiva font paterna de vida i gràcia, el Tron de Déu, on Ell Pare de totes les coses hi és situat en la seva inefable glòria i amor. [...] Al voltant d'aquest Tron hi són espargits, en un ordre regular i esfèricament variat, els distints sistemes concèntrics de móns siderals, galàxies de sols estel·lars i molts més Cels in comptables que són llocs de felicitat i beatitud per a tots els éssers que esperen el seu fat i el seu premi»].

⁶⁷³ M. HOSKIN, *Stellar Astronomy*, p. 102, Science History Publications Ltd., Cambridge, 1982. [«És ben possible que fos als *Astronomical Principles* on Wright trobés per primer cop el problema que posava sobre la taula la gravitació universal per a aquells que creien que el sistema dels estels fos finit: que si el sistema fos finit hi hauria el perill que els estels col·lapsessin cap al seu centre comú»].

la glòria, la llum, l'eternitat i la gràcia divines –les regions de l'univers que es troben al tron de Déu, just al bell mig de totes les coses; el «lloc» de la mundanitat en què es troben els éssers mortals sotmesos a les lleis de la naturalesa –on es troben tots els sistemes estel·lars i, particularment, en un d'ells, l'ésser humà; i el «lloc» de la foscor, de la tenebra i la condemna eterna –la situació del qual mai queda del tot establert si cau en regions buides i fosques més enllà dels sistemes o fora mateix de la pròpia esfera de la realitat còsmica. En uns documents que s'han trobat recentment, Wright assegura que: «A section of the universe [...] comprehending first the Paradise of immortal spirits in there several degrees of glory, surrounding the Sacred Throne of Omnipotence. Secondly, the gulf of time or region of mortality, in which all sensible beings such as the planetary bodies are imagined to circumsolve in all manner of direction round the Divine Presence, or the eternal Eye of Providence. Thirdly, the shades of darkness and despair supposed to be the desolate regions of damn»⁶⁷⁴. És així com Hoskin ho resumeix amb més claredat: «The Sacred Throne is the centre of a sphere within which is the region of philisity or heaven; outside this sphere, but within a larger concentric sphere, is the region of probation, a spherical shell in which the Sun and myriads of other stars with their attendant planets and comets orbit about the Sacred Throne; while beyond and outside the larger sphere lies the region of punishment, the outer darkness of hell»⁶⁷⁵.

Ja hem vist anteriorment que Whiston, àdhuc apel·lant a passatges bíblics, identificava l'infern, precisament el «lloc» de la condemna, a les regions més fosques, tenebroses i allunyades del nostre sistema solar, més concretament a la superfície dels cometes, que, per tenir una òrbita tan excèntrica, castigava els condemnats a la més absoluta soledat i a la tortura del foc quan el cometa assolía el seu periheli i a la de la congelació quan assolía el seu afeli. De manera similar, en els documents de 1734, Wright continua situant la regió infernal en la tenebra que existeix més enllà dels sistemes estel·lars, en la més absoluta llunyania respecte al tron que Déu ocupa en el centre de l'univers: «Si el fallecido había pecado y no se había arrepentido en vida, se vería expulsado de la región luminosa, eso es, fuera de la esfera de las estrellas, y arrojado a la oscuridad de los infiernos, por donde vagaría durante toda la eternidad»⁶⁷⁶. En Whiston, tanmateix, aquest havia estat un missatge terrible: perquè l'infern no se suposava ara una entitat metafísica que, malgrat configurar-se com un espai de tortura i dolor eterns, al creient se li feia difícil d'imaginar, de «preveure» i de «pre-viure»; ara l'infern se situava en el mateix món físic, concretament en un món físic i natural del que en coneixem les adversitats i la seva duresa per la força dels elements. I l'infern, doncs, se situava en les més extremes d'aquestes condicions, en els cometes excèntrics, on la vida seria insuportable. Però, en canvi, en Wright,

⁶⁷⁴ TH. WRIGHT, *The elements of existence or a theory of the universe*, pp. 2-3, 1734. [«Primer, una secció de l'univers comprèn el paradís dels esperit immortals en diferents graus de glòria, ben a prop del tron sagrat de l'Omnipotència. En segon lloc, l'abisme del temps o la regió de la mortalitat, on tots els éssers materials com són els cossos planetaris, es conceben orbitant en tota mena de direccions al voltant de la Divina Presència o l'etern Ull de la Providència. En tercer lloc, les ombres de la foscor i de la desesperació que se suposen que són les desolades regions de la condemna»].

⁶⁷⁵ M. HOSKIN, *Stellar Astronomy*, p. 103, Science History Publications Ltd., Cambridge, 1982. [«El tron sagrat és el centre d'una d'esfera dins de la qual s'hi troba la regió de la bonaventura, o el Cel; fora d'aquesta esfera –però dins d'una esfera concèntrica més extensa- hi ha la regió en què Déu vigila els nostres actes, una conquilla esfèrica on el Sol i miríades d'altres estels amb llurs planetes associats orbiten al voltant del tron sagrat; mentre que més enllà i fora de l'esfera extensa s'hi troba la regió de la condemna, la foscor externa de l'infern»].

⁶⁷⁶ A. RIOJA/J. ORDÓÑEZ, *Teorías del Universo, Vol. III. De Newton a Hubble*, cap. 3.3.2, p. 139, Ed. Síntesis, 1999.

l'infern o l'espai d'angoixa eterna és més aviat definit «per negationem»: a l'ànima del condemnat se la priva després de la mort de dirigir-se cap al lloc «bo» físicament i moral de l'univers, el seu centre, on regna la glòria, la felicitat, el benestar i la bellesa que emanen del tron de Déu. A l'ànima del condemnat, «per negationem» doncs, se li reserva un espai *fora* de l'entrellat de l'univers, a la buidor, se l'aparta del mecanisme universal, que és com condemnar-lo al «no-res». Potser no és el dolor ni la tortura el càstig, sinó simplement la privació de la felicitat eterna. Per tant, l'ànima dels éssers humans –i de qualsevol ésser anímic que pugui existir– és, per naturalesa, d'una banda immortal, i de l'altra immaterial. Després de la mort física en l'univers de la vida mortal, «the universe of probation» que és sadoll de sistemes estel·lars, aquesta ànima serà jutjada i destinada a un estat etern. Aquest «viatge» al seu destí etern és d'una naturalesa que no és comprensible a l'ésser humà; però en tot cas, no és un viatge a través de l'espai pròpiament: «I think it naturally follows, that had we no other way to prove it, or any other reason to believe it, that the soul must of necessity be immaterial; [...] in a state only of transmigration, we may well imagine, that change of place is not effected this way, but by some other virtue or property, more immediate, if not instantaneous. [...] if we allow the soul to be immaterial, it no longer has any thing to do with space, but as operating by reflection only, or the faculty of thinking: it may be like the imagination where it pleases in a moment».⁶⁷⁷

I així, les ànimes tendeixen per naturalesa al lloc «bo» de l'univers, el centre universal, el tron de Déu, mentre que les pervertides i malvades, com hem vist seran totes condemnades a la buidor del no-res, «beyond and outside» de la creació. No només hi ha en Wright una gravitació física: també hi ha una «gravitació moral». Tots els éssers anímics, sent suposadament l'ésser humà l'únic que coneixem, viuen la seva animació «orbitant» al voltant del tron de Déu. Tots els éssers anímics, si no es perverteixen, imiten i lloen per «gravitació moral» la bondat i saviesa divines, i per tant, tendeixen a voler de bon grat «traslladar-se» anímicament al centre universal de gravitació on habita la Divinitat. I així haurà de ser: les ànimes que hagin actuat tot imitant la bona moral que emana del regne de Déu seran traslladades «by some other virtue or property» a l'esfera de la perfecció que és al centre de tot l'univers.

«We justly may imagine that primogénial globe or sphere of all perfections, subject to extremes of neither cold nor heat, of eternal temperance and duration. Here we may not irrationally suppose the virtues of the meritorious are at last rewarded and received into the full possession of every happiness, and to perfect joy. The final and immortal state ordained for such human beings, as have passed this vortex of probation through all the degrees of human nature with the supleme applause».⁶⁷⁸

⁶⁷⁷ TH. WRIGHT, *The universe and the stars, being an original theory on the visible creation, founded on the laws of nature*, pp. 141-2, Charles Wetherill, Philadelphia, 1837. [«Crec que d'això se'n segueix per naturalesa, no tenint cap altra manera de provar-ho ni cap altra raó per creure-ho, que l'ànima ha de ser necessàriament immaterial; [...] hem d'imaginar, només en un estat de transmigració, que el canvi de lloc no s'efectua d'aquesta manera sinó per alguna altra virtut o propietat més immediata, sinó instantània. [...] Si entenem, doncs, que l'ànima és immaterial, aleshores ja no té res a veure amb l'espai, sinó operant només per reflexió, o per la facultat de pensar: pot ben ser com la imaginació quan ens complau en un moment»].

⁶⁷⁸ *Ibidem.*, p. 139. [«Hem d'imaginar raonablement aquest globus o esfera primigènica de totes les perfeccions com subjecte a temperatures que no són ni fredes ni caloroses, en un estat de templança i duració eternes. No és irracional que suposem aquí que les virtuts dels que han fet mèrits siguin premiades al final i rebien la plena possessió de la felicitat i la joia extrema. És l'estat final i immortal reservat per a aquells éssers humans que han passat, en tots els graus propis de la naturalesa humana, el vòrtex de l'estat de provatura amb un reconeixement suprem»].

Rafinesque, implicat prologuista i comentador de l'edició americana, titlla de «true religion», «vertadera religió», aquesta visió wrightiana d'un univers diví, dirigit per un cos central diví, ordenat per una gravitació divina, en què les ànimes humanes tenen, a priori, un destí diví en forma angèlica: «Is not this true religion? The religion of God and his Angels, instead our paltry contending terrestrial sects. Yes, it is the religion of God revealed in his works, in those invisible heavens of bliss, which our souls crave for and will attain in due time, it is the religion of his Angels, the belief of the immortal beings that swim or soar in solar or divine etherial light, and dwell in heavenly worlds of bliss»⁶⁷⁹. I també insisteix que aquest és un univers màgic, de bellesa suprema, d'un ordre beatífic perquè Déu és la força última que l'organitza des del seu centre privilegiat, des d'on n'emana la força gravitatòria que tot ho ajusta: «The attempted description of some of these worlds and paradises, suns and heavens is sublime and enchanting, Although our words and conceptions must be faint and inadequate to express the beauty, loveliness, happiness and bliss of these realms of divine light, yet we are led to conceive of every possible variety of form and attraction in these celestial mansions prepared for angels and worthy men»⁶⁸⁰.

No es gratuït que Rafinesque parli en plural de móns, paradisos, sols i cels. Com ja hem establert anteriorment, cap a la cloenda de la Carta Novena es confirma l'evolució del pensament de Wright i apunta que l'univers infinit podria estar format d'infinites sistemes –en lloc de tractar-se d'un únic sistema amb un únic centre comú de gravitació universal. En aquest cas, cadascun dels sistemes –que probablement serien tots de forma esfèrica i que des de la Terra identificaríem com a nebuloses– tindrien un particular tron de Déu del que emanaria la capacitat gravitatòria per a equilibrar el sistema. La concepció, doncs, exigeix que Déu sigui múltiple fins a la infinitud i sigui participat a tots els punts de l'univers. Déu ocuparia una infinitud de centres gravitatoris en una perfecta harmonia i un ordre de bellesa insuperable: «But not satisfied with this holy picture [...] has even surmised that there may be many such thrones of God, many such centers of his paternal power and care, surrounded by diversified systems of concentric galaxies, and emanations of power»⁶⁸¹. En un dels seus coneguts dibuixos integrats a la seva obra, Wright hi representa un univers uniforme a totes bandes i suposadament infinit, sadoll de sistemes esfèrics al bell mig dels quals, en el seu regne celestial, hi dibuixa l'ull de la Providència. No obstant això, aquest model que només esbossa al final del llibre i que queda ben obert, presenta més dificultats a l'hora d'interpretar el destí final de les ànimes perverses, atès que –a diferència del model d'un univers finit en una única esfera– no pot oferir un «espai» fora de l'univers, en la foscor i el no-res, on l'esperit condemnat vagaria eternament. I això, es vulgui o no, comportava un desequilibri en l'ordre teològic i moral.

⁶⁷⁹ C.S. RAFINESQUE, *Notes a Ibidem.*, p. 155. [«No és aquesta la vertadera religió? La religió de Déu i els seus Àngels, en lloc de les nostres miserables sectes terrenals que sempre es barallen. Sí, és la religió de Déu revelat en les seves obres, en tots aquells cels invisibles de benaurança que les nostres ànimes anhelan i que assoliran a la deguda hora; és la religió del seus Àngels, la creença en éssers immortals que neden o suren en l'etèria llum solar o divina, i que habiten móns celestials de glòria»].

⁶⁸⁰ *Ibidem.*, pp. 154-5. [«La descripció que es procura d'alguns d'aquests móns i paradisos, sols i cels, és sublim i màgica. Malgrat que les nostres paraules i concepcions no poden ser sinó inadequades i simples per a expressar la bellesa, l'encant, la felicitat i la benaurança d'aquests reialmes de la llum divina, podem tanmateix arribar a concebre tota la possible varietat de formes i atraccions d'aquestes mansions celestials preparades per als àngels i els homes de profit»].

⁶⁸¹ *Ibidem.*, p. 155. [«Però encara no satisfet amb aquest sagrada imatge [...] suposa fins i tot que pot haver-hi moltíssims trons de Déu d'aquesta mena, moltíssims centres del seu poder i cura paternal, rodejats per distints sistemes de galàxies concèntriques i de fluxos del seu poder»].

La intenció moral d'aquestes representacions era, doncs, molt fefaent. Pel que sabem, les conferències divulgatives que Wright impartia pretenien crear un estat d'ànim en el públic que provoqués un fort impacte espiritual. Wright acompanyava les seves dissertacions de tota una munió de dibuixos i imatges que servien per a la presa de consciència dels assistents que els seus actes en vida tenien un sentit en el funcionament del propi univers. Així informa Hoskin: «Wright's immediate purpose in the lecture is to impress his audience with the long-term advantages of a moral life, and to force his argument home he shows his listeners their present location in the region of probation»⁶⁸². L'oient havia d'entendre, d'una banda, que Déu no era un ésser exclusivament transcendent sinó que, en la seva immanència, organitzava tot el món físic visible com també aquell que és invisible als humans; i de l'altra, que la pròpia estructura de l'univers estava dissenyada amb la finalitat d'un destí salvífic o condemnatori. Que l'ànima és immortal i que emprèn un viatge «post mortem» podia deduir-se del disseny perfecte que Déu havia donat a l'univers; que l'obra de Déu no era simplement un món físic i habitable com hauria pogut ser un altre qualsevol que la ment divina hagués pogut dissenyar, sinó que l'univers és com se'ns mostra perquè s'adapti plenament a la última de les intencions divines: el retorn o l'expulsió de les ànimes respecte al regne de Déu. Wright és molt clar a la Carta Primera quan afirma que, per sobre de totes les coses, la seva intenció és fer veure els homes que hi ha uns deures que duen al nostre propi benefici: «act justly, live cheerfully, and die full of hope in the expectation of a happy sequel, in futurity»⁶⁸³.

⁶⁸² M. HOSKIN, *Stellar Astronomy*, p. 103, Science History Publications Ltd., Cambridge, 1982. [«A la seva conferència, Wright tenia com a propòsit immediat impressionar l'audiència amb els avantatges a llarg termini d'una vida moral; i per tal de fer-la entrar en raó amb els seus arguments mostrava als oients quina era llur situació present a la regió en què es prova la nostra conducta»].

⁶⁸³ TH. WRIGHT, *The universe and the stars, being an original theory on the visible creation, founded on the laws of nature*, p. 18, Charles Wetherill, Philadelphia, 1837. [«Actuar justament, viure amb alegria, i morir plens d'esperança amb l'expectativa d'un desenllaç feliç en el futur»].

EPÍLEG

CONCLUSIONS: LA BRÚIXOLA DE NEWTON

Devotion! Daughter of Astronomy!
An undevout astronomer is mad.

EDWARD YOUNG (1683-1765)

La comprovació de les hipòtesis és el punt més rellevant del mètode científic que defineix formalment el quefer científic. Aquest és, precisament, el llegat inequívoc que instaura el naixement de la ciència moderna –de qualsevol «ciència normal», en termes kuhnians. Un mètode científic estricte que Isaac Asimov deixa ben establert: «Well, one can describe an ideal version of the method: 1. Recognize that a problem exists –as, for instance, the question of why objects move as they do, speeding up under some conditions, slowing down under others. 2. Sort out and discard the nonessential aspects of the problem. For instance, the smell of an object plays no part in its motion. 3. Gather all the data you can find that bears on the problem. In ancient and medieval times, this merely meant the keen observation of nature as it existed. In early modern times, the notion arose that nature could be helped out. One could deliberately design a situation in which objects would be made to behave in such a way as to yield data bearing on the problem. One could deliberately roll balls down inclined planes, varying the size of the balls, the nature of their surface, the inclination of the plane and so on. Such deliberately-designed situations are experiments and the role of experiment is so central to modern science that it is sometimes spoken of as «experimental science» to distinguish it from the science of the ancient Greeks. 4. With all the data gathered, work up some tentative generalization that describes it all as simply as possible –some short statement or some mathematical relationship. This is an hypothesis. 5. With the hypothesis in hand, you can predict the results of experiments you had not thought to try earlier. Try them and see whether the hypothesis holds up. 6. If the experiments work as expected, the hypothesis is strengthened and may attain the status of theory or even natural law»⁶⁸⁴. Tot aquell possible coneixement obtingut mitjançant aquest mètode

⁶⁸⁴ I. ASIMOV, *What is the scientific method?*, p. 86, Science Digest Inc., Vol. 63, 1968. [«Bé, es pot descriure una versió ideal del mètode: 1. Reconèixer que un problema existeix –com, per exemple, la qüestió de per què els objectes es mouen com ho fan, accelerant sota certes condicions, frenant en d'altres. 2. Separar i descartar els aspectes no essencials del problema. Per exemple, l'olor d'un objecte no juga cap paper en el seu moviment. 3. Recollir tota la informació que es pugui trobar relacionada amb el problema. A l'època antiga i medieval, això volia dir simplement l'observació profunda de la natura tal com era. Als principis de l'època moderna va sorgir la idea que la natura podia ser-hi ajudada. Hom podia deliberadament dissenyar una situació en la qual els objectes es comportessin de tal manera que donessin dades relacionades amb el problema. Hom podia deliberadament deixar rodar boles cap avall d'un pla inclinat, variant la mida de les boles, la naturalesa de la seva superfície, la inclinació del pla, etcètera. Aquestes situacions dissenyades deliberadament són experiments, i el paper de l'experiment és tan central a la ciència moderna que algunes vegades es parla de «ciència experimental» per distingir-la de la ciència dels grecs antics. 4. Elaborar, amb totes les dades reunides,

pot considerar-se «coneixement científic». Altrament, tot teòric saber que s'hagi obtingut mitjançant un altre camí que no sigui aquest mètode esmentat no pot considerar-se coneixement científic: formarà part d'allò que es vulgui, però no podrà incloure's en la «ciència normal». Se'ns permeti una llicència metafòrica: aquest mètode és el nord al que assenyala la brúixola de la ciència moderna.

Se suposa, doncs, que aquell a qui hom hagi de considerar «el pare de la ciència moderna» hauria d'haver estat el primer en vigilar el procediment científic per a què es complissin tots els passos que imposa aquest mètode. Tots hem escoltat alguna vegada que René Descartes pot ser vist com «el pare de la Modernitat» –tant per les seves reflexions filosòfiques com pel seu ideari científic. Tots també hem escoltat alguna vegada que Isaac Newton, més concretament, pot ser ben titllat de «pare de la ciència moderna». El mateix Asimov ret un inigualable homenatge a Newton quan diu: «If the question were “Who was the second greatest scientist?”, it would be impossible to answer. There are at least a dozen men who, in my opinion, could make a claim to second place. [...] But since the question is, “Who is the *greatest*?”, there is no problem. I feel that most historians of science would declare at once that Isaac Newton was the greatest scientific mind the world has ever seen»⁶⁸⁵. Si això és així, cosa que podem compartir *parcialment*, Newton hauria d'haver estat el primer gran garant del mètode científic que estableix la ciència moderna. En realitat, aquesta era la seva gran pretensió: almenys en públic, com bé hem après de l'Escolí General, no s'està de declarar que «hypotheses non fingo», arxiconegut aforisme que pretén posar límits a l'activitat científica, en el sentit que el quefer científic no pot desenvolupar-se mitjançant asseveracions que no poden ser comprovades pels fets.

Calia emperò, en aquesta obra i com a primer objectiu, endegar la tasca acurada d'inspeccionar quin ha estat, *realment*, el llegat de l'enorme ment científica que, en efecte, va ser la de Newton. Sospitàvem que la visió més espontània al respecte duu a la quimera que, amb els *Principia* de Newton, va encetar-se tot un fil de «vertadera ciència» que implacable s'estén fins a la contemporaneïtat. Amb un afany poc rigorós, si encunyem el terme «vertadera ciència» és per referir-nos al quefer científic en tota la seva nuesa, sense intoxicacions o contaminacions d'altres parcel·les del saber; és per referir-nos a l'activitat científica assumint tan sols els principis que la determinen en la contemporaneïtat: acurada observació dels fets, discriminació dels aspectes que no són essencials en allò que preguntem als fets, recollida intensa de dades sobre els fets, formulació d'hipòtesis que expliquin els fets observats, predicció de possibles observacions a partir de les hipòtesis, vehement comprovació de les hipòtesis tot observant el comportament de la naturalesa o mitjançant experiments, juntament amb l'ajuda, tot plegat, de les inferències lògiques i la matematització. Aquesta «vertadera ciència», doncs, hauria d'excloure tant «de iure» com «de facto» en el seu desenvolupament arguments metafísics, pretensions de caràcter teològic, costums mitificats o suposicions admeses com a indiscutibles epistemològicament.

alguna generalització provisional que les descrigui de la manera més simple possible –algun enunciat curt o alguna relació matemàtica. Això és una hipòtesi. 5. Amb la hipòtesi a la mà, es poden predir els resultats d'experiments que no s'hagi pensat a fer abans. Es proven i es veu si la hipòtesi és vàlida. 6. Si els experiments funcionen tal com s'esperava, la hipòtesi és reforçada i pot adquirir l'estament de teoria o fins i tot de llei natural»].

⁶⁸⁵ I. ASIMOV, *Who, in your opinion, was the greatest scientist who ever lived?*, p. 86, Science Digest Inc., Vol. 64, 1968. [«Si la pregunta fos “Qui ha estat el segon científic més gran” seria impossible de respondre. Com a mínim hi ha una dotzena d'homes que, segons la meua opinió, tindrien el dret del segon lloc. [...] Però com que la pregunta és “Qui és el més gran?” no hi ha problema. Crec que la majoria d'historiadors de la ciència declararien que Isaac Newton ha estat la ment científica més gran que el món hagi vist mai»].

Seria, tanmateix, d'una candidesa molt notable i de ben poca vàlua intel·lectual haver pretès demostrar que Newton no hauria de ser considerat «pare de la ciència moderna» perquè no escenifica les condicions que exigeix una «vertadera ciència» *en la mesura que* la seva activitat científica va estar sempre envoltada de preocupacions teològiques i metafísiques. És evident que Newton va ser un home de la seva època i que posseïa unes motivacions teològiques molt punyents. No ha estat pas aquest el fet que aquesta obra intentava demostrar: comptant simplement les paraules que sir Isaac va dedicar a afers teològics –que van superar en molt les que va dedicar a afers científics- hauria estat suficient. I per suposat, si haguéssim d'avaluar Newton seguint aquest criteri, Asimov i «la majoria d'historiadors de la ciència» podrien ser ben censurats si afirmessin que Newton va ser el més gran dels científics. Si *parcialment* compartim que Isaac Newton va ser el més gran de tots els científics és perquè, en efecte, ell va ser el primer en ésser capaç d'observar la naturalesa sense hipoteques ideològiques, d'emprar els estris matemàtics com ningú havia fet mai abans, de no acceptar, en general, com a vertaderes meres hipòtesis si no es podien comprovar en els fets; i sobretot, perquè la seva intuïció científica i la seva capacitat per abandonar vells dogmes científics, innovar, relacionar i «des-cobrir allò que està cobert» eren d'una potència que podem titllar de fora mida. Quan ens enfrontem a la ment de Newton, ressonen amb brillantor les paraules que va pronunciar una vegada Max Born (1882-1970): «Science is not formal logic. It needs the free play of the mind in as great a degree as any other creative art. It is true that this is a gift which can hardly be taught, but its growth can be encouraged in those who already possess it»⁶⁸⁶.

Malgrat aquestes consideracions poc discutibles, creiem haver demostrat, però, que Newton mai va ser pròpiament un «modern». Si fins ara hem subratllat que podíem compartir *parcialment* que Newton podria ser considerat «pare de la ciència moderna» és perquè, indubtablement, per una banda va establir gairebé tot el gran gruix dels fonaments instrumentals dels principis matemàtics que duen fins a la contemporaneïtat i, per altra banda, va modelar els procediments i la sagacitat que han de definir el científic modern. Però, no obstant això, Newton va ser un home que va viure en una mentalitat preil·lustrada, esculpint d'una pedra antiga, tenallat per concepcions mítiques i místiques. Potser fins aquí no som excessivament originals: de Keynes ja havíem après, de fet, que Newton no va ser «el primer de l'Edat de la Raó», sinó que fou «l'últim dels mags, l'últim dels babilonis i dels sumeris». No només per les seves conviccions alquímiques, sinó també perquè el seu horitzó teològic va més enrere dels horitzons teològics que podrien ser considerats «usuals» a la seva època, al seu moment. És evident que l'antitrinitarisme de Newton el desplaça de la més ortodoxa tradició cristiana, i en aquest sentit, tampoc hem fet cap gran descobriment. Però és que no es tracta tan sols d'un mer antitrinitarisme contestatari: la seva pròpia concepció de la Divinitat el duu a posicions establertes clarament fora dels marges de la normalitat religiosa del seu temps; la seva concepció de la Divinitat el trasllada a paratges no només poc comuns, sinó a paratges que l'obligaren a una esquizofrènia intel·lectual clarament latent.

Un dels objectius principals d'aquesta obra, per tant, ha estat poder justificar aquestes afirmacions malgrat les inevitables fissures a què ens sotmet l'irremeiable pas del temps. I hem descobert que *el fil –o el filó- que Newton enceta de manera espectacular amb els seus Principia no és pas el fil que, pacientment, arriba fins a la nostra contemporaneïtat*. Això pot sorprendre el lector: si ens atenim a l'avenç que

⁶⁸⁶ M. BORN. [«La ciència no és lògica formal. Necessita dels lliures jocs de la ment en un grau tan elevat com qualsevol altre art creatiu. És cert que aquest és un do que gairebé no pot ser ensenyat, però es pot estimular el seu desenvolupament en aquells que ja el posseeixen»].

van suposar els *Principia*, pocs podríem dubtar que el conglomerat matemàtic que hi proposa, que les relacions entre física terrestre i celeste que el configuren i que el més gran descobriment en física de tots els temps com és la llei de gravitació universal, són el llegat més imprescindible de la ciència moderna. Pocs podrien dubtar que el fil que du d'aquest llegat als nostres temps és el fonament de tota la física clàssica. I vet aquí, que també ho hem de compartir. Tanmateix, la tasca de Newton en vida no va seguir el fil a què inexorablement havien de dur les conseqüències que es derivaven de la seva pròpia física. Si emprem un llenguatge massa descarnat, podríem dir que Newton va perdre l'oportunitat de fer els més grans avenços en astronomia i cosmologia quan, de fet, la seva obra li posava directament a la mà. Després d'haver descobert quines són les proporcions que dirigeixen el miraculós fenomen de la gravitació, Newton no va saber prendre el camí que havia de menar a una millor comprensió de l'univers. Les seves arcaïques conviccions teològiques el van apartar de la «ciència normal», i les consideracions cosmològiques en què es va veure immers ja no van tenir un caràcter «científic», sinó teològic. La ironia eterna que sura pel cosmos va fer que un home profundament religiós, esculpit, com dèiem, de la més antiga pedra, fos un visionari en el nou ordre físic i matemàtic del món. Però, atès que els dons intel·lectuals molt poc sovint tenen la força per intimidar, alleugerir o fins i tot esvaïr les passions més punyents i les emocions més íntimes, a Newton se li va esquinçar la brúixola i no va ser capaç de veure el nord de la ciència moderna.

El fil de la ciència moderna va seguir un camí, lent, però ferm. Un camí aquest – irònicament aferrissat a tots els estris físics i matemàtics dels *Principia* – que duia inexorablement als materialistes il·lustrats. El camí que va emprendre Newton, però, era una desviació que hauria d'acabar en una via morta: l'«astroteologia». L'enorme potència de la figura de Newton i la grandesa de la seva tasca i de la seva ment van ser, com no podia ser d'altra manera, font d'inspiració per a molts per a resseguir el camí de la «ciència normal». Altres, emperò, no només van inspirar-s'hi sinó que van esdevenir autèntics acòlits, admiradors públics, altaveus poderosos que també van sentir la seducció de les mateixes idees teològiques de Newton. Podem dir que amb tota seguretat, van completar moltes de les aspiracions de Newton i van oferir tot un camí de pensaments destinats a conjugar les conseqüències dels coneixements dels *Principia* amb una descripció divina de l'univers: van prioritzar els afers teològics i hi van subordinar els sabers astronòmic i cosmològic. Fixem-nos quina declaració de principis tan lacònica i significativa ens deixa el poeta Edward Young (1683-1765): «Devotion! Daughter of Astronomy! An undevout astronomer is mad»⁶⁸⁷. El mateix Wright sembla que es disculpi, potser avergonyit, de no emprar ni tan sols llenguatge matemàtic: «But it is now high time to look back upon my theory, and tell you it is a vain supposition, to imagine I shall ever be able to convince every reader, either of the truth or probability of what I have advanced to you: mathematical assistance not being to be expected, where perhaps it has never been thought of»⁶⁸⁸. Això sí, no li manquen a Wright els corresponents homenatges a Newton; però no pas homenatges als seus avenços en l'àmbit matemàtic, sinó suposadament en el teològic. I fins i tot a la mateixa pàgina de les suposades disculpes diu força convençut: «And as Sir *Isaac*

⁶⁸⁷ E. YOUNG, *Night Thoughts* [1742], p. 273, Ed. A. Donaldson, Edinburgh, 1771. [«Oh devoció! Filla de l'astronomia! Un astrònom que no sigui devot és que és boig»].

⁶⁸⁸ TH. WRIGHT, *The universe and the stars, being an original theory on the visible creation, founded on the laws of nature*, p. 134, Charles Wetherill, Philadelphia, 1837. [«Però ara ja és hora que tornem a la meua teoria, i dir-li que és una suposició vanitosa imaginar que en algun moment seré capaç de convèncer a cadascun dels lectors de la veritat o de la probabilitat del que ja li he avançat a vostè; i no esperem assistència matemàtica allà on hom mai ha pensat que hi hauria de ser»].

Newton has justly observed in his *Principia*, “If every particle of space be *always*, and every individual moment of duration *every where*; surely the Maker and Lord of all things, cannot be *never* and *no where*”»⁶⁸⁹. Al discurs preliminar de la que fou l’obra fundacional del concepte d’«astroteologia», William Derham, parlant del nou sistema que es derivava dels *Principia*, afirma que «it is far the most magnificent of any; and worthy of an infinite Creator; whose power and wisdom, as they are without bounds or measure, so may in all probability exert themselves in the creation of many systems as well as one. And as myriads of systems are more for the glory of God, and more demonstrate his attributes than one; so it is no less probable than possible, there may be many besides this which we have the privilege of living in»⁶⁹⁰. Només amb força precaucions, al llegir-los ara, podem veure en ells alguna espurna del que avui entenem per «ciència».

La complicitat de Newton amb la via que enceta l’astroteologia va ser absoluta. Hauria pogut mantenir les seves concepcions teològiques, però mantenir-les a banda de l’esperit científic i els seus procediments: al cap i a la fi, el rigor del científic no ha d’estar renyit, de cap de les maneres, amb la privada creença religiosa. Però no ho va fer: va deixar que tot el seu horitzó teològic s’immiscís en el que, suposadament, ha de ser el ben delimitat exercici científic. Es poden al·legar almenys dos atenuants: primer, que el context de la seva època convidava a combinar elements teològics amb la praxi científica; el segon, que malgrat això, els *Principia* són d’una estructura i d’una redacció impol·lutes pel que fa al rigor científic, sense deixar-hi cap espai a l’especulació metafísica o teològica. No ho neguem; però, pel que fa al primer punt, si acceptem doncs que era pròpia del seu moment la simbiosi entre elements científics i teològics, aleshores Newton no va trencar pas amb la seva època com altres menys enginyosos van ser capaços de fer molt poc després. I pel que fa al segon punt –que també podem acceptar de bon grat-, no podem oblidar que, a la segona edició dels *Principia*, Newton no pot superar la temptació d’afegir-hi l’Escriure General (1713), on abordarà problemes metafísics i teològics, amb la intenció de vincular-los –com si fos l’arrodoniment perfecte- amb el contingut impol·lut científicament de la resta del llibre. I àdhuc si passéssim per alt aquestes dues consideracions comprensibles, no hem de perdre de vista que no estem jutjant exclusivament els *Principia*, sinó tota l’obra de Newton i el discurs intel·lectual que la seva figura va ser capaç d’endegar des de la primera part del segle XVII. Tota la informació, privada i pública, que rebem del pensament de Newton des de fora dels *Principia*, és plena de referències teològiques, sigui en termes de temàtica explícita o en termes de comentaris aclaridors o bé amb intencions col·laterals. I per suposat, mai va faltar el seu beneplàcit a tots els autors i a totes les obres que conformen el corpus astroteològic –a menys que poguessin posar en perill la seva reputació dins de l’ortodòxia; i els autors que, amb les seves obres, van conformar tot l’univers astroteològic, mai s’obliden de mencionar, d’una o altra manera, que llur pensament no hauria estat possible sense la immensa figura de Newton, el seu pare intel·lectual.

⁶⁸⁹ *Ibidem*. [«I com bé va observar Sir Isaac Newton als seus *Principia*, “Si cada partícula d’espai és sempre i cada moment individual de duració a tot arreu, aleshores és segur que el Creador i Senyor de totes les coses no pot no ser mai ni no estar enlloc”»].

⁶⁹⁰ W. DERHAM, *Astro-Theology: or a Demonstration of the Being and Attributes of God from a Survey of the Heavens* [1714], *Discurs Preliminar*, p. xxviii, Ed. J. Gray, Edinburgh, 1775. [«És de lluny el més magnífic de tots i propi d’un Creador infinit, el poder i saviesa del qual –sent com són sense límits ni mesura- poden ser exercits amb tota probabilitat tant en la creació de molts sistemes com en la d’un de sol. I com que miriades de sistemes fan encara més gran la glòria de Déu i demostren millor els seus atributs que un de sol, no és menys probable que n’hi hagi molts al costat del que nosaltres tenim el privilegi de viure-hi»].

Ens sorprèn, doncs, que la gran munió d'estudiosos i intèrprets de la figura de Newton coneguin amb una profunditat immensament erudita el seu pensament teològic i, tanmateix, s'esmercin tan poc a fer veure que la línia que segueix la seva ment privilegiada s'allunya asimptòticament del que hom coneix com els principis fonamentals de la «ciència vertadera». El descàrrec és, sense dubte, la inqüestionable modernitat revolucionària dels *Principia*; però la qüestió que dirimim és fins a quin punt hom pot, veritablement, considerar Newton el «pare de la ciència moderna». Els *Principia* van forjar la Modernitat, però no pas Newton. Descartes, amb una anàlisi matemàtica més deficient i unes pautes menys quantitatives i més donades al garbuix metafísic, se'ns presenta fins i tot més farcit de modernitat. Potser Newton va ser un dels més grans científics, àdhuc potser el més gran de tots, com afirmen Asimov i molts altres, però el nord del seu projecte i les seves motivacions van ser sempre teològics. L'agulla de la brúixola de Newton no apunta cap a una genuïna revolució científica: deixa escrits els *Principia*, com una autèntica bomba de rellotgeria, i l'agulla de la brúixola es dirigeix decidida aleshores cap a la «via morta», com dèiem, de l'astroteologia. «Via morta» perquè, comptat i debatut, tard o d'hora l'especulació metafísica i teològica no havien de tenir cabuda en el camí que havia de prendre la ciència en la modernitat i la contemporaneïtat madures.

De fet, els «lliurepensadors» anglesos van enfrontar-se al newtonianisme que va lluitar per solapar-se amb els llibres sagrats i l'oficialitat anglicana caient en postures astroteològiques pel que fa a la cosmologia. «Freethinkers», com diu Margaret C. Jacob, que tendien a defensar visions materialistes –i fins i tot, panteistes– per tal que els principis de la ciència no quedessin emmetzinats per atribucions teològiques. Homes com William Stephens, Robert Clayton, John Toland, Anthony Collins, John Asgill o Matthew Tindal van recuperar amb fermesa la figura de Giordano Bruno i la seva tradició hermètica. És evident que no podem veure la tradició hermètica com un company de viatge fiable de la ciència que enceten els *Principia*; però aquests últims van acabar estant tan associats «astroteològicament» a les necessitats cristianes que els lliurepensadors que recuperaven Bruno intentaven dissociar tant com podien el llibre de la naturalesa i les seves lleis de l'oficialitat cristiana. John Toland deia sobre Bruno que «[...] maintains at the same time that the pagan mythology wasn't much more unintelligible or absurd or monstrous than Judaic or Christian theology. He desires that men who are removed from all prejudice in favor of one or the other, or of whatever religion there is, would wish to accept as the rule of their conduct only the law of natural religion»⁶⁹¹. I Margaret C. Jacob té un passatge molt interessant: «Newton had been mentioned by name in the *Letters to Serena*, and Toland had used the law of gravitation to support his own materialistic philosophy. Although ever anxious to avoid theological debate, Newton must have been alarmed at the attack made on his physics as well as by the use to which it was put, by Toland [...]. Furthermore, Newton truly believed his science supported Clarke's refutation of atheism and materialism»⁶⁹². És evident, doncs, que els lliurepensadors veien ja en

⁶⁹¹ J. TOLAND, *Nova Bibliotheca Lubecensis*, VII, p. 158, 1756. [«[...] manté a la vegada que la mitologia pagana no era massa més intel·ligible o absurda o monstruosa que la teologia jueva o cristiana. Desitja que tant de bo els homes lliures de tot prejudici a favor de l'una o de l'altra, o de qualsevol religió que sigui, només acceptessin com a regla de llur conducta la llei de la religió natural»].

⁶⁹² M.C. JACOB, *The Newtonians and the English Revolution*, p. 242, Cornell University Press, New York, 1976. [«Newton havia estat mencionat explícitament a les *Cartes a Serena*, i Toland havia emprat la llei de la gravitació per a defensar la seva pròpia filosofia materialista. Tot i que Newton sempre anhelava evitar tota mena de debat teològic, es deuria ben alarmar per l'atac que es feia per part de Toland a la seva física i a l'ús que se n'estava fent [...]. A més a més, Newton creia fermament que la seva ciència recolzava la refutació que Clarke feia de l'ateisme i el materialisme»]. Les *Letters to*

aquella època que tota la ciència newtoniana quedava subordinada a les restriccions cristianes. I encara més: no veien a Newton com un lliurepensador, sinó un fanàtic religiós que prostituïa la «religió natural» a les exigències cristianes anglicanes. Cal preguntar-se seriosament si és massa normal que a un científic «modern» els propis contemporanis li neguessin l'etiqueta de lliurepensador.

Newton no va ser un lliurepensador, no va ser un «científic modern». Va ser el més gran científic que va allunyar-se dels propòsits de la ciència. Per això dèiem que acceptàvem només *parcialment* que se'l pugui titllar «pare de la ciència moderna». Tot el pensament de Newton no pren el fil de la ciència moderna. Pot sobtar que ens atrevim a fer declaracions com aquesta, però creiem haver demostrat al llarg de l'obra que el pensament de Newton va enquistar-se en especulacions teològiques que van allunyar-lo del camí que havia d'emprendre la ciència. Els qui, per contra, van optar per aquest camí van ser veritables revolucionaris que a la seva època no gaudiren de la reputació de Sir Isaac, entre altres coses, perquè mai tingueren el seu talent. Sir Isaac Newton va ser un home tradicional, profundament tradicional; genial en l'ús de les matemàtiques i en el desenvolupament de la ciència física, però d'un esperit força conservador, poruc davant de tota manifestació que se sortís de la doctrina religiosa imperant. Hi ha dos Newtons: el «Newton instrumental» i el «Newton ideològic»: el primer posa les primeres pedres del tarannà de la física moderna; el segon les anul·la i les frena. Si hom vol entendre cap a on dugué el «segon Newton» –destí que ell considerava recte i pietós– hem de visualitzar tot el pensament astroteològic.

Raonada la primera de les conclusions que brolla de la nostra investigació, cal esmentar –i amb molt d'èmfasi– quina n'és la segona. El descobriment de la llei de la gravetat va permetre unificar les mecàniques terrestre i celeste i donar, per primer cop, una visió unitària d'un univers que funcionava tot seguint unes lleis plenament regulars –i, a més, de manera matemàticament descriptible. Els *Principia* de Newton –que mostraven aquesta perfecta regularitat legal– van ser, doncs, interpretats per molts com una prova que l'univers podia mantenir-se en el seu equilibri sense cap mena d'intervenció divina, és a dir, seguint només l'obligada legalitat a què es veu subjecte. A partir d'aquí, l'esperit il·lustrat va renovar l'antiga idea que Déu hauria creat l'univers des de la seva transcendència –resseguint els passos de la «primera causa» aristotèlica– i l'hauria creat de tal manera que fos totalment autònom en el seu funcionament gràcies a les lleis de la naturalesa, desentenent-se doncs Ell mateix de la seva obra creada. Aquesta visió de Déu que es defineix, com ja ben sabem, com a «deisme» accepta l'existència d'un Déu transcendent, creador, àdhuc personal en alguns casos, però no pot acceptar la seva activitat providencial, per la qual cosa Déu no pot conèixer-se mitjançant cap llibre sagrat ni cap revelació –i per tant, ninguna institució humana pot representar-lo. L'accés a Déu únicament pot dur-se a terme a través de la raó i de la observació de la seva obra creada. Com que, a més, cap fet mundanal ve dirigit expressament per Déu –sinó per les lleis que són pròpies del món–, a un nivell polític mai haurien de mesclar-se el fet religiós amb la institució de l'Estat, de manera que el deisme duu inevitablement a configurar ideals de societat que tenen un caràcter ben marcadament laic. Charles Taylor, quan comença la seva anàlisi del deisme, ens diu que vol estudiar abans que res les tres grans facetes que ell veu en el deisme: «The first turns around the notion of the world as designed by God. This understanding, which of course is perfectly orthodox as a general notion, goes through an anthropocentric shift in the seventeenth and eighteenth century. I will call

Serena (1704) fou una obra de Toland en la que va encunyar el terme «panteisme» i, sent una de les obres primordials de la primerenca Il·lustració, analitzava com poder arribar realment a la veritat a través de la raó tot eliminant les formes de «falsa consciència».

the upshot of this shift “Providential Deism”. The second facet of deism is the shift towards the primacy of impersonal order. God relates to us primarily by establishing a certain order of things, whose moral shape we can easily grasp, if we are not misled by false and superstitious notions. We obey God in following the demands of this order. We see a third facet of deism in the idea of a true, original natural religion, which has been obscured by accretions and corruptions, and which must now be laid clear again»⁶⁹³. Aquest model deista del «disseny intel·ligent» que desarticulava la tradició més purament teista va ser entès per molts dels contemporanis de Newton com una invitació progressiva cap a l'ateisme.

Llegim sovint, però, que Newton era deista, atès que la seva obra va col·laborar de forma decisiva a forjar el deisme. Ho llegim sovint en passatges de poca volada intel·lectual i provinents de fonts molt poc fiables; per exemple, llegim que: «Newton was a deist and believed fiercely in a single God who created the universe and its natural laws»⁶⁹⁴. És un passatge –entre molts de semblants- que podem trobar a la xarxa. Però també podem llegir-ho en textos més seriosos i suposadament valuosos: Gerald R. Cragg tracta Newton de «protodeista» perquè «in effect, Newton ignored the claims of revelation and pointed in a direction which many eighteenth-century thinkers would willingly follow»⁶⁹⁵. Els il·lustrats de l'Europa continental sobretot van influenciar força en la idea que Newton era realment un deista i el veien com si fos el model a seguir. De fet, com que la modernitat il·lustrada cercava el propòsit d'una laïcització social i la preponderància de la raó per sobre de la fe desbocada, és ben lògic que etiquetessin Newton de deista amb consonància amb el fet que els seus *Principia* obrien el camí d'una «vertadera ciència». El que podia ser considerat «el pare de la ciència moderna» havia de ser forçosament deista, atès que la ciència que ell mateix encetava, almenys des de la física terrestre i celeste, no donava cabuda a cap mena d'intervenció divina en l'esdevenir del món. De manera que l'etiqueta de deista que espontàniament penja de Newton és conseqüència directa de la creença igualment espontània que la figura de Newton és la primera en avançar pels indrets de la «ciència vertadera». Suggerim que això és un error majúscul.

Perquè, si bé hem pogut demostrar per una banda que el camí pel que viatjarà Newton serà la sendera de l'astroteologia i no pas el de la «ciència vertadera», tocava també demostrar per l'altra que Newton mai fou un deista, ni tan sols –com afirma Cragg- un protodeista. Creiem que hem pogut assolir aquest segon objectiu de forma vertaderament convincent. Creiem que els arguments i les fonts que hem tractat i analitzat deixen veure que l'antiga pregunta, tan recurrent i tan proferida, de què era Newton en realitat pot rebre a la fi una llum esclaridora; i hom pot dir que ja es veia a

⁶⁹³ CH. TAYLOR, *A secular Age*, p. 221, 2007. [«La primera gira al voltant de la noció del món en la mesura que dissenyat per Déu. Aquesta concepció, que per suposat és perfectament ortodoxa com a noció general, experimenta un canvi antropocèntric a finals del segle XVII i en tot el XVIII. El resultat d'aquest canvi l'anomenaré «deisme providencial». La segona faceta del deisme és el pas a la primacia de l'ordre impersonal. Déu es relaciona fonamentalment amb nosaltres establint cert ordre en les coses, la forma del qual podem aprendre fàcilment si no ens deixem endur per nocions supersticioses i falses. Si seguim les exigències d'aquest ordre, obeïm Déu. I veiem una tercera faceta del deisme en la idea d'una religió natural vertadera, original, que ha quedat enfosquida per acreixements i corrupcions i que ara ha de tornar a ser esclarida»].

⁶⁹⁴ <http://mentalfloss.com/article/24520/6-things-you-should-know-about-isaac-newton>. La firma que trobem en aquest passatge és la de Brian Gottesman. L'afirmació que Newton cregués en un sol Déu creador de l'univers i les seves lleis no implica automàticament que fos un deista. [«Newton fou un deista i creia fermament en un sol Déu que va crear l'univers i les seves lleis naturals»].

⁶⁹⁵ G. R. CRAGG, *Reason and authority in the Eighteenth Century*, p. 13, Cambridge University Press, 1964. [«En efecte, Newton ignorava les pretensions de la revelació i va acabar marcant un camí que molts pensadors del segle divuitè seguirien de bon grat»].

venir que no podia ser una resposta senzilla, atesa l'heterogeneïtat de les seves idees i creences i dels desplaçaments habituals, tant semàntics com conceptuals, que Isaac Newton va patir al llarg de la seva trajectòria intel·lectual. I així doncs, la segona de les tesis que defensem –a part que el viatge de Newton va ser l'astroteològic– és que Newton va ser pròpiament un «panenteïsta formal». El concepte de «panenteïisme» en general sol coincidir amb el que es pot identificar més estrictament amb el que podem anomenar «panenteïisme material»: Déu és transcendència i immanència alhora, en un sistema de subconjunts en què el món físic pertany a Déu, però Déu és encara més que el món físic, un ésser transcendent. Anomenem «material» aquest panenteïisme general perquè pressuposa que tot el món físic –i, per tant, l'espai, el temps i totes les coses materials– és en Déu, la qual cosa provoca que, de fet, vingui a tractar-se d'un panteïisme que s'inclou en la infinitud d'un Déu transcendent. En cap cas, emperò, Newton pot acceptar que les coses materials del món físic es puguin entendre com a incloses en Déu, de manera que si Newton ha de ser un panenteïsta n'ha de ser un de força particular. I, efectivament, després d'analitzar amb cura el seu pensament veiem que Newton identifica sovint només l'espai i el temps com a formes de Déu: ens diu, ara a grans trets, que Déu és temporalitat –i, per tant, és passat, present i futur, i no pas una infinitud atemporal– i que l'espai és el «sensori» de Déu en el món. L'anàlisi que hem desenvolupat mostra que, per a Newton, Déu és un ésser transcendent que es fa espaciotemporalitat –però no pas matèria– i, en aquest sentit, el seu panenteïisme només pot ser «formal», atès que només l'identifica amb les «formes» sobre les que posen les entitats materials –que són la seva creació.

De fet, «espai» i «temps» queden ben establerts per Newton com a «absoluts». A l'extensíssim escoli de la Definició VIII, hi llegim: «Tempus absolutum, verum & mathematicum, in se & natura sua sine relatione ad externum quodvis, aequabiliter fluit, alioque nomine dicitur duratio»; i també: «Spatium absolutum, natura sua sine relatione ad externum quodvis, semper manet simile & immobile»⁶⁹⁶. Atès que les coses materials sempre són «relatives» a la seva composició, al lloc que ocupen i al període de temps que duren, l'espai i el temps són, doncs, les úniques entitats de l'ésser que són pròpiament absolutes, com absoluta és també l'essència de Déu. Totes les creacions de Déu són relatives, en tant que finites i peribles, menys l'espai i el temps que són infinits i imperibles i, per tant, absoluts, són «formes primàries» que sustenten l'esdevenir local i temporal de les coses físiques, són el substrat de tota mena d'existència còsmica. Com si d'un sil·logisme es tractés, es deriva que només Déu pot ser substrat de tota existència còsmica: i, per tant, Déu o el seu esperit «és» l'espai i el temps o «és» *en* l'espai i *en* el temps. Però, si afirmem el seu panenteïisme, és clar que Déu no només és l'espai i el temps, sinó que l'espai i el temps són en Déu; i com que Déu és encara transcendència, l'espai i el temps són la seva «pell» metafísica on el regne transcendent de Déu i el món contacten. Pel que fa a la part transcendent de Déu, Newton segueix els patrons del «dominus et pater» que ja provenen de les arrels jueves, creador i jutge de totes les coses.

Que el temps i l'espai siguin els absoluts propis de la presència de Déu en el món –en tant que Déu és temps i és espai «sensori» de totes les coses– evoca un lligam lògic ben sorprenent amb el nou concepte de gravitació. Les crítiques més persistents entre els mecanicistes d'arrel cartesiana a la proposta de la gravitació de Newton fou que era impensable que alguna cosa qualsevol tingués la capacitat de moure res des

⁶⁹⁶ I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, p. 6. [«El temps absolut, vertader i matemàtic en si i per la seva naturalesa i sense cap relació a quelcom extern, flueix uniformement, i amb un altre nom se l'anomena duració»]; i també: [«L'espai absolut, per la seva naturalesa i sense cap altra relació a cap cosa externa, sempre roman igual i immòbil»].

de la distància, sense mitjançar cap mena de contacte: consideraven que una física seriosa no podia fonamentar-se en moviments miraculosos a distància, sinó que totes les coses que es mouen és perquè han patit alguna mena de contacte. Newton mateix havia format part dels partidaris del mecanicisme de contacte a les beceroles de la seva carrera intel·lectual. De sobte, els *Principia* explicaven als mecanicistes radicals que els moviments que pateixen tots els planetes al voltant del Sol o el moviment de caiguda que observem en tots els cossos terrestres era causat per una força invisible que actua sense contacte. És cert que Newton pressuposa que tot l'espai buit està envaït de la «quinta essentia» de l'èter, mitjà pel qual podrien realitzar-se totes les accions a distància. Gràcies a l'existència de l'èter, un fluid summament lleuger, totes les transaccions a distància serien només «aparents» en la mesura que res es podria desplaçar miraculosament si no fos per i en ell, àdhuc la pròpia gravitació. Recordem de la cloenda de l'Escoli General dels *Principia* que «adiicere jam liceret nonnulla de spiritu quodam subtilissimo corpora crassa pervadente, & in iisdem latente; cuius vi atque actionibus particulae corporum ad minimas distantias se mutuo attrahunt, & contiguae factae cohaerent». No fa referència estrictament a l'èter, sinó a un «spiritu quodam subtilissimo», i que empri el terme «spiritus» és força rellevant. Amb tota probabilitat s'està referint a la seva vella creença sobre l'èter, però no s'atreveix pas a mencionar-lo així. I no s'hi atreueix perquè reconeix que tenim una plena ignorància sobre quina cosa pot ser aquest medi a través del qual es transmeten totes aquestes forces incomprensibles: «Sed haec paucis exponi non possunt; neque adest sufficiens copia experimentorum, quibus leges actionum huius spiritus accurate determinari & monstrari debent». Nogensmenys, l'èter és material –però d'una estructura interna «subtilíssima»- i no es pot confondre amb el propi espai o el propi temps absoluts. És en l'espai i en el temps on l'èter por tenir la seva existència «posterior».⁶⁹⁷

Que la subtilíssima substància que envaeix l'espai pugui ser un «spiritus» va tenir una punyent influència en tota l'astroteologia que Newton endegarà, sigui de manera molt conscient o no. Independentment de l'existència eventual de l'èter, els astroteòlegs coincidiran en què tot l'univers està envaït d'un «spiritus» –que no hem de confondre amb l'antic concepte d'«anima mundi»- que faria efectiva la possibilitat que els cossos s'atraguin a la distància. Aquest «spiritus» que transmet la gravitació serà, pels astroteòlegs, la presència de Déu en el món mateix, organitzant l'equilibri còsmic i mantenint-lo en el seu ésser. És irrellevant de tractar si aquest «spiritus» té una naturalesa física o metafísica: hi hauria arguments interessants en cadascuna d'ambdues opcions. El que és realment rellevant és que Déu no és només un allunyat rellotger que crea un enginy de màxima precisió que funciona per si mateix i del que després es desentén: al contrari, després de la Creació, Déu penetra en el món i, de manera efectiva i activa, participa providencialment a cada instant en la configuració del seu equilibri i el seu esdevenir. Quan Constantine Rafinesque inclou al final de l'edició americana de l'*An original Theory* de Thomas Wright un resum de cadascuna de les «cartes» de què consta l'obra, no dubta en afirmar, quan parla de la vertadera revelació divina, que són els «raigs de Déu» els que es propaguen sobre totes les coses creades per Ell: «This may be called true religion, the reflected rays of God acting on a worthy mind, a real natural revelation, that by the visible Creation leads us to the

⁶⁹⁷ I. NEWTON, *Ibidem.*, *Scholium generale*, p. 530. [«Encara podríem afegir alguna cosa de cert esperit subtilíssim que travessa tots els cossos gruixuts i roman latent en ells; i és per la seva força i accions que les partícules dels cossos s'atrauen entre elles a les mínimes distàncies i un cop ja són contigües romanen unides. [...] Però això no pot exposar-se en poques paraules; i tampoc hi ha un número suficient d'experiments que permetin determinar i mostrar amb cura les lleis de les accions d'aquest esperit»]. Vegi's l'anotació 369 per a contextualitzar aquests passatges de l'Escoli General sobre l'èter.

invisible things or God as inculcated in the epistle to the Romans»⁶⁹⁸. L'astroteologia, aleshores, no pot entendre el funcionament de l'univers físic sense comprometre-hi activament la presència divina. I no pas una presència divina que executa «des de fora», transcendentalment, les accions necessàries per a la perfecta harmonia de la matèria mundana, sinó una presència immanent al propi univers –en la que es fonen els termes espirituals amb les forces de la naturalesa- que és una extensió real del Creador de totes les coses des de la seva eterna i inefable transcendència en un acte diví de providència continuada.

Creiem haver demostrat, doncs, moguts per una antiga polèmica persistent, que Newton *mai* va ser un deïsta. Tampoc va ser un teïsta cristià que seguís els rigors de la doctrina. De manera que Newton, d'una banda, no va poder seguir els camins de la renovada ciència que ell mateix havia encetat ni, de l'altra, *mai* va poder representar l'ortodòxia cristiana de l'Església anglicana. Els seus escrits sobre religió mostren un Newton devot pel Déu veterotestamentari, però passen de puntetes, sense insistència ni passió, per la figura de Crist. Newton va ser, probablement, el més gran científic de tots els temps; però va ser un científic amb idees religioses que conjugaven el paper del «Déu del domini» de la tradició jueva veterotestamentària amb un panenteïsm modern –per tal que brotava de l'admiració per les precises forces de la naturalesa que naixien dels seus *Principia*. Aquesta visió religiosa –que residia amb força dins seu per sobre de l'amor a la ciència- va provocar que ell i alguns dels seus seguidors no poguessin emprendre la senda moderna d'una ciència nua de condicionants teològics –com bé passarà al segle il·lustrat- i que es dirigissin a una comprensió de l'univers en forma astroteològica, una mirada sobre la realitat que, comptat i debatut, estava condemnada a esvair-se davant de l'eclosió de la ciència experimental més estricta –i lligada al mètode hipotètic-deductiu amb què assoliria el cim dels èxits contemporanis en el coneixement de la naturalesa.

⁶⁹⁸ C.S. RAFINESQUE, *Notes a TH. WRIGHT, The universe and the stars, being an original theory on the visible creation, founded on the laws of nature*, p.154, Charles Wetherill, Philadelphia, 1837. [«Es pot ben anomenar com a vertadera religió: els raigs que Déu reflecteix actuant com una ment venerable, una autèntica revelació natural que des de la Creació visible ens duu cap a les coses invisibles, o Déu, tal com ens inculca l'epístola dels Romans»].

BIBLIOGRAFIA

Les obres d'Isaac Newton que han estat essencialment considerades són:

1. *A Descriptive Catalogue of the Grace K. Babson Collection of the Works of Sir Isaac Newton and the Material Relating to Him in the Babson Institute Library, Babson Park, Massachusetts*, amb una introducció de Roger Babson, publicat per Herbert Reichner, New York, 1950.
2. *A Supplement to the Catalogue of the Grace K. Babson Collection of the Works of Sir Isaac Newton and Related Material in the Babson Institute Library, Babson Park, Massachusetts*, compilat per Henry Macomber, Babson Institute, 1955.
3. *An Historical Account of Two Notable Corruptions of Scripture*, John Green, Londres, 1841.
4. *De motu corporum in gyrum*. extret de S.P. RIGAUD, *Historical Essay on the first publication of Sir Isaac Newton's Principia*, Appendix I: *Isaaci Newtoni Propositiones De Motu*, Oxford University Press, 1838.
5. *De mundi systemate liber*, J. Tonson, J. Osborn & T. Longman, Londres, 1728.
6. *Isaaci Newtoni opuscula mathematica, philosophica et philologica*, editat per J. CASTILLION, Lausanne & Genève, 1734.
7. *Opticks, A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light*, W. & J. Innys, London, 1718.
8. *Principia mathematica philosophiae naturalis*, Guil. & John Innys, Regiae Societatis Typographos, 1726.

Una bibliografia complementària ha estat:

ACKROYD, P. *Newton: una biografía breve*, Fondo de Cultura Económica, México, 2012.

ADAMS, S. *God's Debris*, Ed. Andrews McMeel, Kansas City, 2004.

AGUIRRE, G.E. *Juan Amós Comenio*, Centro de Estudios sobre la Universidad, Mèxic, 1993.

ARISTÒTIL. *Física*.

ARMSTRONG, K. *The Battle for God*, Random House Publishing Group, New York, 2001. [Traducció castellana: *Los orígenes del fundamentalismo*, Tusquets Editores, Barcelona, 2009].

ARRI D'ALEXANDRIA, *Carta a Eusebi de Nicomèdia*, extreta d'EPIFANI, *Panarion*.

ASIMOV, I. *What is the scientific method?*, Science Digest Inc., Vol. 63, 1968; *Who, in your opinion, was the greatest scientist who ever lived?*, Science Digest Inc., Vol. 64, 1968.

BACON, F. *The Advancement of Learning*, Oxford Clarendon Press, 1869.

BARBER, B. *Science and the Social Order*, Free Press, New York, 1952.

BARBOUR, I.G. *Religion and Science. Historical and Contemporary Issues*, Harper Collins Publishers, 1997.

- BERKELEY, G. *De motu; sive de motus principio et natura*, 1721. Extret de *The Works of George Berkeley*, printed for Thomas Tegg, London, 1837.
- BIRCH, T. *The History of the Royal Society of London*, A. Millar in the Strand, Londres, 1756.
- BLAKE, W. *Complete Writings*, The Nonesuch Press, London, 1957.
- BLOUNT, CH. *Miracles, no Violations of the Laws of Nature*, London, 1683; *The First Two Books of Philostratus, concerning the life of Apollonius Tyraneus*, printed for Nathaniel Thompson, London, 1680.
- BORELLI, G.A. *Theoricae Mediceorum Planetarum ex Causis Physicis Deductae*, Florència, 1666.
- BOSCHIERO, L. *Experiment and natural Philosophy in Seventeenth-Century Tuscany*, Ed. Springer, 2007.
- BREWSTER, D. *Memoirs of the life, writings and discoveries of Sir Isaac Newton*, Edinburgh, 1855.
- BROWNE, T. *Religio Medici*, printed for R. Scott, T. Basset, J. Wright & R. Chifwell, Londres, 1682.
- BUFFON, COMTE DE. *Histoire Naturelle, générale et particulière*, Imprimerie Royale, Paris, 1749-1767.
- BURNET, TH. *Archaeologiae Philosophicae*, printed by J. Fisher, Londres, 1736; *The Theory of the Earth & Review of the Theory of the Earth, and of its proof, especially in reference to Scripture*, printed by R.N. for Walter Kettelby, at the Bishop's Head in St, Paul's Church-Yard, Londres, 1697.
- BURTT, E.A. *The Metaphysical Foundations of Modern Science*, Humanities Press, New York, 1951.
- CAJORI, F. *Isaac's Newton mathematical principles of natural philosophy and his system of the world*, University of California Press, 1962.
- CALVIN, J. *Institution de la religion chrétienne*. Utilitzem la traducció al francès que va fer del llatí Charles Icard, impresa per Hermann Brauer, Bremen, 1713.
- CASPAR, M. *Keplers Gesammelte Werke*, herausgegeben im Auftrag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften mit Unterstützung des Bayerischen Staates, München, 1938-1949.
- CASSINI, J. *Éléments d'astronomie*, Imprimerie Royale de Paris, 1740.
- CHANDRASEKHAR, S. *Newton's Principia for the common reader*, Clarendon Press, Oxford, 1995.
- CHILLINGWORTH, W. *The works of William Chillingworth*, Oxford at the University Press, 1838.
- CHRISTIANSON, G. E. *Newton*, Biblioteca Salvat de Grandes Biografías, Vol.1, 1988.

COHEN, I.B. *Isaac Newton's papers & letters on natural philosophy*, Harvard University Press, 1958; *Isaac Newton's Principia, the Scriptures, and the Divine Providence, a Philosophy, Science and Method*, St. Martin's, New York, 1969; *Newton's third law and universal gravity*, article inclòs a *Newton's scientific and philosophical legacy*, edited by P.B. SCHEURER & G. DEBROCK, Kluwer Academic Publishers, 1988; *The Newtonian Revolution*, Cambridge University Press, 1980.

CLARKE, S. *A Discourse Concerning the Unchangeable Obligations of Natural Religion, and the Truth and Certainty of the Christian Revelation*, extret de *A Collection of Theological Tracts*, editat per R. WATSON, Londres, 1791; *Clarke's Dedication To her Royal Highness the Princess of Wales*, extret de *The Leibniz-Clarke Correspondence*, editat per H.G. ALEXANDER, Manchester University Press, 1956.

COPÈRNIC, N. *De revolutionibus orbium coelestium*, J. Petreium, Nüremberg, 1543.

CRAGG, G.R. *Reason and Authority in the eighteenth Century*, Cambridge University Press, 1964.

D'ALEMBERT, J. LE ROND. *L'Encyclopédie*, 1751.

DERHAM, W. *Astro-Theology: or a Demonstration of the Being and Attributes of God from a Survey of the Heavens* (1714), ed. J. Gray, Edinburgh, 1775.

DESCARTES, R. *Géometrie*, 1637; *Le monde ou traité de la lumière*, chez Th. Girad, Paris, 1664; *Principes de la philosophie*, chez F.G. Levrault, Paris, 1824.

D'HOLBACH, P. H. *Système de la nature*, edició de M. Mirabaud, London, 1775.

DÍEZ, J.A. & MOULINES, C.U. *Fundamentos de filosofía de la ciencia*, Ed. Ariel, Barcelona, 1997.

EDLESTON, J. *Correspondence of Sir Isaac Newton and Professor Cotes*, Cambridge University Press, 1850.

EHRMAN, B.D. *Lost Christianities: the Battle for Scripture and the Faith we never knew*, Oxford University Press, 2003. [Traducció castellana: *Cristianismos perdidos*, Editorial Crítica, 2004].

ESPOZ LE FORT, R. *De cómo el hombre limitó la razón y perdió la libertad*, Editorial Universitaria, Santiago de Chile, 2003.

FAUR, J. *Newton, Maimonidean*, extret de *Judaism and Christianity: New Directions for Dialogue and Understanding*, Koninklijke Brill NV, Leiden, 2009.

FERNÁNDEZ-RAÑADA, A. *Los científicos y Dios*, Ed. Trotta, Madrid, 2008.

FERRIS, T. *Coming of age in the Milky Way*, Anchor Books, 1989. [Traducció castellana: *La aventura del universo*, Ed. Crítica, Drakontos, 2007].

FEYERABEND, P. *The Tyranny of Science*, Polity Press, 2011.

FICINO, M. *Opera*, Henricpetrina, Basel, 1576.

- FORCE, J.E. *Essays on the Context, Nature, and Influence of Isaac Newton's Theology*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1990; *William Whiston, honest Newtonian*, Cambridge University Press, 1985.
- FORD, L.S. *Transforming Process Theism*, State University of New York Press, 2000.
- FORMENT, E. *El problema de Dios en la metafísica*, PPU, Barcelona, 1986.
- FRENCH, A. P. *Newtonian Mechanics*, Thomas Nelson & Sons Ltd., 1971.
- GALADÍ-ENRÍQUEZ, D. & GUTIÉRREZ, J. *Astronomía general*, Ediciones Omega, Barcelona, 2001.
- GARDNER, M. *The Whys of a Philosophical Scrivener*, St. Martin's Griffin, New York, 1999.
- GIESER, S. *The Innermost Kernel*, Springer Verlag, Berlin, 2005.
- GILBERT, W. *De magnete*, Petrus Short, Londres, 1600.
- GINDIKIN, S. *Tales of Mathematicians and Physicists*, Ed. Springer, 2007.
- GJERTSEN, D. *The Newton Handbook*, Routledge & Kegan Paul Inc., 1986.
- GLEICK, J. *Isaac Newton*, Fourth Estate, 2003.
- GOLDISH, M. *Judaism in the theology of Isaac Newton*, Springer, 2010.
- GÓMEZ, J. K., *El papel de la fuerza centrípeta en la síntesis newtoniana*, Revista Mexicana de Física, 34, n. 2, 1988.
- GRANADA, M.A. *El umbral de la modernidad*, Ed. Herder, 2000.
- GRANÉS, J. *Isaac Newton. Obra y contexto*, Universidad Nacional de Colombia, 2005.
- HALL, A.R. & HALL, M.B. *Unpublished Scientific Papers of Isaac Newton: Early Drafts of Propositions in Mechanics*, Cambridge University Press, 1962.
- HARRIS, J. *The Practice of Religious and Moral Duties, the Best Way to Make a Nation Happy*, Londres, 1701.
- HARRISON, P. *The Bible, Protestantism, and the Rise of Natural Science*, Cambridge University Press, 1988.
- HARTAL, P. *The Brush and the Compass: the Interface Dynamics of Art and Science*, edited by University Press of America, 1988.
- HAWKING, S. *Comments to On the shoulders of giants: the great works of Physics and Astronomy*, Running Press Book Publishers, 2002.
- HENRY, J. *Isaac Newton y el problema de la acción a distancia*, publicat a *Estudios de Filosofía*, n. 35, Universidad de Antioquía; *Newton, matter and magic, Let Newton be!*, Oxford University Press, 1988.
- HERIVEL, J.W. *The background to Newton's Principia. A study of Newton's dynamical researches in the years 1664-1684*, Oxford: at the Clarendon Press, 1965.

- HODGE, CH. *Systematic Theology* (1873), WM. B. Eerdmans Publishing Co., 1940.
- HOOKE, R. *Attempt to prove the motion of the earth: from observation*, John Martyn, Londres, 1674.
- HOSKIN, M. *Gravity and Light in the Newtonian Universe of Stars*, publicat a Journal for the Historical Development of Modern Cosmology, ASP Conference Proceedings Vol. 252, 2001; *Newton, Providence and the Universe of Stars*, extret del Journal for the History of Astronomy, 1977; *Stellar Astronomy*, Science History Publications Ltd., Cambridge, 1982.
- HOYKAAS, R. *Selected Studies in History of Science*, Universidade Coimbra 1983.
- JACOB, M. *The Newtonians and the English Revolution, 1689-1720*, Cornell University Press, 1976.
- JANIAK, A. *Newton as Philosopher*, Cambridge University Press, 2008.
- JOHNSON, P. *A History of Christianity*, Simon & Schuster, 2005.
- KANT I. *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels*, Johann Friedrich Petersen, Königsberg u. Leipzig, 1755; *Vorlesung über Rationaltheologie*, extret de *Kants Vorlesungen*, Bd. II, Walter de Gruyter & Co., Berlin, 1972.
- KEPLER, J. *Astronomia nova* (1609); *Harmonices Mundi* (1619); *Mysterium Cosmographicum* (1596); extretes de les *Kepleri Opera Omnia* editades per CH. FRISCH, Heyder & Zimmer, Frankfurt, 1858.
- KEYNES, J.M. *Newton, the man*, The Royal Society Newton Tercentenary Celebrations, Cambridge University Press, 1947.
- KOESTLER. A. *Bricks to Babel*, Hutchinson, & Co, 1980; *The sleepwalkers*, Arkana Publishing, 1990.
- KORSHIN, P.J. *Typologies in England, 1650-1820*, Princeton University Press, 1982.
- KOYRÉ, A. *Du monde clos à l'univers infini*, Gallimard, 1973; *Études newtoniennes*, Gallimard, 1968.
- KUHN, TH. *Copernican revolution: planetary astronomy in the development of western thought*, Harvard University Press, 1972.
- KÜNG, H. *Existiert Gott? Antwort auf die Gottesfrage der Neuzeit*, R. Piper, 1978.
- LA METTRIE, J. O. *L'homme machine*, edició de Frédéric Henry, Paris, 1865.
- LAPLACE, P.S. *Mécanique Céleste*, Ed. Bachelier, Paris, 1825.
- LEIBNIZ, G.W. *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz*, Adamant Media Corporation, 2005; *Écrits de Mr. Leibniz, ou réponse à la quatrième réplique de Mr. Clark*, extret de *Gothofredi Guillelmi Leibnitii Opera Omnia*, Genevae apud fratres de Tournes, 1768; *Der Leibniz-Clarke-Briefwechsel*, editat per V. SCHÜLLER, Akademie Verlag, Berlin, 1991.

- LOCKE, J. *Elements of Natural Philosophy*, extret de *The Works of John Locke*, Londres, 1824.
- LOHNE, J. *Hooke versus Newton*, Journal of the History of Science Centaurus, Vol. 7, 1960.
- MANUEL, F.E. *A Portrait of Isaac Newton*, Da Capo Press, 1968; *The religion of Isaac Newton*, Oxford Clarendon Press, 1974.
- MAYER, J.V. *Theismus und Pantheismus*, Verlag v. Fr. Xav. Wangler, Freiburg i. Breisgau, 1860.
- MAYHEW, J. *Seven Discourses*, Portsmouth, 1756.
- MCCAULEY, J.L. *Classical Mechanics: Transformations, Flows, Integrable and Chaotic Dynamics*, Cambridge University Press, 1997.
- MCGUIRE, J.E. *Predicates of Pure Existence: Newton on God's Space and Time*, inclòs al recull *Philosophical Perspectives on Newtonian Science*, edited by Ph. Bricker & R.I.G. Hughes, Massachussets Institute of Technology, 1990.
- MCLACHLAN, H. *Sir Isaac Newton: Theological Manuscripts*, Liverpool University Press, 1950; *Socinianism in seventeenth-century England*, Oxford, 1951.
- MENÉNDEZ, R.M. *J. H. Lamberts Cosmologische Briefe. Eine wissenschaftliche Untersuchung*, Bremen, 2006.
- MERTON, R. *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*, The University of Chicago Press, 1973.
- OAKES, R. *Divine Omnipresence and Maximal Immanence: Supernaturalism versus Pantheism*, extret de la revista *American Philosophical Quarterly*, n. 43(2), University of Illinois Press, 2006.
- OCHOA, F. *Teología voluntarista ilustrada en los conceptos Espacio Absoluto, Tiempo Absoluto y Gravitación Universal*, Revista *Estudios de filosofía*, n. 31, Universitat d'Antioquia, Colombia.
- OLSON, R. G. *Science and Religion, 1450-1900*, Paperback, 2006.
- PALEY, W. *Natural Theology*, extret de *The Works of William Paley*, ed. Joshua Belcher, Boston, 1810.
- PASCAL, B. *Pensées*, a *Oeuvres de Blaise Pascal*, ed. Leon Brunschvicg, Kraus Reprint, Vaduz, Liechtenstein, 1965.
- PIÑERO, A. *Los cristianismos derrotados*, Editorial Edaf, Madrid, 2007.
- PLENDL, H.S. *Philosophical Problems of Modern Physics*, Ed. Reidel, Dordrecht, 1982.
- POPKIN, R.H. *Essays on the Context, Nature, and Influence of Isaac Newton's Theology*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1990.
- POPPER, K. *Realism and the aim of science*, Rowman & Littlefield, 1983.
- RADA, E. *La polémica Leibniz-Clarke*, Ed. Taurus, Madrid, 1980.

- RADEMAKER, C.S.M. *Life and work of Gerardus Joannes Vossius*, Van Gorcum, 1981.
- RALEIGH, W. *The History of the World*, extret de *The Works of Sir Walter Raleigh*, Oxford at the University Press, 1829.
- REDWOOD, J. *Reason, Ridicule and Religion*, Harvard University Press, 1976.
- RIOJA, A & ORDÓÑEZ, J. *Teorías del Universo, Vol. I i II.*, Ed. Síntesis, 1999.
- ROTH, C. *A History of the Jews in England*, Clarendon Press, 1964.
- SAN MIGUEL DE PABLOS, J.L. *Filosofía de la naturaleza*, Ed. Kairós, Barcelona, 2009.
- SMART, J.J. & HALDANE, J.J. *Atheism & Theism*, Blackwell Publishing Ltd., 2003.
- SNOBELEN, S.D. *Isaac Newton, heretic: the strategies of a Nicodemite*, a: *British Journal for the History of Science*, Vol. 32.
- SPRAT, T. *History of the Royal Society of London*, printed by J. Martin at the Bell, London, 1667.
- STEBBINS, S. *Maxima in minimis*, Lang, Frankfurt a. Main, 1980.
- STREETE, T. *Astronomia Carolina* (1661), edició llatina de J. G. Doppelmayr, 1705.
- STUKELEY, W. *Memoirs of Isaac' Newton's Life*, Londres, 1752.
- SWINBURNE, R. *The coherence of Theism*, Oxford University Press, 1977.
- TAYLOR, CH. *A secular Age*, 2007.
- TEETER DOBBS, B. J. *The foundations of Newton's Alchemy*, Cambridge University Press, 1975.
- THOMAS, K. *Man and the Natural World: changing Attitudes in England 1500-1800*, Londres, 1983.
- THOMPSON, R.A. *Christian Theism: The Testimony of Reason and Revelation to the Existence and Character of the supreme Being*, Harper & Bros. Publishers, New York, 1855.
- TIPLER, P. A. *Física para la ciencia y la tecnología*, Ed. Reverté, 2003.
- TISSERAND, F.F. *Traité de mécanique céleste. Exposé de l'ensemble des théories relatives au mouvement de la Lune*, Gauthier-Villars et fils, 1894.
- TOLAND, J. *An Account of Jordano Bruno's Book 'Of the infinite Universe and innumerable Worlds in five Dialogues'*, extret de *The Miscellaneous Works of Mr. John Toland*, Londres, 1747; *Pantheisticon*, Cosmopoli, 1720.
- TRAPP, J. *The Four Last Things: Death, Judgment, Heaven, and Hell*, extret d' H. B. BONNER, *The Christian Hell from the first to the twentieth Century*, Kessinger Publishing Co., USA, 2003.

TREVOR-ROPER, H. *The crisis of 17th Century*, Liberty Fund, 1967. [Traducció castellana: *La crisis del siglo XVII*, Katz Editores, Madrid, 2009].

TURNBULL, H.W. *The correspondence of Isaac Newton*, Cambridge University Press, 1959-1977.

TURNER, R. *A View of the Heavens being a short, but comprehensive, System of Modern Astronomy*, Londres, 1783.

TWERSKY, I. *A Maimonides Reader*, Behrman House, Inc., Springfield, USA, 1972.

UNAMUNO, M. DE. *Del sentimiento trágico de la vida*, Editorial Óptima, Barcelona, 1999.

VERLET, L. *La malle de Newton*, Éditions Gallimard, 1993.

VOLTAIRE, *Dictionnaire philosophique. Athéisme*, extret de la *Collection des meilleurs ouvrages de la langue française*, editat per M. BEUCHOT, Paris, 1829; *La métaphysique d'Isaac Newton*, inclosa a *Éléments de la philosophie de Newton*, Londres, 1746 i *Oeuvres complètes de Voltaire*, l'Imprimerie de Fain chez Th. Desoer, Paris, 1817; *Le Micromégas*, ed. J. Robinson at Ludgate Street & W. Meyer at May's Buildings, Londres, 1752; *Siècle de Louis XIV*, extret de *Œuvres de Voltaire*, chez Stoupe, Paris, 1792.

VON ANSBACH, C. *Carta a Gottfried Leibniz*, extret de *Die Werke von Leibniz*, editat per O. KLOPP, Hannover, 1864-1884.

WATERLAND, D. *Christianity vindicated against infidelity*, extret de *The works of the Rev. Daniel Waterland*, editat per W. VAN MILDERT, Oxford at the University Press, 1843.

WEBER, M. *Die protestantische Ethik und der Geist des Kapitalismus*, extret de *Gesammelte Aufsätze zur Religionssoziologie I*, Marianne Weber, Tübingen, 1988.

WEISSENBORN, G. *Vorlesungen über Pantheismus und Theismus*, NG Elwert'sche Universitäts-Buchhandlung, Marburg, 1859.

WESTFALL, R. *Isaac Newton's Theologiae gentilis origines philosophicae*, extret de *The Secular Mind: transformations of faith in modern Europe*, ed. Franklin Le van Baumer & W. Warren Wagar, Holmes & Meier, 1982; *Never at rest: a biography of Isaac Newton*, Cambridge University Press, 1983; *Newton's Theological Manuscripts*, extret de *Contemporary Newtonian Research, Studies in the History of Modern Science 9*, ed. Zev Bechler, Reidel Publishing Company, Dordrecht, 1982; *The life of Isaac Newton*, Cambridge University Press, 1993.

WHISTON, W. *Astronomical Principles of Religion, natural and reveal'd*, Londres, 1725; *Memoirs of the life of Mr. Whiston by himself*, 2 vols., London: printed for the author and sold by Mr. Whiston and Mr. Bishop, 1749; *New Theory of the Earth*, extret de la 5a. edició, Mr Boyle's Head at Fleet Street, Londres, 1737.

WHITESIDE, D.T. *Newton's early thoughts on planetary motion: a fresh look*, British Journal for the History of Science, 1964; *The Mathematical Principles Underlying Newton's Principia Mathematica*, Journal for the History of Astronomy, Science History Publications, 1970.

WING, V. *Harmonicon Coeleste*, printed by Robert Leybourn, for the Company of Stationers, Londres, 1651.

WRIGHT, TH. *The elements of existence or a theory of the universe*, 1734; *The universe and the stars, being an original theory on the visible creation, founded on the laws of nature*, Charles Wetherill, Philadelphia, 1837.

YOUNG, E. *Night Thoughts* (1742), ed. A. Donaldson, Edinburgh, 1771.