

OPTIMITZACIÓ DEL  
RENDIMENT INTEL·LECTUAL  
MITJANÇANT INSTRUCCIÓ  
INFORMATITZADA

MONTSIERRAT TESOURO I CID

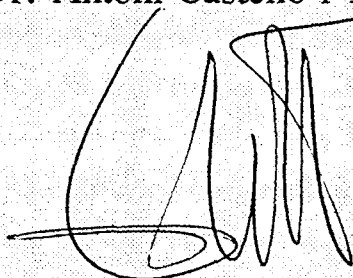
1995



Montserrat TESOURO i CID

OPTIMITZACIÓ DEL RENDIMENT  
INTEL.LECTUAL MITJANÇANT  
INSTRUCCIÓ INFORMATITZADA

Tesi Doctoral dirigida pel  
Dr. Antoni Castelló i Tarrida



Departament de Psicologia de l'Educació  
Facultat de Psicologia  
Universitat Autònoma de Barcelona

Any 1995

*Al Joan  
i als meus pares*

Vull fer arribar l'agraïment més sincer a totes aquelles persones que han contribuït a que aquesta tesi doctoral es pogués dur a terme.

Primerament cal destacar al Dr. Antoni Castelló i Tarrida, professor titular del Departament de Psicologia de l'Educació de la Universitat Autònoma de Barcelona i Director d'aquesta recerca. A ell li he d'agrair molt sincerament el fet d'haver-me dirigit i orientat en la tasca investigadora i d'haver estat sempre disposat a resoldre les diferents qüestions que li anava plantejant. També li he de donar les gràcies pels bons consells donats en les diferents converses que hem mantingut i per la seva gran disponibilitat i amabilitat que han fet que es pogués realitzar aquest treball amb il·lusió.

De la mateixa forma, he d'agrair molt especialment el suport de totes aquelles persones més properes com el Dr. Càndid Genovard i la Dra. Concepció Gotzens que en tot moment han sabut crear un clima de treball molt agradable.

També he de destacar i agrair la col·laboració de l'Esther Vilar, la Natalia Galera i la Maite García, que han ajudat activament en l'aplicació de les proves.

Es mereix també una atenció molt especial el suport del Joan, el meu marit, en primer lloc pel seu optimisme i pel seu recolzament i en segon lloc pels seus coneixements informàtics que han resultat molt importants en les tasques de programació d'aquesta recerca.

Finalment, he de donar les gràcies molt sincerament als meus pares, sense els quals no hauria estat possible la realització d'aquesta investigació, ja que sempre m'han orientat en un camí d'estudi i de treball.



***Índex***

---

1. INTRODUCCIÓ . . . . .	1
<b>BLOC TEÒRIC . . . . .</b>	<b>11</b>
2. HISTÒRIA DE LA INFORMÀTICA APLICADA A L'EDUCACIÓ . . . . .	12
2.1. PRECURSORS DELS ORDINADORS I GENERACIONS DEL MATEIXOS . . . . .	14
2.1.1. Precursors dels ordinadors . . . . .	14
2.1.2. Generacions d'ordinadors . . . . .	16
2.2. INTRODUCCIÓ DE L'ORDINADOR A L'ESCOLA I EVOLUCIÓ DEL SEU ÚS EN EL CAMP EDUCATIU I EN L'OPTIMITZACIÓ DEL RENDIMENT INTEL.LECTUAL . . . . .	20
2.2.1. Evolució de la utilització de l'ordinador fins arribar a l'escola . . . . .	20
2.2.2. Fases de l'ús de l'ordinador amb intencionalitat educativa . . . . .	26
1 <sup>a</sup> Fase: Els models clàssics (1950-1960) . . . . .	27
2 <sup>a</sup> Fase: Recerca de models més oberts (1960-1970) . . . . .	31
3 <sup>a</sup> Fase: Èmfasi en els models d'aprenentatge per descobriment (1970-1980) . . . . .	32
4 <sup>a</sup> Fase: Models basats en sistemes experts (1980-1990) . . . . .	37

3. INTEL.LIGÈNCIA .....	40
3.1. CONSIDERACIONS HISTÒRIQUES I EVOLUTIVES SOBRE L'ESTUDI DE LA INTEL.LIGÈNCIA .....	42
3.2. LA INTEL.LIGÈNCIA: PRINCIPALS MODELS .....	43
3.2.1. La intel.ligència monolítica .....	44
3.2.2. Els plantejaments factorials .....	46
3.2.3. Les estructures jeràrquiques .....	47
3.2.4. Plantejaments evolutius i qualitius .....	48
Plantejaments evolutius .....	49
Plantejaments qualitius .....	50
3.3. PROCESSOS I PRODUCTES .....	51
3.3.1. Models i marcs de referència .....	52
3.3.2. Variables i estructures .....	53
3.3.3. La mesura de la intel.ligència .....	54
3.3.4. Constructes intel.lectuals i artificis .....	54
3.3.5. Investigació en intel.ligència .....	55
3.4. COMPONENTS I RELACIONS DELS PROCESSOS INTEL.LECTUALS .....	56



3.4.1. Sistema perceptiu . . . . .	58
3.4.2. Sistema de sortida . . . . .	58
3.4.3. Sistema de memòria . . . . .	58
3.4.4. Sistema processador . . . . .	58
3.5. DEFINICIONS ACTUALS D'INTEL.LIGÈNCIA I CONCEPTE DE TRANSFERÈNCIA . . . . .	63
3.6. AVANTATGES I INCONVENIENTS DELS DIFERENTS MODELS EXPLICATIUS DE LA INTEL.LIGÈNCIA . . . . .	66
3.7. METACOGNICIÓ . . . . .	70
3.7.1. Consideracions generals sobre la metacognició . . . . .	70
3.7.2. Definicions d'intel.ligència segons la metacognició . . . . .	71
3.7.3. Definicions i conceptes de metacognició . . . . .	72
3.7.4. Història . . . . .	75
3.7.5. Paper de la metacognició a l'escola: importància d'ensenyar a pensar a l'escola. . . . .	79
3.7.6. Variables a les quals estan sotmeses les estratègies d'aprenentatge i que determinen l'eficàcia a l'hora d'optimitzar els aprenentatges . . . . .	84

3.7.7. Necessitat de realitzar estudis pràctics sobre ensenyar a pensar . . . . .	85
<b>4. INFORMÀTICA . . . . .</b>	<b>88</b>
4.1. DEFINICIÓ D'ORDINADOR, PARTS I USOS DEL MATEIX . . . . .	90
4.1.1. Definició d'informàtica i d'ordinador . . . . .	90
4.1.2. Parts d'un ordinador . . . . .	90
4.1.3. Usos de l'ordinador dins el camp educatiu . . . . .	92
4.2. RAONS PER LA CREACIÓ DE SOFTWARE . . . . .	95
4.3. CARACTERÍSTIQUES NECESSÀRIES PER LA CREACIÓ DE SOFTWARE . . . . .	97
4.3.1. Necessitat d'un equip interdisciplinar . . . . .	97
4.3.2. Requeriment de programes amb una qualitat mínima i amb determinades característiques . . . . .	98
4.4. FASES PER LA PRODUCCIÓ DE SOFTWARE . . . . .	101
4.4.1. Predisseny o disseny funcional . . . . .	102
4.4.2. Estudi de viabilitat o test d'oportunitat . . . . .	105
4.4.3. Dossier de disseny orgànic . . . . .	106
4.4.4. Programació . . . . .	107

---

4.4.5. Avaluació interna .....	108
4.4.6. Avaluació externa .....	108
4.4.7. Ajustaments i publicació .....	109
4.5. FUTUR DE LA INFORMÀTICA .....	109
<b>5. LA INFORMÀTICA COM A INSTRUMENT D'OPTIMITZACIÓ DEL RENDIMENT INTEL.LECTUAL. AVANTATGES I INCOVENIENTS .....</b>	<b>114</b>
5.1. LA INFORMÀTICA COM A INSTRUMENT D'OPTIMITZACIÓ DEL RENDIMENT INTEL.LECTUAL .....	116
5.2. EFECTES POSITIUS DE LA UTILITZACIÓ DE L'ORDINADOR .....	123
5.2.1. Efectes cognitius .....	123
5.2.2. Efectes sobre l'aprenentatge .....	126
5.2.3. Efectes sobre les actituds .....	129
5.2.4. Efectes socials .....	129
5.3. PROBLEMES DE LA UTILITZACIÓ DE L'ORDINADOR .....	130
5.3.1. Alguns dels problemes que pot presentar la utilització de l'ordinador .....	130

5.3.2. Justificació dels problemes que pot presentar la utilització de l'ordinador . . . . .	133
<b>BLOC EMPÍRIC . . . . .</b>	<b>139</b>
<b>6. OBJECTIUS EDUCATIUS RELACIONATS . . . . .</b>	<b>140</b>
6.1. OBJECTIUS GENERALS . . . . .	142
6.2. OBJECTIUS ESPECÍFICS . . . . .	143
6.2.1. Objectius cognitius . . . . .	143
6.2.2. Objectius afectiu-socials . . . . .	144
<b>7. CREACIÓ DE DOS TESTS D'INTEL·LIGÈNCIA . . . . .</b>	<b>146</b>
7.1. PROTOTIPUS DELS EXERCICIS CREATS . . . . .	148
7.1.1. Prototipus d'exercicis d'igualtat simples . . . . .	150
7.1.2. Prototipus d'exercicis d'unió . . . . .	151
7.1.3. Prototipus d'exercicis d'intersecció . . . . .	152
7.1.4. Prototipus d'exercicis barrejats d'unió i d'intersecció . . .	153
7.1.5. Prototipus d'exercicis d'inclusió . . . . .	154
7.1.6. Prototipus d'exercicis de desigualtat i de no inclusió . . .	156

---

7.2. ELEMENTS UTILITZATS EN LA CREACIÓ DE LES PROVES .	157
7.3. COMPOSICIÓ DE LES PROVES TRL . . . . .	158
<b>8. DEPURACIÓ DEL TRL-LL I DEL TRL-F I CONTRASTACIÓ AMB ALTRES TEST . . . . .</b>	<b>159</b>
<b>9. HIPÒTESIS . . . . .</b>	<b>172</b>
<b>10. VARIABLES I DISSENY . . . . .</b>	<b>176</b>
<b>11. CARACTERÍSTIQUES DELS SUBJECTES DELS GRUPS EXPERIMENTALS I GRUP CONTROL . . . . .</b>	<b>183</b>
<b>12. CREACIÓ DE DOS PROGRAMES INFORMATITZATS PER L'OPTIMITZACIÓ DEL RENDIMENT INTEL.LECTUAL . . . . .</b>	<b>189</b>
12.1. FONAMENTACIÓ DEL PROGRAMA INFODAT . . . . .	191
12.2. FONAMENTACIÓ DEL PROGRAMA INFOTRL . . . . .	192
12.3. PASSOS SEGUITS EN LA REALITZACIÓ DELS PROGRAMES . . . . .	193
12.3.1. Constitució d'un equip interdisciplinar . . . . .	193
12.3.2. Predissenys . . . . .	194
12.3.3. Estudi de la viabilitat . . . . .	195
12.3.4. Disseny orgànic . . . . .	196

---

12.3.5. Programació . . . . .	202
12.3.6. Avaluació interna . . . . .	203
12.3.7. Avaluació externa . . . . .	203
12.4. FUNCIONAMENT DELS PROGRAMES . . . . .	204
12.4.1. Funcionament del programa INFODAT . . . . .	204
12.4.2. Funcionament del programa INFOTRL . . . . .	210
<b>13. INSTRUMENTS DE MESURA UTILITZATS . . . . .</b>	<b>215</b>
13.1. DAT-AR . . . . .	217
13.2. TRL-LL . . . . .	218
13.3. PMA-R3 . . . . .	219
13.4. AMPE-R3 . . . . .	220
13.5. RAVEN-SUPERIOR . . . . .	220
13.6. DÒMINO D-48 . . . . .	223
<b>14. PROCEDIMENT D'APLICACIÓ DELS PROGRAMES . . . . .</b>	<b>226</b>
<b>15. RESULTATS . . . . .</b>	<b>233</b>
15.1 CONTRASTS DELS DIFERENTS TESTS EN TOTS ELS GRUPS . . . . .	238

---

15.1.1 Contrast DAT-AR . . . . .	238
15.1.2 Contrast TRL-LL . . . . .	239
15.1.3 Contrast PMA-R3 . . . . .	240
15.1.4 Contrast AMPE-R3 . . . . .	242
15.1.5 Contrast RAVEN-S . . . . .	243
15.1.6 Contrast DÒMINO D-48 . . . . .	243
<b>16. CONCLUSIONS . . . . .</b>	<b>245</b>
<b>GLOSSARI . . . . .</b>	<b>253</b>
<b>REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES . . . . .</b>	<b>279</b>
<b>ANNEXOS . . . . .</b>	<b>307</b>
<b>ANNEX 1: VERSIÓ ORIGINAL DEL TRL-LL (76 ÍTEMS) . . . . .</b>	<b>308</b>
<b>ANNEX 2: VERSIÓ ORIGINAL DEL TRL-F (76 ÍTEMS) . . . . .</b>	<b>318</b>
<b>ANNEX 3: VERSIÓ DEPURADA DEL TRL-LL (50 ÍTEMS) . . . . .</b>	<b>328</b>
<b>ANNEX 4: VERSIÓ DEPURADA DEL TRL-F (50 ÍTEMS) . . . . .</b>	<b>335</b>
<b>ANNEX 5: PMA-R3: VERSIÓ DEL PMA-R AMB TRES RESPOSTES . . . . .</b>	<b>342</b>

ANNEX 6: AMPE-R3: VERSIÓ DEL AMPE-R AMB TRES RESPOSTES .	344
ANNEX 7: INFODAT . . . . .	346
ANNEX 8: INFOTRL . . . . .	399





**1.**  
***Introducció***

Fins fa relativament poc temps la informàtica es considerava com una tècnica especialitzada accessible només a una minoria i ningú s'imaginava que l'ordinador estaria tan aviat a l'abast del gran públic, gràcies a l'evolució dels materials, la simplificació dels llenguatges i la reducció dels costos.

D'aquesta manera, en arribar l'ordinador a l'escola moderna es dóna lloc a un desvetllament de la intel·ligència per camins diferents dels de les pedagogies tradicionals, estimulant el rigor, la concentració, la perseverança, la motricitat, la percepció, la memorització, l'esperit crític... ja que obliga als nens a emprar un llenguatge precís, permet actituds noves davant l'error i els guia cap al pensament formal. Així, per exemple, VALERO i SANMARTIN (1994) afirmen que el disseny d'eines informàtiques suposa un salt qualitatiu respecte a altres tipus d'eines més tradicionals.

No obstant, s'ha d'assenyalar que l'escola ha estat relativament impermeable a la revolució tecnològica del món exterior. Malgrat tot, l'entorn informatitzat suposa grans canvis qualitatius en la manera d'organitzar el coneixement; per tant l'escola haurà d'adoptar una actitud emprenedora respecte a les noves tecnologies com a part integrant del currículum (BAUTISTA, 1989 i ESCUDERO, 1993) ja que la millor manera d'aprendre una cosa és utilitzar-la (LAGARDA, 1994).

En molts casos, el creixent nombre de computadores en els centres d'ensenyament s'interpreta com una prova de que ens movem cap a un model de sistema educatiu en el qual el computador juga un paper molt important, degut a l'èxit de les diferents metodologies i projectes que, al llarg d'aquestes tres darreres dècades s'han anat succeint amb la finalitat d'augmentar la qualitat de l'educació mitjançant un ús intensiu del computador (FERNÁNDEZ et al., 1991).

Actualment, existeixen una gran quantitat de programes educatius i el seu nombre creix contínuament; no obstant molts d'aquests no tenen una qualitat mínima per a que es compensi la seva utilització i, per tant, **és necessària la creació de programes que tinguin una eficàcia provada** (TESOURO, 1994a). Així, al present treball s'han creat dos programes concrets per l'optimització del rendiment intel·lectual i s'han aconseguit uns resultats concrets.

CALFEE (1989) assenyala que es parla molt de la qualitat deficient del software existent degut, segons ell, a que el software educatiu és sovint secundari, si bé DUGUET (1990) apunta que la causa del problema de proporcionar a les escoles programes

informàtics de qualitat integrats en el programa d'ensenyament és deguda als alts costos que això suposa; per tant és important que les autoritats nacionals estimulin dita producció ja que sinó es pot crear un cercle viciós: els programes de qualitat segueixen essent cars si el mercat corresponent és limitat i aquest últim seguirà limitat si els costos segueixen elevats.

En aquesta mateixa línia FERNÁNDEZ et al. (1991) remarquen que molts autors no neguen la potencialitat del computador per millorar la qualitat d'ensenyament però diferents causes, entre les que posen en primer lloc la poca qualitat del software, poden fer que la utilització del computador en l'ensenyament no triomfi com podria fer-ho. També indiquen que la creixent utilització del computador en l'ensenyament és un fenomen complex, els efectes del qual han de ser considerats a llarg termini i en el marc de la revolució tecnològica que està sofrint tota la societat. CASANOVAS (1993a) apunta que el desenvolupament científic i social de la nostra societat exigeix cada vegada més, el domini de coneixements tecnològics si bé SANTOS (1991) diu que la major part dels alumnes acaben llurs estudis amb una molt modesta consciència científico-tecnològica.

Ha existit una política errònia d'introducció de sistemes informàtics a les escoles, oblidant que sense programes adequats no serveixen per res. Si veritablement es pretén que l'ordinador contribueixi a la millora de l'ensenyament és imprescindible invertir en l'elaboració de programes educatius, malgrat l'elevat cost que tenen (MONEREO, 1988). No obstant, existeix una carència gairebé absoluta, en la majoria de països, de programes educatius adequats i, per tant, existeix la demanda de la seva producció amb un nivell de qualitat acceptable i a un cost assequible.

En aquest sentit, puc afirmar que la meua motivació per la realització d'aquesta investigació ha estat el fet d'adonar-me de que les carències de material educatiu que utilitzi l'ordinador al nostre país són notables i, per tant, **és necessària l'existència, entre d'altres, de programes informatitzats per una major optimització i aprofitament del rendiment intel.lectual** que siguin adequats al nivell dels nens que els utilitzen ja que es posa de manifest que a major "acció educativa diferenciada", és a dir, ajustada a les necessitats del subjecte, majors increments de desenvolupament de les pròpies capacitats es produeixen i s'ha de tenir en compte que si s'optimitza el rendiment intel.lectual també milloraran altres aspectes de l'aprenentatge.

Un altre aspecte que m'ha portat a realitzar aquest treball de recerca és que fins aquest moment, la majoria dels estudis fets sobre els efectes dels ordinadors són de caire descriptiu, de manera que tenim més informacions sobre els processos d'aplicació i d'utilització que sobre els resultats (SARRAMONA, 1991). LEVRAT (1990) també remarca que no s'han fet investigacions dignes de crèdit que serveixin de pauta a les etapes necessàries per adaptar amb èxit el material didàctic ja existent a un altre medi diferent.

Segons OLIVARES et al. (1988) es fan grans esforços en algunes institucions per incorporar avenços tecnològics amb l'esperança de que siguin un mitjà que contribueixi a assolir els propòsits establerts. No obstant, la seva incorporació i utilització no ha estat precedida, la majoria de les vegades, per estudis rigorosos que permetin establir les possibilitats educatives de tals mitjans, les seves limitacions, les necessitats que demanen la seva adquisició i utilització, etc., pel que hi ha un limitat aprofitament de tals recursos; per aquest motiu, a continuació es presenta una investigació en la que s'arriba a unes conclusions concretes.

També és important remarcar que els professors necessiten tenir bons programes ja fets i, justament, al nostre país manquen aquests; per això a la present experiència s'ha considerat oportú realitzar dos programes i aplicar-los per tal d'obtenir unes dades concretes ja que com a conseqüència de la manca de programes de qualitat també manquen investigacions consistents al respecte.

Si considerem els aspectes positius que la utilització de l'ordinador té sobre l'aprenentatge, sobre la cognició, les actituds i els efectes socials, així com altres característiques positives com poden ser la interactivitat, personalització, facilitat d'utilització, mitjà d'investigació a l'aula, mitjà motivador, aprenentatge individual... apunten que hauria d'utilitzar-se més l'ordinador per tal d'optimitzar diferents aspectes.

Si revisem els treballs de PIAGET veiem que tenen un caràcter teòric que ha permès l'elaboració d'un sistema explicatiu del desenvolupament intel·lectual, que ha fet progressar els coneixements en Psicologia de la Intel·ligència. No obstant és necessari, i el propi Piaget ho va reconèixer així, tota una sèrie de noves investigacions pedagògiques per poder recollir els fruits dels seus ensenyaments en matèria d'educació. Aquest autor explica que existeix un curs normal, una seqüència que tots seguim si bé a ritmes diferents, avançant uns més que d'altres. Per aquest motiu, seria important

l'existència de programes informàtics per millorar el rendiment intel·lectual de forma individualitzada i motivadora que és justament el que es pretén en aquesta recerca.

PAPERT (1981) creu que els ordinadors "poden afectar la manera de pensar i d'aprendre de la gent"; conseqüentment s'ha considerat interessant, en aquesta experiència, intentar arribar a una optimització del rendiment intel·lectual a partir de programació informatitzada. NAVARRO (1988) remarca que s'han de tenir en compte els estadis de desenvolupament quan es vol optimitzar el rendiment intel·lectual; per això s'han determinat, prèviament a l'aplicació dels programes, els objectius i hipòtesis per a que l'aplicació d'aquests resultés adequada a les necessitats cognitives dels nens així com també s'han estudiat les característiques dels mateixos.

D'altra banda, COLE (1992) assenyala que generalment els ordinadors s'estan utilitzant per exercicis repetits o bé per ensenyar a programar. Segons CUMMINS (1989) molts ordinadors a l'escola romanen sense utilitzar-se o bé són emprats per propòsits trivials, no perquè els professors no entenguin els aspectes tècnics involucrats en la seva utilització sinó degut a que les qüestions pedagògiques subjacents no han estat resoltes. Conseqüentment, seria interessant que s'utilitzessin per millorar el rendiment intel·lectual.

DIETRICH (1972) ens explica que el factor decisiu per a una major optimització i aprofitament de la intel·ligència és el constant enfrontament als estímuls i incentius del món que rodeja el nen i que desvetllen en ell el desig d'aprendre ja que les experiències perceptores variades que es donen en un medi ambient ric en estímuls afavoreixen el desenvolupament general i, per tant, també l'intel·lectual. Aquest mateix autor també apunta que tota nova forma de moviment es millora amb la pràctica i que els nens adquireixen a través de la imitació de models, especialment admirats, moltes formes de conducta que tenen un paper molt important en l'estímul del seu desenvolupament intel·lectual. En aquest sentit, els programes que es desenvolupen amb aquest pla de treball poden proporcionar a través de l'ordinador un model important pel nen mitjançant l'estimulació i la pràctica.

Una altra fonamentació la tenim amb CASTILLEJO et al. (1987b) que ens diuen que sigui quin sigui el significat donat a la intel·ligència, no és possible negar-li el rol de potencial de transferència d'aprenentatges. Es pot anomenar intel·ligència abstracta, aptitud d'aprenentatge, o estratègia cognitiva apresada, però sempre s'acceptarà que tindran més quantitat de qualsevol d'aquests processos/categories aquells que resolguin abans un

nou problema de la manera més satisfactòria. D'aquesta manera, el que es pretén amb aquests programes informàtics és que hi hagi **transferència de la informació** ja que segons molts autors aquest és un problema amb el que s'ha d'afrontar tot aprenentatge que pretengui traspassar el context immediat en el que es realitza, com és el cas de l'aprenentatge que té com a finalitat primordial el desenvolupament de la capacitat intel.lectual de l'individu. Conseqüentment, la finalitat d'aquests programes no és només la de capacitar el nen per resoldre els problemes plantejats, sinó la de preparar l'individu per noves situacions.

El mateix CASTILLEJO, també assenyala que les integracions teòriques i pràctiques de les experiències, investigacions i programes específics realitzats han de ser sotmesos a accions de "millora", tant del propi disseny com de la realització, per possibilitar optimitzacions, obtencions de lleis i tècniques pedagògiques que impulsin la seva utilització i aplicació. D'aquesta manera, una vegada s'ha fet l'anàlisi estadística de l'experiència i s'han aconseguit uns resultats s'ha realitzat un apartat de discussió que inclou l'avaluació de l'experiència i propostes de millora.

Finalment, DELVAL (1986) apunta que és interessant que l'ordinador no sigui només un mitjà per transmetre informació sinó que es converteixi en un instrument de treball que contribueixi al desenvolupament intel.lectual i social del nen ja que des del naixement, en interacció amb el medi ambient, va construint no només els seus coneixements sinó la seva pròpia intel.ligència. D'aquesta manera, podem dir que l'ordinador no és més que una màquina que per aconseguir que faci quelcom necessitem donar-li instruccions precises sobre el que ha de fer i sobre com ho ha de fer per tal d'aconseguir la màxima optimització del rendiment intel.lectual. Així, és molt important que hi hagi programes destinats a aquest fi i en aquest sentit es fonamenta la present experiència de desenvolupament d'uns programes concrets.

\* \* \* \*

Respecte a l'estructura d'aquest volum es pot assenyalar que està dividit en dos grans blocs: un **teòric** i un altre **empíric** si bé al final es presenta un **glossari**, les **referències bibliogràfiques** i els **annexos** corresponents.

Dins el **bloc teòric** hi ha quatre capítols (capítol 2, 3, 4 i 5). El segon fa referència a la *història de la informàtica aplicada a l'educació* i en ell es parla dels

precursors dels ordinadors, assenyalant els principals descobriments realitzats entre 1642 i 1944, fent constar els personatges més importants. A continuació es tracten les generacions d'ordinadors que van des del 1946 fins als nostres dies, remarcant la progressiva disminució del consum, dimensions i preu i l'augment de la rapidesa i prestacions en general. Finalment, es tracta la introducció de l'ordinador a l'escola i l'evolució del seu ús en el camp educatiu si bé es fa referència a l'optimització del rendiment intel·lectual.

Dins el tercer capítol que fa referència a la *intel·ligència* es tenen en compte una sèrie de consideracions històriques i evolutives sobre l'estudi de la mateixa. Es tracten els principals models, presentant les seves característiques fonamentals. Així, es considera la intel·ligència monolítica, els plantejaments factorialis, les estructures jeràrquiques i els plantejaments evolutius i qualitius. A continuació es presenta una distinció entre procés i producte, aspecte que afecta als propis models de la intel·ligència. Posteriorment, es complementa la informació anterior descrivint els principals processos intel·lectuals i altres conductes o constructes. També es consideren diferents definicions actuals d'intel·ligència i el concepte de transferència així com els avantatges i inconvenients dels diferents models explicatius de la intel·ligència i la seva aplicació als programes informatitzats per optimitzar-la. Finalment, dins el mateix apartat d'intel·ligència es tracta extensament un subapartat que fa referència a la metacognició. Dins aquest darrer subapartat teòric es comença per fer una sèrie de consideracions generals sobre la metacognició, s'apunten les definicions d'intel·ligència segons la metacognició així com definicions i conceptes de metacognició, es parla de la història de la metacognició, s'accentua la importància del paper de l'escola en el fet d'ensenyar a pensar, es consideren les variables a les quals estan sotmeses les estratègies d'aprenentatge i que són determinants a l'hora d'optimitzar els aprenentatges i, finalment, es té en compte la necessitat de realitzar estudis pràctics sobre ensenyar a pensar.

El quart capítol fa referència a la *informàtica* on es defineix aquesta i l'ordinador, considerant les diferents parts i usos del mateix, segons el software. També es parla de les raons per la creació de programes informatitzats, remarcant la necessitat de que siguin adients i de qualitat acceptable així com la manca d'aquests al nostre país. Un altre aspecte que s'explica són les característiques necessàries per la creació de software. D'altra banda, s'assenyalen les fases que s'han de seguir per la producció de programes

que tinguin una qualitat mínima. I, per últim, es tracta el futur de la informàtica si bé es té en compte que sempre és arriscat fer previsions sobre aquest.

Finalment, el cinquè capítol fa referència a la *informàtica com a instrument d'optimització del rendiment intel.lectual* on es parla de com els ordinadors, mitjançant el software, poden millorar el rendiment intel.lectual si bé també es tracten els efectes positius de la utilització de l'ordinador i els problemes de la utilització de l'ordinador, justificant aquests últims.

A continuació del bloc teòric tenim el **bloc empíric** on hi ha 11 capítols (del capítol 6 al 16). Aquest bloc està basat, fonamentalment, en la realització de dos programes informàtics adreçats a aconseguir una optimització del rendiment intel.lectual i en l'aplicació dels mateixos. D'aquesta forma, primerament (capítol 6), es presenten els *objectius* que es volen aconseguir en aquesta investigació, considerant primer els més generals i després els específics, classificant aquests últims en cognitius i afectiu-socials.

Al capítol 7 es parla de la *creació de dos tests d'intel.ligència*: el TRL-Ll (Test de Relacions Lògiques amb Lletres) i el TRL-F (Test de Relacions Lògiques amb Figures). Primerament es mostren els prototipus dels exercicis creats: d'Igualtat Simple, d'Unió, d'Intersecció, d'Unió i d'intersecció, d'Inclusió, de Desigualtat i de No Inclusió. Després es presenten els elements utilitzats en la creació de les proves i la composició de les mateixes.

A continuació (capítol 8) s'explica la *depuració dels dos instruments creats (TRL-Ll i TRL-F)* i es realitza un estudi pràctic on es contrasten aquests dos tests amb d'altres ja que s'aplica un total de 9 proves a 47 nens de 13-14 anys de diferents escoles públiques.

Seguidament es presenten les *hipòtesis* (capítol 9) que es basen en el marc teòric treballat i en l'estudi previ realitzat (capítol 8).

Posteriorment es presenten les *Variables i Disseny* (capítol 10), on es mostren els 4 grups equilibrats (tres d'experimentals i un de control) i les proves utilitzades al pretest i postest.

Una vegada dissenyada l'experiència es passa a la redacció de les *característiques dels subjectes dels grups experimentals i grup control* (capítol 11), remarcant que es tracta de nens adolescents de 13-14 anys els quals es troben al principi de l'etapa que Piaget anomena del pensament formal.



Tot seguit, al capítol 12, es passa a explicar *com s'han creat els programes informatitzats per l'optimització del rendiment intel.lectual*, tenint presents tres aspectes. En primer lloc s'explica en quines proves es fonamenten: en el DAT-AR i en el TRL-LI, remarcant allò que mesuren aquestes. En segon lloc s'apunten, ordenadament, els passos seguits en la realització dels programes (constituïció d'un equip interdisciplinari, predissenys, estudi de la viabilitat, disseny orgànic, programació, avaluació interna i avaluació externa). I finalment, en tercer lloc, es parla detalladament del funcionament dels programes, presentant diferents gràfics per a que resulti més fàcil la seva comprensió.

Així, en haver descrit com s'han creat els programes s'exposen els *instruments de mesura utilitzats* (capítol 13) per la verificació de les hipòtesis, dient per què s'han escollit aquestes proves i el que mesuren les mateixes. S'ha d'assenyalar que s'utilitzen les mateixes mesures pretest i postest i aquestes són: el DAT-AR, TRL-LI, PMA-R3, AMPE-R3, Raven-superior i Dòmino D-48.

Seguidament, al capítol 14, s'apunta *el procediment d'aplicació dels programes*, destacant a quins alumnes van dirigits, com s'han distribuït els grups experimentals i control, quines explicacions s'han donat als nens, quantes vegades s'han aplicat els programes...

A continuació es redacten els *resultats* (capítol 15), una vegada analitzats amb el programa SPSS/PC versió 2.0. Es presenten els contrastos dels diferents tests en tots els grups, és a dir, es mostren una sèrie de taules comentades, cadascuna de les quals representa el contrast entre les mitjanes de la primera i segona passada d'un test determinat en els tres grups experimentals i el grup control.

Al capítol 16 es comenten les *conclusions* on es fa una contrastació dels resultats amb les hipòtesis i s'inclou l'avaluació de l'experiència i propostes de millora.

Finalment, es presenta:

- **Un glossari** per aclarir els termes d'informàtica que surten al llarg del present treball si bé s'ha d'assenyalar que pel que fa a termes de psicologia només s'inclouen aquells tres que s'han considerat més rellevants per aquesta investigació: optimització, intel.ligència i transferència d'aprenentatges ja que

aquesta tesi llegeix des de la Facultat de Psicologia de la Universitat Autònoma de Barcelona i, per tant, no s'ha considerat necessari incloure la resta de conceptes psicològics.

- **Les referències bibliogràfiques** emprades per la realització d'aquesta investigació.

- **Els annexos** corresponents que són vuit:

1. La versió original del TRL-L1 que té 76 ítems.
2. La versió original del TRL-F que té 76 ítems.
3. La versió depurada del TRL-L1 que té 50 ítems.
4. La versió depurada del TRL-F que té 50 ítems.
5. El PMA-R3. És una nova versió del PMA-R amb tres respostes.
6. L'AMPE-R3. És una nova versió de l'AMPE-R amb tres respostes.
7. L'INFODAT que és el primer programa creat per l'optimització del rendiment intel.lectual. Conté els 50 exercicis que formen el programa. Aquests es mostren primerament resolts correctament si bé a sota es troben mal resolts per a poder observar l'explicació que presenta el programa.
8. L'INFOTRL que és el segon programa creat per l'optimització del rendiment intel.lectual. Conté els 50 exercicis que formen el programa i, igual que en el programa anterior, aquests es mostren primerament resolts correctament i a sota es troben mal resolts per a poder observar l'explicació que presenta el programa.

# *Bloc Teòric*

## **2. Història de la informàtica aplicada a l'educació**

## **2. Història de la informàtica aplicada a l'educació**

### **2.1. Precursors dels ordinadors i generacions dels mateixos**

#### **2.1.1. Precursors dels ordinadors**

#### **2.1.2. Generacions d'ordinadors**

### **2.2. Introducció de l'ordinador a l'escola i evolució del seu ús en el camp educatiu i en l'optimització del rendiment intel·lectual**

#### **2.2.1. Evolució de la utilització de l'ordinador fins arribar a l'escola**

#### **2.2.2. Fases de l'ús de l'ordinador amb intencionalitat educativa**

- . Els models clàssics (1950-1960)
- . Recerca de models més oberts (1960-1970)
- . Èmfasi en els models d'aprenentatge per descobriment (1970-1980)
- . Models basats en sistemes experts (1980-1990)

## 2.1. Precursors dels ordinadors i generacions dels mateixos

### 2.1.1. Precursors dels ordinadors

La paraula "història", generalment, conté unes connotacions de llunyania en el temps que potser no la fan massa adequada per tractar el tema que ens ocupa; per aquest motiu en ocasions s'ha preferit emprar el terme d'antecedents o precursors. Això és degut a que l'aparició dels ordinadors en el món educatiu no sobrepassa gaire les dues dècades, tal com es veurà més endavant, essent encara més recent la utilització d'aquests per optimitzar el rendiment intel.lectual; per tant podem dir que la història dels ordinadors no és molt extensa.

No obstant, ara que la informàtica s'introdueix amb decisió en el món de l'educació no convé perdre de vista quines són les arrels d'aquesta ciència, per poder apreciar fins a quin punt les noves tecnologies poden servir de recolzament a la tasca docent.

Com totes les innovacions humanes, els ordinadors no han sorgit del no res sinó que tenen uns antecedents i les idees que estan darrera d'ells són en alguns casos molt antigues. Així, el primer dispositiu que es pot mencionar per realitzar operacions numèriques és l'Àbac, l'origen del qual no es coneix perfectament, però alguns el situen a Babilònia fa uns 5.000 anys. L'àbac és la primera màquina que ajuda a realitzar un treball intel.lectual, davant les màquines habituals que serveixen per realitzar treballs físics (DELVAL, 1986).

Al llarg del temps s'han anat construint una sèrie de màquines mecàniques, cada vegada més programables, dirigides fonamentalment a facilitar els càlculs matemàtics, les quals poden considerar-se els avantpassats dels actuals ordinadors. MARQUÈS i SANCHO (1987), entre altres autors, ens resumeixen els precursors dels ordinadors de la següent manera:

- Al **1642** Blas Pascal, filòsof i científic francès, va construir una màquina de calcular (una sumadora).
  
- Al **1694** el també filòsof i científic Leibniz, alemany, va fer una màquina capaç de multiplicar i dividir que perfeccionava la màquina de Pascal ja que realitzava les quatre operacions aritmètiques bàsiques.
  
- Al **1833** Charles Babbage, enginyer anglès, dissenyà la "màquina analítica", capaç de fer qualsevol càlcul matemàtic (logaritmes, quadrats, cubs...). Amb la terminologia actual es podria considerar com un ordinador mecànic que faria funcionar programes específics i que incorporaria una sèrie d'elements fonamentals en els ordinadors actuals (memòria, unitat aritmètica lògica, unitat de control i dispositius d'entrada i de sortida). No obstant, encara que els seus principis són semblants als dels actuals ordinadors, no va arribar a construir-la.
  
- Al **1880** Herman Hollerit, d'Estats Units, va crear una màquina que mitjançant la utilització de fitxes perforades permetia classificar gran quantitat de dades ràpidament. Així, va mecanitzar l'oficina del cens del seu país amb targetes perforades i, per tant, el cens de 1890 es realitzà amb un sistema que constava d'una màquina de tabular, targetes perforades (amb informació codificada), una màquina lectora de targetes i una altra classificadora. Finalment, es pot dir que Hollerit fou el primer professional de la computació (LABORDA, 1987a).
  
- I en **1944** Howard Aiken, a la universitat de Harvard, va construir el primer calculador amb elements electromecànics, el MARK-I, que funcionava a base de relès i es programava mitjançant la connexió o desconnexió de claus externes. MARK-I era una màquina molt gran, de gran consum elèctric, tenia moltes avaries, era poc fiable, lenta... però constituïa l'avantpassat més proper dels calculadors electrònics amb els que s'inicia l'era dels ordinadors.

## 2.1.2. Generacions d'ordinadors

Respecte a les generacions d'ordinadors, podem dir que en els darrers 40 anys hi ha hagut un vertiginós desenvolupament de la microelectrònica. El consum, dimensions i preu dels ordinadors no ha deixat de baixar, mentre que ha augmentat contínuament la seva fiabilitat, rapidesa i presentacions en general. A continuació es presenta la seva evolució (MARQUÈS i SANCHO, 1987, ESCOTET, 1988 i LARRIBA, 1991, entre d'altres):

### PRIMERA GENERACIÓ

Al 1946 es va construir el primer ordinador electrònic de la història, fabricat amb finalitats militars: ENIAC (Electronic Numerator, Integrator, Analyzer and Computer), que funcionava a base de *vàlvules de buit* i era de grans dimensions i alt cost. L'entrada i sortida de dades es realitzava mitjançant fitxes perforades i el programa s'emmagatzemava en la memòria juntament amb les dades segons el principi de Von Neumann. L'equip consistia en sales de laboratori plenes de relès i tubs al buit, els programes eren escrits en el codi binari més elemental, i el poder computacional en la seva totalitat era menor que el que està disponible normalment en una calculadora de butxaca avui en dia. No obstant, en els deu anys de vida d'ENIAC, es creu que aquesta màquina va fer més operacions aritmètiques que les que havien estat fetes per tota la humanitat abans de 1945 (DAILEY, 1989).

ENIAC és un prototipus amb fins científics i militars si bé més tard apareixeran UNIVAC, MANIAC i IBM-650 amb un plantejament comercial, encara que dirigits a grans institucions.

S'ha de remarcar que UNIVAC I funciona segons el principi de Von Neumann que concep la idea del computador amb programa memoritzat, és a dir, que s'utilitza mitjançant instruccions emmagatzemades en una memòria. D'aquesta manera, tots els ordinadors, a partir de llavors -1946-, funcionaran segons els principis de Von Neumann, evitant així l'ús de claus externes. D'altra banda en aquesta primera generació es desenvolupa també la *cibernètica* que es tracta de l'art de controlar i manar les noves



màquines automàtiques. Aquesta disciplina es proposa estudiar i construir màquines que siguin capaces d'imitar el funcionament del cervell humà. D'aquesta forma, els primers anys de la història dels ordinadors es caracteritzen, més que per les conquestes decisives, per la proliferació d'importants estudis teòrics (PENTIRARO, 1983).

Finalment, MESTRE (1985) ens explica que a partir de 1950 l'automatització de la indústria, de la gestió, del càlcul... es converteix ja en quelcom imparabile. La informàtica, paral·lelament al desenvolupament de l'electrònica i de les telecomunicacions, anirà entrant en tots els camps de la vida de l'home. El poder es fa sinònim de control d'informació: gran quantitat d'informació a la qual es pot accedir, processar i manipular a increïbles velocitats. D'aquesta manera, aquest mateix autor comenta que si volguéssim fer un ordinador amb les mateixes posicions de memòria que neurones té el cervell humà, utilitzant tecnologia de la 1<sup>a</sup> generació seria tan gran com la ciutat de París, i consumiria moltíssima energia.

## SEGONA GENERACIÓ

Al 1956 es va descobrir el *transistor*, un petit component electrònic de baix consum que realitzava el mateix treball que les vàlvules de buit i que representava la diferenciació entre la primera i segona generació. S'ha de dir que una vàlvula de buit ocupa el mateix espai que 1000 transistors i que, a més a més, el transistor és més ràpid, té menys reparacions, la seva construcció és més senzilla i la quantitat d'energia que absorbeix és molt petita. També, un altre aspecte important és que el transistor permet reduir les altes temperatures provocades per les vàlvules del buit i augmenta la seva fiabilitat.

Els ordinadors que es van construir amb aquesta tecnologia són grans (si bé són molt més petits que els anteriors) i estan connectats a molts terminals pels quals li entren les dades a tractar o emmagatzemar en cintes magnètiques. Exemples d'aquesta generació són els IBM-7090 i IBM-360 (el més venut).

## TERCERA GENERACIÓ

Van aparèixer les tecnologies dels *circuits impresos i integrats* (1965), que faciliten la fabricació de "*miniordinadors*" ja que un petit circuit integrat o "xip" pot fer el treball

de molts transistors i per emmagatzemar la informació s'utilitzen discs magnètics.

El desenvolupament d'aquesta tecnologia i la consecució de dimensions microscòpiques gràcies a aquests circuits han representat un pas decisiu en la història de l'evolució dels ordinadors. Està clar que la reduïda dimensió dels circuits integrats ha tingut un pes decisiu en el desenvolupament dels ordinadors, accentuant notablement els avantatges aportats per la introducció del transistor; augmentant la velocitat de procés, degut a que un menor espai equival a una menor quantitat de temps necessari per obrir i tancar els circuits; i, finalment, fent baixar encara més els costos. D'altra banda, els avantatges oferts per la microminiaturització dels circuits i l'aparició d'ordinadors de petites dimensions, miniordinadors, donaren costos de procés pels sistemes informàtics considerablement inferiors als costos de gestió de les línies telefòniques. Això afavorí la concentració perifèrica dels processos en els sistemes que, malgrat la seva dimensió, tenien una notable capacitat operativa. D'aquesta forma, els miniordinadors s'utilitzaren també com a terminals intel·ligents que permetien accedir als recursos de l'ordinador central (PENTIRARO, 1983).

#### QUARTA GENERACIÓ

Aquesta generació va començar el 1971 quan es va fabricar el primer *microprocessador* que no és ni més ni menys que un xip programable, una unitat central d'ordinadors comprimida dins d'un circuit integrat. Cal esmentar que un xip equival a 100.000 transistors en un mil·límetre quadrat i, per tant, disminueix considerablement la dimensió i el consum, essent aquesta tecnologia la que dona pas als *microordinadors* actuals.

En aquest sentit es pot afirmar que la difusió massiva dels microordinadors, deguda a les seves grans prestacions i baix cost, està produint canvis estructurals en la nostra societat que entra així en una nova era: "la societat postindustrial". DAILEY (1989) remarca que els computadors es fan més petits físicament, més poderosos lògicament, més barats i més accessibles per la societat així com també assenyala que s'ha notat que els grans computadors que tenim avui en dia podrien haver estat considerats com a "supercomputadors" deu o vint anys endarrera.

## CINQUENA GENERACIÓ

La idea de la cinquena generació va ser iniciada pels japonesos a l'octubre de 1981 i fa referència al projecte de crear ordinadors de gran potència i que es comportin d'una manera que podríem anomenar intel·ligent, és a dir, que es recolzin en les tècniques del que s'anomena intel·ligència artificial (DELVAL, 1986). Així, el desenvolupament de la Intel·ligència Artificial és el cor del desenvolupament de la cinquena generació d'ordinadors (POSPELOV, 1989).

La tecnologia segueix avançant, apareixen noves substàncies superconductores, el làser, interruptors òptics... i alguns pensen que abans d'una dècada tindrem nous ordinadors: més ràpids, capaços d'entendre el nostre llenguatge natural, capaços de parlar... si bé avui ja existeixen alguns d'aquests prototipus.

Actualment els científics tracten d'avançar un pas més intentant que l'ordinador passi de ser un processador de dades a ser un processador de coneixements, és a dir, una màquina

capaç d'executar un elevat nombre d'inferències lògiques. Aquesta nova màquina podrà ser de 100 a 10.000 vegades més ràpida que les de la generació anterior.

Els esforços dels científics s'encaminen a la millora d'una tecnologia per sí mateixa d'alta escala d'integració i cap a la introducció de diferents processadors en la CPU (Unitat Central de Processament), dotant l'ordinador de la capacitat d'executar múltiples tasques simultàniament. Conseqüentment, el futur d'aquest sembla apropar-se a nosaltres a un bon ritme.

Últimament està molt clar que l'evolució dels ordinadors no s'ha de parar. És quelcom que es pot afirmar des del moment que la investigació ja programada ha anat trobant projectes, prototipus i tecnologies referents a l'ordinador molt interessants.

## 2.2. Introducció de l'ordinador a l'escola i evolució del seu ús en el camp educatiu i en l'optimització del rendiment intel·lectual

### 2.2.1. Evolució de la utilització de l'ordinador fins arribar a l'escola

Les primeres funcions atribuïdes als ordinadors estaven lluny de posseir el qualificatiu d'"educatives" i, per tant, encara estaven molt més lluny d'aconseguir una optimització del rendiment intel·lectual a partir de programació informatitzada. D'aquesta manera l'ordinador, concebut en un principi per ser usat principalment com a eina de càlcul i per donar una resposta a determinats problemes de gestió que es presentaven en el món laboral, es trobava allunyat de les tasques quotidianes (TESOURO, 1993). No obstant, s'ha de destacar que les primeres utilitzacions d'aquest en el camp educatiu tenen ja més de vint-i-cinc anys, la qual cosa posa en evidència l'anticipada visió dels investigadors al voltant de les aportacions que aquestes màquines podrien conferir en aquest terreny (GROS, 1987).

Les primeres aplicacions de l'ordinador a la didàctica tingueren lloc als Estats Units a la segona meitat dels anys cinquanta. Resulta difícil dir qui fou el que inicià l'estudi d'aquestes aplicacions de l'ordinador a la didàctica si bé es pot assenyalar que no va haver-hi camp en el que no s'intentés provar un nou ús, amb conquestes molt diferents (PENTIRARO, 1983).

Avui la seva aplicació s'ha diversificat i va des de la resolució de problemes de gestió fins a la robotització de les cadenes de muntatge i el correu electrònic. També la informàtica, igual que altres disciplines, només després de ser utilitzada amb resultats positius en la indústria és quan es considera part del currículum escolar. D'aquesta manera, els ordinadors no han estat dissenyats per resoldre problemes educatius, però el que és veritat és que ja els tenim introduïts a la societat i, per tant, o bé els utilitzem i li treiem el màxim rendiment o bé ens utilitzaran ells a nosaltres (ARIAS, 1989) ja que

la introducció de les noves tecnologies a l'educació en general és inevitable (VANDAMME, 1989).

Així, paral·lelament a la seva utilització en els més diversos camps, es començava a estudiar i experimentar també la seva aplicació a l'ensenyament. Es veia que l'ordinador podia ser un instrument extraordinàriament eficaç si s'utilitzava com a màquina per ensenyar i, al mateix temps que s'iniciaven les utilitzacions de tipus científic i de gestió, s'anaven intentant gradualment les primeres aplicacions a la didàctica, amb un desenvolupament que ha anat augmentant fins els nostres dies. És més, les etapes més significatives de l'evolució dels ordinadors han coincidit amb els desenvolupaments més significatius també de les aplicacions a la didàctica i s'han anat desenvolupant nous aparells teòrics que han portat primer a la formació d'una nova tecnologia didàctica i després a la nova pedagogia de l'ordinador (PENTIRARO, 1983).

Durant l'última dècada s'han publicat molts treballs en els que s'analitza l'impacte que ha produït en el món educatiu la introducció de l'ordinador a l'ensenyament a partir dels anys 60. Entre aquests treballs es poden citar els de O'SHEA i SELF (1985), CARNOY, DALEY i LOOP (1987), KURLAND i KURLAND (1987), TROWBRIDGE (1987) i BORK (1989). Altres treballs en els que es cobreix un ampli període de la utilització de les computadores en l'ensenyament, però que es limiten a una visió del mateix des del camp de la Intel·ligència Artificial, són els de SLEEMAN i BROWN (1982), WENGER (1987) i MANDL i LESGOLD (1988) si bé VAQUERO i FERNÁNDEZ CHAMIZO (1987) fan una introducció a la història de la Informàtica Educativa bastant clara. Si es considera individualment cadascun dels treballs es pot veure que la perspectiva que s'ofereix en ells és una visió interna, en la que investigadors i professors analitzen l'impacte de la Informàtica en l'educació des de dins del propi sistema educatiu, sense donar molta atenció als factors externs al món educatiu, com són els factors socials i tecnològics, que també són importants (FERNÁNDEZ et al., 1991).

Tota la informació recollida en aquests treballs es pot analitzar i valorar des de molts punts de vista. El mateix FERNÁNDEZ et al. consideren que és possible distingir, en aquests gairebé 30 anys d'història d'aplicacions de la Informàtica a l'Educació, dues èpoques clarament diferenciades encara que en part superposades en el temps, finals dels 70 i començament dels 80.

En la primera època l'objectiu és un ensenyament més efectiu a un menor cost. Per assolir aquest objectiu s'utilitzen grans computadores controlant un elevat nombre de terminals i s'empra el paradigma conductista ja que segons SARRAMONA (1990) és innegable la vinculació històrica de la tecnologia de l'educació amb les teories conductistes de l'aprenentatge .

La segona època comença abans de que la primera assoleixi el seu final. Així, si la primera es pot caracteritzar pels grans projectes, la segona es podria caracteritzar per la descentralització de l'esforç que es fa possible tant per l'aparició de la computadora personal com per la diversificació dels paradigmes psicopedagògics, molts dels quals estan clarament lligats als plantejaments de la Psicologia Cognitiva i de la Intel·ligència Artificial (O'SHEA i SELF, 1985). Resumidament, "els anys 80 poden considerar-se com la dècada de la revolució tecnològica en l'educació" (PELGRUM, 1993).

La informàtica ja ha fet el seu camí en el domini de l'educació (SCHNEIDER, 1989) gràcies a la ràpida evolució de la tecnologia informàtica que ha aconseguit en pocs anys un augment considerable de les prestacions, que tal com ja s'ha apuntat es poden resumir d'aquesta forma: rapidesa de càlcul, gran capacitat d'emmagatzemament de dades i una fort disminució de les dimensions i del preu dels ordinadors. Apareixen, d'aquesta manera, els anomenats ordinadors personals, i aquesta aparició obre les esperances del sector de l'ensenyament, que veu com els altres sectors socials ja han anat incorporant els instruments informàtics mentre que a l'escola això encara no s'ha acabat de fer, fonamentalment per motius econòmics. (BALDRICH i FERRÉS, 1990). Conseqüentment, segons PRAT i VIVES (1992) l'ús de l'ordinador en el conjunt de l'escola en moltes ocasions és completament desfasat amb l'evolució de la mateixa informàtica.

D'aquesta manera, davant l'aparició de noves necessitats dins la societat, l'escola haurà de tenir resposta i saber adaptar-se, perquè "la nova tecnologia per sí sola pot utilitzar-se per practicar la pedagogia més tradicional" (Juan Delval) (MESTRE, 1985).

D'altra banda, la introducció de la informàtica en una escola sol ser deguda a diferents causes, que van des de la iniciativa aïllada d'un professor fins a la direcció del centre o d'un grup de centres o de l'administració, sense oblidar la pressió de famílies o Associacions de Pares (ÁVILA, BETRIU i BERROCAL, 1990).

Segons HERRERO (1990) la introducció generalitzada de l'ordinador dins el camp educatiu és el resultat de dos fenòmens bàsics:

1. La possibilitat d'accedir als ordinadors d'una forma relativament barata, que en un principi va ser gràcies a la tècnica del temps compartit i posteriorment mitjançant la introducció dels microordinadors.
2. La metodologia aportada inicialment per l'ensenyament programat i, posteriorment, per altres camps psicològics i pedagògics, que varen donar la possibilitat de ser traduïda ràpidament a un programa d'ordinador. Així BALDRICH i FERRÉS (1990) ens expliquen que les primeres aplicacions dels ordinadors en el món educatiu varen seguir les línies marcades per l'ensenyament programat i no aportaven a l'ensenyament tradicional molt de nou en qüestions metodològiques, només se substituïen els recursos -ordinadors en lloc de llibres- i s'incorporava l'elevada velocitat que els ordinadors proporcionaven pel processament de les respostes. Conseqüentment, quan varen aparèixer aquests moltes persones veien la màquina d'ensenyar per excel·lència i l'aparell que podria sublimar l'ensenyament programat. Així, les primeres utilitzacions en l'ensenyament anaven per aquest camí.

El nom donat a aquesta aplicació és, generalment, conegut com Ensenyament Assistit per Ordinador (EAO) i els programes desenvolupats per ella se situen en el pla de l'aprenentatge individualitzat. Precisament, molt sovint es ressalta l'eficàcia d'aquests sistemes justament per permetre aquests tipus d'ensenyament. No obstant, encara que si bé és important l'aprenentatge individualitzat especialment per l'adquisició de determinades tècniques (programes de pràctica i exercitació), l'ordinador a l'aula no ha de considerar-se com una eina adreçada cap a la individualització del procés d'ensenyament-aprenentatge (GROS, 1987).

L'ús de l'ordinador dins el camp educatiu és un fet ben conegut per tots en l'actualitat i es diferencien clarament dues fórmules generals d'utilització per part de l'educador dins l'aula:

1. L'ús d'eines creades prèviament per altres investigadors amb fins concrets i puntuals, com són els editors de text (orientació secretarial) o els programes

destinats a complementar la instrucció exercida pel mestre (ensenyament assistit per ordinador).

2. La introducció a la informàtica mitjançant el coneixement d'un llenguatge de programació (Basic, Pascal, Logo, Prolog, etc.), on l'alumne i/o professor es converteixen en programadors amb l'objecte de poder resoldre problemes mitjançant l'ús de l'ordinador i sense estar lligat de forma permanent a un especialista en informàtica (HERRERO, 1990).

Un altre aspecte a considerar és que la introducció dels ordinadors en els centres d'ensenyament s'ha fet de forma molt lenta i encara avui estem lluny d'un ús massificat d'aquests aparells. Els primers projectes es desenvolupaven sobre grans ordinadors -els únics que hi havia- que tenien un cost elevat i poca rendibilitat pel que gairebé era impossible pensar en una generalització d'ús en l'ensenyament (BALDRICH i FERRÉS, 1990).

No obstant, podem dir que des de fa més d'una dècada tant la informàtica com la microelectrònica han assolit gran importància per l'educació i pel desenvolupament de la societat a nivell mundial. Actualment, els països en vies de desenvolupament industrial han implantat l'ús i el desenvolupament d'estratègies educatives basades en les noves tecnologies de la informació i específicament en el desenvolupament comercial de la microelectrònica: la computadora. D'altra banda, de països com Espanya, França, Anglaterra, Estats Units, Canadà i Mèxic sorgeixen projectes nacionals o privats, amb diferents orientacions i punts de vista, de hardware i software, o bé de software acompanyat d'estratègies psicològiques i epistemològiques noves, o recolzant-se en la tecnologia educativa (JUÁREZ, 1989).

D'aquesta manera sorgiren o es varen reemprendre projectes d'incorporació dels mitjans informàtics a l'ensenyament afavorits pels governs de diferents països. Els materials que es treballaven eren programes informàtics amb continguts lligats al currículum escolar, el desenvolupament dels quals consistia en subministrar informació i en plantejar-li preguntes sobre aquesta. Aquests programes pertanyien a les categories anomenades d'exercitació, programes que fan preguntes i avaluen les respostes, i



tutorials, programes que combinen les preguntes amb explicacions, tal com es veurà més endavant (BALDRICH i FERRÉS, 1990).

Els països anomenats desenvolupats, preveient els possibles efectes de la introducció de mitjans informàtics en l'educació, realitzaren estudis prospectius que han conduït a plans nacionals per a incorporar la utilització de la informàtica al sistema educatiu propi, amb la finalitat de familiaritzar les joves generacions amb uns elements que, amb seguretat, faran servir a l'incorporar-se a la vida activa. A Espanya tampoc romanem aliens a aquests fets (CORREAS, 1985) si bé la introducció de la informàtica a l'escola ha seguit un procés molt desigual en les diferents zones del territori. Probablement, és a partir de 1976 quan comença l'interès pel tema al nostre país. Així, el Ministeri d'Educació i Ciència i FUNDESCO promouen i desenvolupen conjuntament una sèrie de reunions, seminaris i taules rodones amb participació d'experts nacionals i estrangers per analitzar accions en marxa en altres països i reflexionar sobre els possibles plantejaments en el cas espanyol. D'aquesta manera són impulsats diferents estudis i projectes en relació amb la informàtica en el món de l'ensenyament, es realitzen algunes experiències en centres universitaris i es constitueixen diferents grups de treball. Aquest podria ésser el resum del balanç de la situació informàtica i educativa en començar la dècada dels 80. A continuació, els anys 81 i 82 suposen un enlairament en el grau de mentalització i el nombre d'activitats: per exemple hi ha un Concurs de FUNDESCO sobre "ús i aprenentatge de la informàtica en E.G.B., F.P. i B.U.P." i altres cursos (CORREAS, 1985).

Al 1984 i degut a la promoció i divulgació d'aquests temes es varen fer les primeres Jornades sobre Informàtica en l'Ensenyament de Barbastro (Osca) i la Trobada sobre Informàtica en l'Ensenyament Primari i Secundari organitzat pel Ministeri d'Educació a Madrid. La inquietud es va estendre per tot el panorama escolar o, almenys, la idea de que l'ordinador presentava un cert potencial pedagògic. Faltava saber quin era aquest potencial i com transformar-lo en realitat. Aquest mateix any i en la Trobada organitzada pel MEC es va presentar el Projecte Atenea, l'objectiu del qual era la informatització dels centres no universitaris situats en el territori de la seva jurisdicció administrativa. En els anys següents varen néixer altres projectes o plans en territoris autònoms, o bé en àmbits escolars concrets, com és el cas del Projecte alfa en un col·lectiu d'escoles privades. A més a més d'aquests plans globals, que afectaven a certs

col·lectius, han anat apareixent altres moltes experiències puntuals. Durant tots aquests anys la informàtica que s'ha ofertat a l'escola té en l'ordinador un element fonamental: és un element "que treballa" amb l'alumne; qualsevol disseny pedagògic en el que intervé l'ordinador queda condicionat per aquest que és una part de l'estratègia general del procés d'ensenyament-aprenentatge. Així, la interacció alumne-ordinador constitueix un circuit en el que poden donar-se tota una sèrie d'aspectes molt positius que optimitzin tot el procés (MOLAS, 1990), de la mateixa manera que també es pot optimitzar a partir de l'ordinador el rendiment intel·lectual dels alumnes.

Finalment, es pot assenyalar que el mercat de software educatiu al nostre país és bastant reduït comparativament amb altres països (Estats Units, Canadà...). No obstant, la tendència actual a la introducció del microordinador en aules i llars fa preveure la necessitat d'incrementar considerablement l'esmentat tipus de software; per tant serà important que el professor aprengui a discriminar entre diferents programes d'ordinador que se li ofereixin i també serà interessant la creació i utilització de software per optimitzar el rendiment intel·lectual ja que si s'optimitza aquest es millorarà tot el rendiment del nen.

### **2.2.2. Fases de l'ús de l'ordinador amb intencionalitat educativa**

Realitzar una descripció exacta, des del punt de vista històric, suposa certa complexitat donada la carència de textos que agrupin les investigacions realitzades des dels anys 50 fins a l'actualitat. A més a més de la manca de material bibliogràfic sobre el tema, la major part de les referències se centren en l'evolució de la tecnologia computacional en relació a la societat nord-americana i ens manquen dades sobre altres països importants. Conseqüentment, possiblement és millor decantar-se per descriure l'evolució històrica descartant el mètode cronològic i centrar-se en l'estudi de les formes d'utilització de l'ordinador en l'ensenyament, analitzant el pas de procediments rígids en la utilització de l'ordinador a orientacions més obertes (GROS, 1987):

## 1ª FASE: ELS MODELS CLÀSSICS (1950-1960)

Les primeres utilitzacions de l'ordinador en l'ensenyament es varen caracteritzar per la recerca de models de software que complissin la funció tradicional del professor: la transmissió de coneixements. D'aquesta forma, la majoria de les aplicacions durant aquests anys es troben relacionades amb la utilització tutorial de l'ordinador.

Un altre aspecte important en aquest període és l'interès d'algunes empreses i Universitats americanes per desenvolupar software educatiu. Destaquen de forma especial els projectes PLATO i TICCIT que han tingut importants repercussions en l'àmbit educatiu per constituir els primers programes de desenvolupament de software i investigació de l'aplicació de l'ordinador a l'ensenyament.

En definitiva, durant aquesta dècada apareixen quatre tipus de plantejaments que permeten comprendre les primeres aproximacions desenvolupades durant els inicis, aproximacions que a més a més segueixen estant presents en l'actualitat:

### *Programes lineals*

Els primers programes desenvolupats estaven basats en les teories de la utilització de l'ensenyament programat i, molt especialment, en el funcionament bàsic de la màquina d'ensenyar dissenyada per Skinner.

Així, a la dècada dels cinquanta, Burrus Frederic Skinner, psicòleg nord-americà, va reemprendre el camí que havia estat iniciat trenta anys abans als Estats Units pel psicòleg Sidney Pressey en inventar una "màquina d'ensenyar". A partir dels treballs de Pressey, de les investigacions del filòsof rus Ivan Pavlov i dels propis estudis sobre l'aprenentatge dels animals, Skinner redescobrí les possibilitats de l'automatització de l'ensenyament (BALDRICH i FERRÉS, 1990).

El model teòric base parteix de la consideració del condicionament operant com el millor mètode instructiu. Així, l'ensenyament es converteix en l'organització de contingències de reforç, essent aquest últim element el que ha de ser utilitzat per aconseguir el comportament esperat.

Els programes lineals són de fàcil composició ja que estan basats en el model de transmissió d'informació sense interacció, és a dir, no hi ha comunicació bidireccional

entre usuari i ordinador. Així, el material és presentat per l'ordinador amb l'objectiu de dirigir l'alumne cap a la conducta desitjada. Aquest introdueix alguna resposta i és informat immediatament de l'adequació o inadequació d'aquesta. A continuació, l'ordinador presenta la següent part del programa sense que la seqüència seguida per això estigui determinada per la resposta de l'alumne. És el programador del software qui determina les seqüències.

Finalment s'ha de remarcar que la pobresa de la programació lineal és tan manifesta que, encara que molt utilitzada a principis de la dècada dels setanta, en l'actualitat són escassos els programes elaborats amb aquesta tècnica.

### *Programes ramificats*

El creador dels programes ramificats va ser Crowder el qual va considerar que el problema fonamental consistia en el control del procés de comunicació mitjançant l'ús de la retroalimentació. Així, en aquest tipus de software, les estructures dels programes tendeixen a ser unitats més amples. Conseqüentment, una vegada contestada una pregunta, l'alumne rep comentaris sobre la seva resposta i, o bé repeteix la mateixa unitat o bé passa a la següent dins la seqüència d'estructures predeterminada. És així com el programa presenta una major adaptabilitat a les necessitats del nen si bé aquesta és encara petita ja que la següent acció del programa es troba determinada de forma exacta per la resposta donada per l'alumne.

El concepte que d'ensenyament programat té el psicòleg Norman A. Crowder no coincideix amb el de Skinner. Crowder anomena al seu model "programació intrínseca", encara que sovint es designa per "programació ramificada", tal com ja s'ha apuntat. Aquí les preguntes que es plantegen no segueixen una estructura seqüencial, sinó que estan en funció de les respostes que l'alumne va fent. D'aquesta manera una resposta incorrecta a partir d'un concepte no assimilat pot arribar a la formulació de preguntes orientades a l'assimilació d'aquell concepte, preguntes que amb una resposta correcta no s'haguessin formulat (BALDRICH i FERRÉS, 1990).

GROS (1991) assenyala que les primeres aplicacions de la informàtica en l'educació, aparegudes als anys setanta, estaven fonamentades en models conductistes sobre l'aprenentatge i que la teoria del condicionament operant juntament amb les

aportacions sobre la naturalesa de les respostes de l'alumne, basades en la teoria de Crowder, han estat durant molt de temps el model de l'organització, estructuració i transmissió de coneixement en la majoria dels programes d'ensenyament assistit per ordinador (EAO) ja que s'ha de tenir en compte que la tecnologia utilitzada a finals dels anys setanta no permetia crear programes d'ordinador molt més complexes.

En general, la posició dels programes lineals i ramificats remarca la importància de la presentació sistemàtica dels continguts tractant l'alumne com "*tabula rasa*". Es fixen més en l'eficàcia de la instrucció que en la qualitat de l'aprenentatge perquè per aquest tipus d'aplicacions el concepte d'aprenentatge ve a ser un sinònim d'adquisició de coneixements.

### *Projecte TICCIT*

Cap a finals dels anys 50, la National Science Foundation of America (NSF) va decidir invertir al llarg de cinc anys en dos experiments d'E.A.O: els projectes TICCIT i PLATO. Ambdós defineixen dos punts de vista diferents de l'E.A.O.

La direcció del projecte TICCIT (Time-Share Interactive Computer Controlled Information Television) va ser portada a terme per "MITRE Corporation" i la Universitat de Texas que havia treballat en el desenvolupament de sistemes de televisió per cable. L'objectiu fonamental de MITRE va ser el desenvolupament i disseny de hardware i software per la impartició de l'E.A.O. La finalitat del projecte consistia en demostrar que l'E.A.O. podia proporcionar un millor ensenyament a un menor cost que l'ensenyament per mètodes tradicionals.

El material era produït per un equip que reunia a psicòlegs de l'educació, experts en la matèria, tècnics en disseny educatiu, tècnics en avaluació i especialistes en programació. Conseqüentment, el material desenvolupat era fruit del treball d'un equip interdisciplinari.

Finalment l'avaluació final del projecte TICCIT no ha estat publicada en la seva forma definitiva si bé sembla que va ser una experiència molt valuosa, especialment en àrees de matemàtiques i llenguatge.

### *Sistema PLATO*

El segon dels projectes finançats per la NSF estava basat en l'anomenat projecte PLATO (Programmed Logic for Automatic Teaching Operation). Aquest projecte va ser dirigit per Donald Bitzer de la Universitat d'Illinois i tenia com a objectius fonamentals:

- Demostrar la viabilitat tècnica d'una educació basada en l'ordinador veritablement nova.
- Provar que el sistema és manejable, econòmicament viable i capaç d'estar al servei de diverses institucions de qualsevol nivell educatiu.
- Crear material curricular pel nou medi.
- Fomentar en els usuaris -professors i alumnes- l'acceptació d'un nou mitjà dissenyat per incrementar l'eficàcia i productivitat del procés d'ensenyament.

El punt de vista de PLATO és diferent al del projecte TICCIT. Mentre que aquest utilitzava un modest sistema d'ordinadors, els dissenyadors de PLATO creien en xarxes molt esteses de terminals i en allò més avançat de la tecnologia. La preparació del material dels cursos no exigia un model organitzatiu com en el cas dels equips de producció de TICCIT. D'aquesta manera, el professor podia utilitzar el sistema quan i com volgués i elaborar el material segons la seva conveniència, per això el material PLATO resulta de qualitat molt variable.

D'altra banda, el funcionament simultani de centenars de terminals gràfiques a distància variables de l'ordinador principal exigia una arquitectura del sistema complicada, però altament eficient.

Finalment, els programes desenvolupats pel sistema PLATO inclouen àrees molt diverses tals com l'aritmètica, la química, els idiomes, la biologia, les matemàtiques, etc. L'avaluació de l'eficàcia dels programes no ha estat realitzada de forma específica, encara que es van realitzar alguns estudis sobre costs i sobre l'eficàcia dels programes en relació

al temps, així com estudis sobre la motivació desenvolupada en els educands en utilitzar aquests sistemes.

## 2ª FASE: RECERCA DE MODELS MÉS OBERTS (1960-1970)

La característica fonamental de la segona fase és la recerca de nous usos de l'ordinador en el camp educatiu. En aquesta època les teories conductistes estan en auge i, per tant, la major part d'aplicacions es troben basades en models de control de conducta.

Però, a més a més dels models conductistes, l'interès per trobar teories científiques, empíricament comprovables, porta també al desenvolupament de teories de l'aprenentatge que tenen per objectiu expressar el model d'aprenentatge humà a través de models matemàtics. Així, durant aquesta dècada dominen fonamentalment dos tipus de plantejaments: els models generatius i els models matemàtics:

### *Models generatius*

L'objectiu fonamental dels models generatius per ordinador és facilitar la tasca de preparar material d'ensenyament i crear situacions d'aprenentatge que permetin a l'alumne resoldre problemes. El mètode exigeix realitzar un programa d'ordinador que generi un determinat problema, amb les seves solucions i diagnòstic. Així el problema és presentat a l'alumne, aquest el resol, es comparen les solucions i si el problema és encertat generalment apareix un segon problema d'un nivell de dificultat superior; i en cas contrari torna a presentar-se el mateix problema fins que aquest sigui resolt satisfactòriament.

Els avantatges potencials dels sistemes generatius són:

1. Proporcionar una font il·limitada de material d'ensenyament.
2. L'espai ocupat pel material d'ensenyament és reduït.
3. Poden proporcionar tants problemes com necessiti l'alumne per assolir un determinat nivell de competència.

4. Poden controlar el nivell de dificultat dels problemes de forma que l'alumne es trobi en tot moment amb els problemes adequats a les seves necessitats.

La major part d'aquests tipus de models se centren en la resolució d'operacions aritmètiques, resultant un tipus de material bastant habitual en l'actualitat.

### *Models matemàtics*

Algunes investigacions intenten cap als anys 70 definir teories exactes de l'aprenentatge que puguin predir els efectes d'actes d'ensenyament alternatius, i puguin crear programes que utilitzin aquest tipus de teories per triar entre les alternatives.

Aquests tipus d'aprenentatges estaven expressats en notació matemàtica desenvolupant així un model diferent, en el qual l'aprenentatge està representat probabilísticament o estadística, i que s'enfronta sobretot a situacions estereotipades d'aprenentatge.

Els passos per la producció d'aquest tipus de programes es definien per la concreció d'un conjunt d'actes d'ensenyament, a continuació es definien els objectius i els costos de cada acte arribant així a emmarcar el model d'aprenentatge al qual s'havia d'arribar. En definitiva s'establien la conducta, els objectius, els costos i els efectes del programa.

Fins aquest moment, aquesta classe d'aplicacions no ha tingut masses repercussions donada la dificultat de dissenyar aquest tipus de software ja que, de fet, és qüestionable que el llenguatge matemàtic sigui el més apropiat per expressar els processos d'aprenentatge.

### TERCERA FASE: ÈMFASI EN ELS MODELS D'APRENTATGE PER DESCOBRIMENT (1970-1980)

L'aparició del microordinador en escena ha possibilitat la materialització de l'anomenada revolució informàtica, en donar dimensió social al seu ús (REQUENA, 1982). Es deixa sentir en la primera part de la dècada dels setanta una revolució de la computació



automàtica. Ja en aquests anys, es té el pressentiment de que l'ordinador té vocació d'ocupar tots els espais de la societat. També, com no, l'educatiu (PÉREZ, 1990).

El desenvolupament de les aplicacions conferides a l'ordinador en l'àmbit educatiu experimenta durant aquest període un important creixement i no es presenta una única via d'actuació. S'ha desenvolupat durant aquesta dècada software per aplicacions de gestió escolar, tutorials, de pràctica i exercitació, però a més a més, gràcies a l'evolució dels ordinadors personals, trobem importants i noves aplicacions que es concreten en la descripció de tres plantejaments fonamentals:

### *Simulació assistida per ordinador*

Sorgeix durant aquesta dècada una aplicació que és molt valorada en el terreny educatiu: la utilització dels programes de simulació.

Aquest tipus d'aplicacions consisteix en utilitzar l'ordinador com a laboratori on poden ser simulats aspectes que es donen a la realitat. La simulació té una gran importància en l'aprenentatge científic. L'alumne, mitjançant l'ordinador, pot interseccionar diferents experiències i provar els nous models resultants. Aquesta és potser la utilització més important de l'ordinador dins el camp educatiu ja que possibilita que molts fenòmens difícils de comprovar siguin més accessibles als alumnes.

Un altre aspecte a remarcar és que amb la introducció dels sistemes de simulació es confereix a l'alumne un paper més actiu en el procés d'aprenentatge que en les aplicacions descrites fins al moment. Així, per exemple, aquest pot responsabilitzar-se de la introducció de paràmetres adequats per l'observació del model simulat.

Tal com ens apunta MORAL (1988), aquest tipus de software presenta una ampla gamma de situacions i problemes on intervenen diferents variables; per tant implica que l'alumne aprengui diferents conceptes i la necessitat de resoldre problemes en funció de la valoració de les variables presents. Així, l'ordinador està com un amplificador de les capacitats existents en el nen i no com a transmissor de la capacitat mental i organitzativa aliena a través d'un programa al qual ha d'adaptar-se de manera forçosa.

D'altra banda la simulació facilita, promou i estimula els mecanismes hipotètic-deductius del pensament, absolutament necessaris, segons Piaget, per a que els individus desenvolupin el pensament abstracte primer i el formal després. No obstant, també

existeixen programes en els que no es pressuposen coneixements sobre el sistema subjacent i es pretén que l'alumne ho descobreixi amb la fórmula clàssica de les ciències: "observació-hipòtesis-experimentació" (JEROME, 1981). En aquest cas serà necessari desenvolupar una estratègia inductiva de raonament. D'altra banda, sembla evident que la força d'aquests tipus de programes es troba en la seva habilitat per estimular els mecanismes de pensament i intuïció. Es preocupa més de desenvolupar en els alumnes la seva capacitat d'entendre situacions i de seguir el camí més coherent que de la simple adquisició de continguts de l'aprenentatge. D'aquesta manera, es pot arribar mitjançant la simulació a una major optimització del rendiment intel.lectual.

En conclusió, l'alumne aprèn millor perquè segons avança en els diversos programes de simulació ha de prendre les seves pròpies decisions, corregir els seus errors, pel que ha d'efectuar consultes en les seves pròpies fonts o en les que el professor li facilita i ha de recollir les seves notes. També es pot dir que aprèn millor perquè es troba més motivat i amb una tècnica de treball molt més adaptada al seu ritme de treball. Un altre aspecte és el fet de que l'error no sigui considerat com una falta, la qual cosa permet a l'alumne perdre la por a equivocar-se i, per tant, a aprendre.

Finalment es pot dir que la complexitat en la creació d'aquest tipus de software determina la manca existent d'aquests programes en l'actualitat.

### *Jocs*

A finals dels anys setanta i juntament amb l'aparició dels videojocs, la utilització dels jocs com a part de l'E.A.O. ha estat valorada molt positivament per la major part d'autors (BESTOUGEFF i FARGETTE, 1982; BORK, 1985; BURKE, 1982, LATHROP i GOODSON, 1983 i KELLY i O'KELLY, 1994).

El joc no només s'ha utilitzat en sí mateix com un software lúdic, sinó que un elevat número de programes instructius han recollit l'esquema bàsic de transmissió d'informació dels jocs i l'han utilitzat per la transmissió de coneixements, en el desenvolupament d'estratègies que poden servir per optimitzar el rendiment intel.lectual, en models de pràctica i exercitació, etc. En definitiva, es tracta de prendre els factors motivacionals presents en aquests i afegir-li un contingut determinat.

NAVARRO (1988) ens parla de la importància de l'activitat lúdica en el desenvolupament psicològic del nen, tema al que s'han dedicat alguns estudiosos de la Psicologia Infantil. El nen necessita que el joc estigui d'una o altra forma inclòs en les seves activitats de classe. Com a reflex d'aquesta situació i donat que la utilització dels ordinadors és cada vegada més freqüent dins l'aula com a instrument auxiliar per portar a terme aquest procés, el software educatiu intenta aportar una sèrie d'activitats que resultin atractives. Els programes pretenen combinar elements formatius i entretinguts de manera que aquestes activitats resultin motivadores pels alumnes, convertint-se així en un útil estri de l'entorn educatiu. Generalment es considera que un programa és bo quan ajunta a la potència necessària per desenvolupar una certa activitat, la major senzillesa d'ús possible. Un bon equilibri entre aquestes dues variables sol definir la qualitat d'un bon producte informàtic, però és necessari exigir una certa dosis d'aspectes positius ja que no s'ha de perdre de vista el paper fonamental que la motivació juga dins l'aprenentatge.

La intensitat de l'aspecte lúdic en el software educatiu existent varia d'uns programes a d'altres. En alguns, apareix tan evident i sofisticat que pot arribar fins i tot a anul·lar el contingut educatiu i convertir-se en una simple distracció. En altres, es mostra d'una forma atenuada i divertida de manera que el nen aprèn amb la sensació d'estar jugant i el seu objectiu es veu aconseguit. Aquest és el cas de certs jocs educatius, els anomenats "jocs d'instrucció", els quals contenen una sèrie d'objectius prèviament determinats a fi de millorar l'aprenentatge (BRIGHT i HARVEY, 1984).

### *Resolució de problemes*

Aquest plantejament està basat en la hipòtesis de que l'esforç requerit en escriure un programa d'ordinador ajuda en el desenvolupament de tècniques de resolució de problemes.

Es diferencia de la simulació perquè l'activitat de l'alumne, més que una part específica del programa, es considera l'aspecte fonamental. A la simulació s'entrega un programa que ha d'utilitzar i que ha estat elaborat prèviament pel programador, on l'alumne no pot introduir cap tipus de modificació. La filosofia implícita en el model de

resolució de problemes consisteix en la creença d'"aprendre fent" davant l'"aprendre observant", propi de la simulació.

El principal moviment desenvolupat a favor d'aquest tipus d'aplicació és el dirigit per Seymour Papert en el M.I.T. (Institut Tecnològic de Massachusete) durant els anys setanta i que va tenir com a resultat la creació del llenguatge LOGO, llenguatge que intenta ser vehicle d'experimentació i desenvolupament d'aprenentatges per part de l'alumne. El LOGO deriva del Lisp, un llenguatge fet servir en els estudis d'intel.ligència artificial. S'ha de remarcar que Papert sosté que no són només els ingredients del raonament els que compten sinó també la forma en que estan organitzats; una ment no pot veritablement créixer massa, si es limita només a acumular coneixements a qualsevol nivell sinó que ha de desenvolupar també formes noves d'utilitzar el que ja sap. Per aquest motiu remarca que alguns dels avenços més importants en el desenvolupament mental es basen, no en la simple adquisició de noves destreses, sinó en l'adquisició de noves formes d'administrar i utilitzar el que ja es coneix.

D'altra banda, les inquietuds de Papert no consisteixen només en aconseguir un llenguatge eficaç per obtenir el màxim rendiment als ordinadors, sinó més aviat eficaç des del punt de vista de la persona que l'empra. En definitiva es tracta d'optimitzar el rendiment educatiu i les capacitats intel.lectuals.

ESPEL, PÉREZ i ROVIRA (1987) assenyalen que en el LOGO hi ha una sèrie de propostes amb diferents graus de dificultat que permeten a cada nen avançar al seu ritme i NAVARRO (1988) ens diu que hi ha programes en els que el nen pot aprendre a programar, a explorar i, al mateix temps desenvolupar determinades capacitats cognitives i estratègies de resolució de problemes sense perdre la il.lusió característica del joc. El millor representant d'aquest gènere, tal com ja s'ha apuntat, és el llenguatge LOGO. L'aspecte més significatiu d'aquest es troba en el fet de que fou creat per a la seva utilització pels nens en l'àmbit educatiu. Té àrees estimulants tals com la utilització de nocions geomètriques i el càlcul numèric a través de la geometria de la tortuga. El seu aspecte gràfic ofereix al nen un món de dissenys i possibilitats que l'animen a explorar. D'altra banda, LOGO és interactiu, és a dir, el subjecte rep una resposta immediata a les seves accions que li permet observar el procés, modificar-lo i identificar els obstacles i errors que es presenten. Pot crear "procediments" i confeccionar nous dissenys formant part a la vegada d'altres procediments. Degut a la senzillesa de la seva forma de

comunicació, permet que el nen explori i desenvolupi la seva capacitat de planificació i utilització de diferents estratègies per la solució de problemes, al mateix temps que es diverteix. Segons ens indica l'estudi de NASTASI i CLEMENTS (1994) el LOGO és una bona eina degut a que ajuda als estudiants a superar possibles dificultats mitjançant la motivació que crea i a l'alt nivell de pensament que desenvolupa. MARQUÈS i SANCHO (1987) assenyala que amb aquesta dinàmica, els alumnes, a més a més de desenvolupar les seves capacitats cognitives en general i millorar la percepció espacial en particular (que són alguns dels avantatges que proporciona un treball d'aquest tipus amb LOGO), aconsegueixen una millor maduresa en les seves actituds socials, sentit de cooperació, hàbits de treball en equip, valoració d'alternatives, presa de decisions... I GROS (1987) ens diu que pretén ser una eina que faciliti el desenvolupament del subjecte i la construcció d'aprenentatges mitjançant processos de descobriment. No es tracta, doncs, que l'alumne aprengui, mitjançant la repetició d'informacions emeses per l'ordinador amb el programa prèviament elaborat, sinó que l'alumne programi l'ordinador i aquesta activitat li permeti reflexionar sobre les seves pròpies estratègies d'actuació construint així, de forma dinàmica, els seus propis aprenentatges. Papert parteix d'una versió forta de l'analogia entre l'ordinador i la ment. Per això planteja l'ús del llenguatge LOGO com a una eina capaç d'expressar el propi pensament del subjecte, considerant com a propòsit fonamental de la intel·ligència artificial el fet de concretar les idees sobre el funcionament dels processos mentals que anteriorment pogueren semblar excessivament abstractes. I, en definitiva, es pot dir que també s'optimitza el rendiment intel·lectual.

Finalment, en aquesta mateixa línia, es pot agrupar tot un conjunt de programes les pretensions dels quals se centren en ajudar a promoure la capacitat de resolució de problemes i que, malgrat la seva qualitat i importància, no sempre troben un espai clar en els actuals currículums tan sovint lligats als continguts (MORAL, 1988).

#### QUARTA FASE: MODELS BASATS EN SISTEMES EXPERTS (1980-1990)

Aquesta última fase se centra en la recerca de modalitats que permetin una interacció més oberta entre l'alumne i l'ordinador. La major part d'expectatives consideren la utilització de tècniques que procedeixen del camp de la intel·ligència artificial així com del

desenvolupament de sistemes experts. Així sorgeixen dos tipus de plantejaments fonamentals:

### *Resolució de problemes amb llenguatges d'intel·ligència artificial*

La intel·ligència artificial estudia processos que suposen comportament intel·ligent (resolució de problemes experts en entorns complexos, no estructurats, amb molts obstacles i on no hi ha algorismes que donin solucions universals (LÓPEZ 1990).

Generalment es considera la intel·ligència artificial com la resolució mitjançant la utilització de l'ordinador de problemes que exigirien intel·ligència si fossin resolts pels éssers humans. El que es pretén és resoldre problemes nous, problemes per tant que exigeixen intel·ligència, utilitzant per això la potència de l'ordinador. D'aquesta manera, des dels anys 60 s'han desenvolupat molts sistemes d'intel·ligència artificial i la característica de molts d'ells és intentar fer programes que prenguin decisions com podria fer-ho un humà (DELVAL, 1986).

La utilització del llenguatge LOGO segueix tenint un important lloc en el terreny educatiu, però s'espera que altres tipus de sistemes d'intel·ligència artificial com el POP-11, SOLO-LOGO, el llenguatge LISP, PROLOG, etc., puguin ser utilitzats amb finalitats similars a les que LOGO intenta desenvolupar en l'actualitat.

### *Sistemes de diàleg*

La major part dels sistemes tutorialis actuals presenten diàlegs basats en regles molt estrictes. Generalment, l'ordinador realitza les preguntes i l'alumne selecciona la seva resposta d'entre el conjunt d'opcions possibles que presenta el programa.

La majoria de les investigacions actuals que intenten realitzar models d'E.A.O. basats en la utilització de sistemes experts intenten disminuir aquest tipus de dificultat intrínseca en el software actual. D'aquesta manera, es pretén que en els diàlegs amb l'ordinador:

1. El nen pugui expressar-se en un llenguatge natural sense que hagi de limitar-se a frases curtes, verbs en infinitiu, supressió d'articles, etc.

2. Les preguntes, tant de l'ordinador com de l'usuari, puguin ser realitzades en qualsevol moment de la interacció sense que aquestes estiguin prèviament programades.
3. Les preguntes i les respostes puguin trigar un cert temps per a que aquestes siguin el més correctes possible.

Des de principis dels anys setanta es venen desenvolupant programes amb finalitats instructives que intenten assolir aquest tipus de característiques. No obstant, tot això es troba encara en fase experimental i de moment no s'han comercialitzat aquest tipus de programes.

Cal remarcar que un Sistema Expert és un programa que conté el coneixement d'un "expert" en una especialitat o àrea de coneixement. En la seva utilització i desenvolupament en l'àmbit de la formació poden considerar-se tres modalitats:

1. Sistemes que fan la funció d'un tutor i en determinats moments poden substituir el professor.
2. Sistemes que juguen el paper d'un expert amb el que l'alumne pot contrastar els seus dubtes, problemes i hipòtesis.
3. Eines de treball per a que l'alumne exerceixi d'"expert" en la construcció d'un SE.

Finalment, segons HERRERO (1990), els Sistemes Experts (SE), -programes que "limiten" el comportament dels experts humans-, constitueixen una de les aplicacions més fructíferes de la informàtica en l'actualitat. Encara que la seva capacitat es redueix a situacions molt específiques i dominis d'àrees de coneixement reduïdes i especialitzades, també és cert que aquesta mateixa especialització els converteix en autèntics "consellers" d'aquells usuaris que per les seves característiques professionals no poden contactar fàcilment amb experts humans.



**3.**  
***Intel·ligència***



### **3. Intel·ligència**

#### **3.1. Consideracions històriques i evolutives sobre l'estudi de la intel·ligència**

#### **3.2. La intel·ligència: principals models**

##### **3.2.1. La intel·ligència monolítica**

##### **3.2.2. Els plantejaments factorials**

##### **3.2.3. Les estructures jeràrquiques**

##### **3.2.4. Plantejaments evolutius i qualitius**

· Plantejaments evolutius

· Plantejaments qualitius

#### **3.3. Processos i productes**

##### **3.3.1. Models i marcs de referència**

##### **3.3.2. Variables i estructures**

##### **3.3.3. La mesura de la intel·ligència**

##### **3.3.4. Constructes intel·lectuals i artificis**

##### **3.3.5. Investigació en intel·ligència**

#### **3.4. Components i relacions dels processos intel·lectuals**

##### **3.4.1. Sistema perceptiu**

##### **3.4.2. Sistema de sortida**

##### **3.4.3. Sistema de memòria**

##### **3.4.4. Sistema processador**

#### **3.5. Definicions actuals d'intel·ligència i concepte de transferència**

#### **3.6. Avantatges i inconvenients dels diferents models explicatius de la intel·ligència**

#### **3.7. Metacognició**

##### **3.7.1. Consideracions generals sobre la metacognició**

##### **3.7.2. Definicions d'intel·ligència segons la metacognició.**

##### **3.7.3. Definicions i conceptes de metacognició**

##### **3.7.4. Història**

##### **3.7.5. Paper de la metacognició a l'escola: importància d'ensenyar a pensar a l'escola**

##### **3.7.6. Variables a les quals estan sotmeses les estratègies d'aprenentatge i que determinen l'eficàcia a l'hora d'optimitzar els aprenentatges**

##### **3.7.7. Necessitat de realitzar estudis pràctics sobre ensenyar a pensar**

### 3.1. Consideracions històriques i evolutives sobre l'estudi de la intel·ligència

Tradicionalment, l'ocupació sobre l'estudi de la intel·ligència es centrava en la disciplina anomenada "Psicologia Diferencial" degut, bàsicament, a la influència del darwinisme. No obstant, en l'actualitat, no es veu la necessitat de que l'estudi de la intel·ligència s'emmarqui fora de la resta dels processos psicològics bàsics (MORA, 1991).

Els diferencialistes tenen en compte allò en què es diferencien els subjectes; per aquest motiu la Psicologia de la Intel·ligència i la Psicologia General han seguit camins divergents.

Alguns dels factorialistes més brillants varen percebre aquesta dicotomia i van plantejar algunes vies de solució, com succeeix amb el propi GUILFORD (1967) que va fer de la seva "Teoria de les estructures de l'intel·lecte", un nou tipus de teoria psicològica general. En el seu darrer model "operatiu-informacional" considerava l'organisme com un "agent de processament d'informació", entenent per informació "allò que l'organisme discrimina". Guilford és un bon indicador de per on s'ha anat arribant a posicions complementàries des de la "Psicologia Diferencial" a la "Psicologia General".

Malgrat això, en un nou marc teòric es desenvolupa la Psicologia Contemporània i els fets de possessió d'informació, coneixement i comprensió que pertanyen a la categoria de cognició. La nova concepció dels "productes d'informació" anirà, a poc a poc, substituint el vell però útil concepte d'"associació" sobre el qual va treballar la tradició factorialista, al mateix temps que aportarà una visió més dinàmica del subjecte humà. La Psicologia factorialista s'ha anat deixant d'utilitzar degut a les seves pròpies limitacions, per les contradiccions internes que comportaven els seus pressupostos i per l'arribada d'un nou paradigma psicològic. Així, els anomenats processos mentals superiors, la solució de problemes, la síntesi creativa, la presa de decisions... són més fàcils d'explicar en termes de "processos", que inclouen moltes o totes les operacions i productes d'informació, que en termes de factors (MORA, 1991).

El resultat final més interessant que s'ha anat produint, segons el mateix MORA, és el d'investigar les formes en què els individus difereixen intel·lectualment entre sí, si

bé també es descobreix en què se semblen. D'aquesta manera, s'ha aproximat la "Psicologia Diferencial" a la "Psicologia General". El punt de vista informatiu-operacional, que ha aportat el nou paradigma de processament d'informació, ha ajudat molt a la perfecta integració de les dues disciplines. Ara tractem de trobar, quan ens dediquem a la Psicologia de la Intel·ligència, aquells aspectes en els quals ens igualem els subjectes en tant que organitzem activament la informació que rebem, en lloc de tenir com a horitzó l'explicació de les diferències que es donen entre nosaltres.

## 3.2. La intel·ligència: principals models

Durant els últims cent anys s'han desenvolupat diferents treballs i investigacions sobre intel·ligència. Aquests han partit de concepcions diferents de la mateixa, de manera que les variables, les estructures i les dimensions implicades en aquest concepte han anat canviant en funció dels autors que l'han considerat. Així, existeixen diferents formes de tractar el tema degut a l'ambigüitat de la definició i a la naturalesa essencialment teòrica del concepte (GENOVARD i CASTELLÓ, 1990).

Aquests mateixos autors expliquen que alguns varen ser els primers de l'estudi de la intel·ligència, durant les dues últimes dècades del segle XIX. Com a primer plantejament científic s'ha de citar a Galton, el qual va establir els primers treballs. Entre les seves aportacions, podríem destacar el graonament de les capacitats humanes en funció de la corba de Gauss, definint 14 passos o categories; també va treballar els aspectes hereditaris i els correlats psicofisiològics en la intel·ligència. No obstant, els seus treballs no tenien un rigor teòric degut a que els mancava un model que els donés sentit. Malgrat això, el valor que actualment es pot donar a l'obra de Galton resideix, primerament, en la seva utilització de metodologies aproximadament científiques en l'estudi del tema i, segon, en la influència que va tenir en la formació dels autors de principis del segle XX. Altres autors pioners que varen influir en els diferents investigadors del segle XX varen ser Weber i Fechner, amb els seus treballs de relació entre mesures psicofísiques i intel·ligència; Von Helmholtz, que estudiava a partir dels temps de reacció; Ebbinghaus, amb els seus estudis de la memòria i la retenció, entre d'altres.

A principis de segle hi havia bàsicament tres visions de la intel·ligència (EYSENCK, 1979):

1. **Monàrquica:** La intel·ligència és considerada com el poder mental que influeix en totes les habilitats humanes.
2. **Oligàrquica:** Els constituents de la capacitat intel·lectual són una sèrie d'aptituds mentals.
3. **Anàrquica:** La intel·ligència és un cúmul d'aptituds específiques i, consegüentment, no té una entitat pròpia, més enllà de la de dites aptituds. Aquesta visió és contrària a la monàrquica.

D'altra banda, GENOVARD i CASTELLÓ (1990) assenyalen quatre grans plantejaments que s'han donat respecte a l'estructuració de la intel·ligència i que es presenten a continuació.

### 3.2.1. La intel·ligència monolítica

En primer lloc s'ha de considerar a Binet ja que les seves investigacions varen repercutir en una sèrie de conseqüències en l'estudi de la intel·ligència. La conseqüència lògica del seu plantejament era que es podia mesurar la capacitat intel·lectual a partir del nivell de coneixements que es mostrava en un moment donat, és a dir, s'igualava la intel·ligència amb rapidesa d'aprenentatge, si més no d'aprenentatges a llarg termini. Aquest autor va introduir el concepte d'*edat mental* que corresponia a les respostes donades per un subjecte i no tenia perquè coincidir amb l'edat cronològica ja que els individus podien tenir intel·ligència superior o inferior. Així, les aportacions de Binet són:

1. La intel·ligència es podia mesurar a través de certes conductes del subjecte: test Binet-Simon.

2. La intel·ligència es manifestava com a *rapidesa d'aprenentatge*.
3. La mesura de la intel·ligència, a través de certes conductes, pren com a referència el rendiment normal o mig de la població; per tant s'estableix, de forma implícita, que la relació entre intel·ligència i rendiment és lineal.
4. Els instruments de mesura tenen un biaix de construcció degut a que el límit superior no ha estat validat. Conseqüentment, mesura la intel·ligència de forma parcial pel que fa a *amplitud*.

Un altre aspecte és que els treballs de Binet mostren una important contradicció entre els elements teòrics i els mètrics.

D'altra banda, malgrat la introducció del concepte de *quocient intel·lectual* (QI) (STERN, 1911) com a quocient i element sintetitzador de l'edat mental i la cronològica, també varen aparèixer problemes en el moment en que finalitzava el desenvolupament intel·lectual. El valor del QI baixava a nivells sense sentit degut a l'augment lineal de l'edat cronològica, paral·lel a l'increment negativament accelerat de l'edat mental (AMELANG i BARTUSSEK, 1981), la qual cosa invalida l'escala de Binet-Simon que perd sentit fora del context escolar.

Un altre plantejament monolític, i potser el de major rellevància per les seves repercussions teòriques, va ser el de Spearman, qui va definir la *teoria del factor* (SPEARMAN, 1904) a partir de l'aplicació de la metodologia de l'anàlisi factorial. Aquest autor va definir que tot test d'intel·ligència mesurava, majoritàriament, un factor general *g* que assimilava a la intel·ligència pròpiament dita, i un altre específic *s*, que era molt més petit que *g* i era característic del test utilitzat. D'alguna forma, *g* estaria implicat en tota activitat intel·lectual i, conseqüentment, apareixeria en tots els ítems i en tots els tests intel·lectuals, encara que en una proporció variable (AMELANG i BARTUSSEK, 1981). Oposadament, *s* estaria relacionat amb la realització de la tasca concreta de cada ítem o cada test, justificant la resta de variances que no depengués de la intel·ligència sinó d'altres destreses específiques.

La metodologia de Spearman permet una mínima construcció d'un model teòric, tant de la intel·ligència com de la mesura de la mateixa, i s'ha de destacar que treballs

posteriors varen prendre com a referència el seu plantejament. No obstant, també ha estat criticat i s'enquadra en la línia monolítica degut a que, dels seus dos factors, només  $g$  és significatiu.

### 3.2.2. Els plantejaments factorials

Es varen desenvolupar bàsicament als Estats Units i varen derivar de les visions oligàrquica i anàrquica.

Dins aquests plantejaments tenim a Thurstone que va partir de la metodologia de Spearman si bé va arribar a un model d'intel·ligència factorialitzada, és a dir, constituïda per una sèrie de components bàsics, essencialment independents entre ells, l'efecte combinat dels quals equivalia al rendiment intel·lectual; a aquest model el va denominar *teoria dels factors primaris* (THURSTONE, 1938) que va obrir el camí de la investigació factorial de la intel·ligència, seguida posteriorment per altres investigadors amb importants resultats. Aquest autor va introduir un nou element metodològic: l'anomenada *estructura simple* i la *rotació* de factors en els procediments d'anàlisi, que implica l'assignació d'un valor psicològic als paràmetres matemàtics.

EYSENCK (1937) va realitzar una revisió dels anàlisis de Thurstone, el qual respecta el valor de  $g$  i analitza la factorialització de  $s$ , arribant a una solució intermèdia entre Spearman i Thurstone.

Pel que fa a les crítiques que s'han fet de Thurstone tenim la de que els subjectes que constituïen la mostra, en la que es va basar el seu anàlisi, eren molt homogenis quant a capacitat intel·lectual (EYSENCK, 1979) pel que no es detectava un factor general.

En treballs posteriors (THURSTONE i THURSTONE, 1941) es va donar prioritat a la significació psicològica dels resultats i, com a conseqüència, els factors utilitzats varen passar a ser *oblics*, és a dir, no independents. D'aquesta manera es va observar que el *factor de segon ordre*, resultat de factorialitzar els factors primaris, era assimilable al factor  $g$  de Spearman.

La continuació de la línia factorial va ser la realitzada per GUILFORD (1967) amb el seu model de l'*estructura de l'intel·lecte* que respon a un intent de catalogació dels

factors, a la vegada que aporta un marc de referència ampli per la interpretació dels mateixos i la generació d'investigacions.

Va definir un model tridimensional:

1. **Continguts:** figuratiu, simbòlic, semàntic, i conductual.
2. **Operacions:** cognició o coneixement, memòria, producció divergent, producció convergent i avaluació.
3. **Productes:** Unitats, classes, relacions, sistemes, transformacions i implicacions.

D'aquesta forma, els diferents factors resultarien de la combinació d'un element de cada dimensió en tríades pel que es poden definir 120 factors diferents a partir d'aquest model. L'ordre d'enunciació de les diferents categories no és aleatori i aquesta característica podria suposar una jerarquia entre categories o, almenys, una valoració diferent de les mateixes. Guilford defensava les rotacions ortogonals (GUILFORD, 1967), oposant-se a l'extracció de factors oblics a l'estil de Thurstone (GUILFORD, 1941), la qual cosa era totalment incompatible amb l'existència de *g* (GUILFORD, 1956).

Un altre aspecte diferencial en la metodologia factorial utilitzada per GUILFORD és la realització de les anomenades *rotacions procustianes* o *rotacions prefixades* (EYSENCK, 1979) que perd l'objectivitat matemàtica del sistema de Thurstone, si bé té una major validesa psicològica dels factors així determinats.

Finalment, EYSENCK (1979) no el considera un *model no vàlid* i opta per definir-lo com un *model no demostrat*.

### 3.2.3. Les estructures jeràrquiques

S'ha de destacar que les concepcions monolítiques defineixen una intel·ligència unitària, mentre que les concepcions factorialistes opten per un intel·lecte compost.

Els plantejaments jeràrquics parteixen d'ambdues concepcions i no haurien estat possibles sense les aportacions dels models factorials. Mostren una gran variabilitat en alguns aspectes:

- La forma d'anàlisi de les dades.
- La consideració del factor *g* com a culminació de la jerarquia.
- La valoració dels diferents factors de l'estructura jeràrquica.

Els principals representants de la línia jeràrquica són Burt, Vernon i Cattell que tendeixen a incloure en el nivell superior de la jerarquia de factors a la *g* de Spearman. No obstant també es presenta alguna visió que prescindeix d'aquest factor, com pot ser la de JÄEGER (1967) o els treballs de l'escola centreeuropea de MEILI (1981).

Les concepcions jeràrquiques es diferencien de les visions simplement factorials en la valoració dels factors. D'aquesta manera, mentre els factorialistes defineixen components equivalents quant a pes i ordenació, els autors jeràrquics es refereixen a factors de major importància o generalitat, així com a subdivisions de factors.

Aquests tipus de concepcions, encara que mostren major complexitat, es manifesten com més versemblants ja que, probablement, es relacionen més directament amb allò cognitiu, igualment complex i estructurat.

### 3.2.4. Plantejaments evolutius i qualitius

Es caracteritzen per tractar aspectes del comportament intel·lectual sense sistematitzar-los en una estructura de l'intel·lecte. Els autors se centren en l'avaluació i desenvolupament de dita estructura, en aspectes d'hereditat o d'influències ambientals, o bé en diferenciacions qualitatives de la mateixa.

La majoria d'autors pertanyen al paradigma cognitiu, pel que els seus plantejaments parteixen d'un marc de referència més ampli que el dels autors que s'han tractat anteriorment.



Es distingeixen dos grans grups d'autors:

## PLANTEJAMENTS EVOLUTIUS

Dins d'aquests destaca Piaget que parteix d'un punt de vista interessat pel desenvolupament de les formes de coneixement en el nen. Va definir una sèrie d'etapes consecutives per les que el subjecte evolucionava de forma fixa. Així, el desenvolupament intel·lectual seguia una *seqüència determinada* que, d'alguna manera, feia intuir una construcció jeràrquica d'aquest.

D'altra banda, Piaget es preocupa per l'*origen* de la intel·ligència i el veu en les funcions elementals de l'organisme, com serien bàsicament la percepció i la motricitat (PIAGET, 1956). Igualment, afegeix a aquesta justificació biològica una procedència lògica en el sentit que considera les relacions lògiques i matemàtiques com a irreductibles; conseqüentment l'anàlisi de les funcions intel·lectuals superiors depèn de l'anàlisi de dites relacions.

Les argumentacions de Piaget respecte a aquests punts són molt consistents, encara que ha de parlar-se d'un ampli marge de falta de verificació. Malgrat això, la verosimilitud dels vincles biològics amb les interaccions amb l'ambient és un element important de validesa, almenys de constructe.

Aquesta successió d'estructures es basa en el desenvolupament de les noves a partir de les anteriors, les quals són integrades en les més recents. Aquest procés està recolzat en dos mecanismes bàsics: l'*assimilació* o integració de nous elements d'informació a les estructures vigents i l'*acomodació* o reconfiguració de les estructures intel·lectuals a fi d'ajustar-se als nous coneixements i informacions.

L'ordenació de les etapes per les que evoluciona un subjecte no es pot moure, malgrat que pot haver-hi cert marge d'evolució cronològica, i aquestes són:

- Intel·ligència sensorio-motora.
- Representacions pre-operatòries.
- Operacions concretes.

- Operacions formals.

EYSENCK (1979) apunta dos possibles aplicacions del model piagetian en relació amb la intel·ligència general. En primer lloc, la correlació entre aquesta i l'estadi evolutiu. En segon lloc, les utilitzacions dels estadis de Piaget com una forma alternativa de mesura de la intel·ligència a la de Binet, és a dir, assumint que a major intel·ligència major velocitat de desenvolupament. No obstant, el paral·lelisme entre Piaget i Binet corre el risc d'utilitzar pressupostos potser exagerats ja que en treballs del propi Piaget, i dels seus col·laboradors, apareix com poc clara la relació entre velocitat de consecució d'un estadi determinat i intel·ligència general o intel·ligència final.

Malgrat això, el treball de Piaget i el d'altres psicòlegs evolutius representen una complementació dels models descriptius relacionats amb la Psicologia de la Intel·ligència.

## PLANTEJAMENTS QUALITATIUS

Dins d'aquests, per exemple, tenim a JENSEN que va observar que, a major complexitat de la tasca, major era el QI dels subjectes que la solucionaven correctament (JENSEN, 1970). Conseqüentment, es manifestaven certes relacions entre aprenentatge i intel·ligència, especialment si ens referim a aprenentatge escolar i a intel·ligència general o mesura pels tests de QI.

WHITE (1965) va definir dos nivells de desenvolupament mental les característiques dels quals coincideixen, en termes generals, amb el primer i segon estadis de Piaget (nivell associatiu) i amb els canvis que tenen lloc en els estadis tercer i quart (nivell cognitiu) encara que amb una major riquesa i estructuració per part del sistema d'estadis.

També és necessari comentar que els tests d'intel·ligència utilitzats per Jensen eren tests de QI o tests de *g* i, conseqüentment, la intel·ligència era mesurada com a variable unitària.

Com a producte dels dos elements diferencials els tests d'intel·ligència (unifactorials) podien ser situats en un espai bidimensional, format per dos paràmetres bipolars (JENSEN, 1970): en un dels eixos se situaria la càrrega cultural (càrrega cultural elevada en el semieix positiu i tests lliures de cultura en el semieix negatiu), mentre que

l'altre eix estaria constituït pels nivells I i II d'aptitud, que es correspondrien, respectivament, als aprenentatges associatius i conceptuals (nivell II en el semieix positiu).

En aquesta distribució gràfica dels tests trobaríem que els que són millor puntuats pels subjectes de classe mitja són els d'alta càrrega cultural i nivell II d'aptitud. Pel contrari, els tests més favorables per les classes baixes són els lliures de cultura i nivell I d'aptitud.

Com ha dit el mateix Jensen, els nivells d'aptitud són un element més discriminatiu en el rendiment de tests intel·lectuals que la càrrega cultural.

### 3.3. Processos i productes

La intel·ligència apareix com un constructe, és a dir, com quelcom que està *darrera* les conductes suposadament intel·ligents mesurades (GARDNER, 1985). D'aquesta forma, l'únic referent que sembla existir d'ella són els comportaments d'execució implicats en la realització del test. Així, s'ha arribat a un greu postulat reduccionista de simetria entre el constructe i la conducta: *la intel·ligència és allò que mesuren els tests d'intel·ligència*.

Més enllà dels papers dissenyats pels models, existeix la contraposició entre les concepcions de la intel·ligència com a *conducta* o com a *procés* amb repercussió en la conducta (MAYER, 1983; STERNBERG, 1986d). S'ha d'assenyalar que habitualment es consideren ambdues posicions.

La posició de la intel·ligència com a *procés* contempla a aquesta com una estructura que intervé *abans* de la conducta mesurable, és a dir, aquelles activitats de manipulació de la informació que s'executen suposadament de forma interna i no observable (KOSSLYN, 1980). De fet, és difícil negar el *procés* previ (o simultani) a la conducta observable ja que no és directament accessible.

La visió de la intel·ligència com a *conducta*, és a dir, en últim terme, com a una propietat d'aquesta s'identifica amb l'execució. Es tracta d'una posició reduccionista, que només pot ser admesa per paradigmes que no contempen més conducta que l'observable (VERNON, 1950).

Una posició molt diferent i raonable és aquella que parteix de la idea de procés, però amb repercussions sobre la conducta (DE VEGA, 1984). En aquest cas, la mesura de les conductes representa l'observació dels *efectes* del procés. Conseqüentment, dit procés pot ser estimat en funció de les seves repercussions sobre la conducta. Un element imprescindible en aquest cas és el model formal que defineixi les previsions de com és el procés que es pretén estimar.

Aquesta visió és l'habitual en les investigacions actuals en psicologia cognitiva, entre les que es poden incloure algunes sobre intel·ligència, posició que ha demostrat resultats bastant satisfactoris, encara que sempre amb la limitació de la naturalesa de constructe de les estructures suposadament implicades, amb les conseqüents repercussions directes en l'anàlisi dels diferents processos mentals (MAYER, 1983). Així, els models referits a les estructures cognitives defineixen les relacions entre els dispositius i processos que es considera que existeixen i les repercussions en la conducta dels mateixos. A partir d'aquí, les observacions realitzades sobre les conductes han de coincidir amb les previstes al model proposat, a fi de verificar-lo.

Evidentment, la precisió i coherència del model -a priori- és, en aquests casos, molt important, essent la peça clau del sistema: si el model és correcte, els resultats i tota la investigació també ho són. Aquests comentaris poden connectar-se amb la principal problemàtica de la Psicologia de la Intel·ligència: justament la feblesa dels seus models, cosa que obstrueix l'avenç d'aquesta disciplina, també dins del paradigma cognitivista (GENOVARD i CASTELLÓ, 1990).

D'aquesta forma, segons aquests últims autors, s'han de tenir en compte els següents punts per maximitzar la validesa dels resultats de qualsevol investigació psicològica i d'orientació adequada cap a conclusions definitives:

### 3.3.1. Models i marcs de referència

El marc de referència general en el que es pot situar la intel·ligència sobrepassa el domini estrictament psicològic: fa falta incloure elements de paradigmes generals que contemplin la interacció organisme-medi, adaptació del primer al segon, processament de la informació, etc. D'una forma més genuïnament psicològica, també s'hauran de connectar

i validar els models i resultats en intel·ligència amb els models i paradigmes de tipus psicològic generals i cognitius de forma més concreta.

El fet de definir els models a posteriori implica que aquests no són una forma d'estructuració de la realitat en el camp de la intel·ligència, sinó d'unes dades, una metodologia i uns pressupostos bastant difusos.

Conseqüentment, ens trobem davant una deficiència general de les investigacions d'intel·ligència: no es defineixen models apriorístics clars, generats a partir de la teoria general o de les informacions que procedeixen d'altres models.

### 3.3.2. Variables i estructures

Les variables significatives per l'anàlisi científic de la intel·ligència vindrien indicades, tal com ja s'ha apuntat, pel model d'intel·ligència en que es basa l'estudi.

En termes generals, ha d'haver-hi les grans variables genèriques tals com processament, rendiment, velocitat, registre, etc. (NORMAN, 1981) i altres molt més específiques, relacionades amb les diferents aptituds i conductes intel·ligents. Aquestes variables constitueixen el domini específic de la disciplina i representen els vertaders factors o components dels processos intel·lectuals.

En qualsevol cas, s'ha de definir i argumentar a priori quines relacions s'espera que presentin les variables i contrastar aquestes amb els resultats empírics.

El conjunt de variables que constitueixen el comportament intel·lectual formen un constructe funcional al que anomenem intel·ligència. Aquest és un aspecte important: la intel·ligència no té més entitat que el conjunt organitzat de les seves variables constituents (BRODY i BRODY, 1976). Conseqüentment, la detecció d'aquestes i de les seves interrelacions és la descripció del constructe.

### 3.3.3. La mesura de la intel·ligència

Indubtablement, tal com ja s'ha vist, la intel·ligència s'ha de mesurar de forma indirecta i les mesures de la mateixa generalment són estimacions, en funció del rendiment o la conducta observats, dels processos realitzats per l'individu (CARROLL, 1982).

D'altra banda, les relacions entre les variables reals poden discrepar bastant de les relacions mesurades, particularment per efectes d'incidència conjunta en la conducta observada i la barreja de factors d'error, com serien les variables estranyes o la fiabilitat del test.

Qualsevol mesura de variables que no sigui directa, com és el cas de les intel·lectuals, està sempre subjecta a uns marges d'error considerables.

Per solucionar aquesta problemàtica s'ha de recórrer, de nou, al constructe, és a dir, a les relacions previstes entre les variable i entre aquestes i la seva mesura. Així, la font principal de validesa de qualsevol model intel·lectual és la de constructe, la coherència del model amb altres coneixements psicològics o la verosimblança de les relacions definides. Així, experimentalment, es corroborarà el model i les seves relacions.

D'aquesta forma, la mesura de la intel·ligència dependrà de la precisió amb que es defineixi el model i, posteriorment, de la depuració dels instruments a partir de la tecnologia psicomètrica.

### 3.3.4. Constructes intel·lectuals i artificis

La metodologia científica clàssica es mostra com un instrument d'utilitat limitada en l'estudi d'aquest tipus de comportament; la seva principal debilitat resideix en la necessitat d'utilitzar dades empíriques, és a dir, observables, a fi d'arribar a conclusions vàlides. Evidentment, les dades del comportament intel·lectual que poden ser observades no són la pròpia intel·ligència sinó el rendiment; no són els processos sinó els resultats d'aquests.

Així, tenim els *models de rendiment*, és a dir, de la conducta observada que són models vàlids donada la seva capacitat descriptiva sobre dites conductes observables. Si

passen a ser considerats com a *models d'intel·ligència*, perden gran part de la seva validesa i es converteixen en artificis que, si bé mostren un suposat valor explicatiu, perden la connexió empírica.

### 3.3.5. Investigació en intel·ligència

El primer aspecte més general que s'ha de citar és la construcció del marc de referència. En aquest sentit, a part de les consideracions ja realitzades, hem d'apuntar la necessitat d'una definició específica i consensuada d'intel·ligència i el seu domini.

No hi ha ni hi ha hagut acord entre els diferents investigadors respecte a aquest tema (STERNBERG i SALTER, 1982), però es pot disposar de certs criteris per concretar-lo. En primer lloc, s'ha de distingir el domini de la intel·ligència d'altres dominis propers. Probablement els constructes més propers al tema, i més generalment admesos, serien l'aprenentatge i la percepció, a part d'una possibilitat general de resposta o d'execució (NORMAN, 1982; MAYER, 1983). Conseqüentment, la intel·ligència s'ha de poder distingir d'aquests constructes, encara que pugui compartir variables dels mateixos i, fins i tot, interactuar amb aquests.

En segon lloc, està àmpliament acceptat que la conducta intel·ligent ha de ser adaptativa o afavorir l'adaptació de l'individu intel·ligent (STERNBERG i SALTER, 1982).

En tercer lloc, la complexitat i variabilitat de les respostes o conductes en les quals s'infereixen processos intel·ligents implica una important flexibilitat i generalitat de l'estructura en qüestió (AMELANG i BARTUSSEK, 1981).

En una primera aproximació, potser la definició que més s'ajusti als tres criteris citats seria la identificació de la intel·ligència amb el processament de la informació, és a dir, amb aquelles activitats que impliquin algun tipus de manipulació dels estímuls abans d'executar una resposta.

Evidentment, es constata que aquest tipus de conductes poden estar també implicades en els constructes abans citats, però no són els criteris diferencials dels mateixos. D'altra banda, també es pot detectar aquest constructe (la intel·ligència) en gairebé qualsevol sistema de resposta, biològic o no. De fet, mentre hi hagi una entrada

d'informació, un processament i una conducta resultant, es podria parlar de processos intel·ligents. Malgrat això, s'ha de considerar el criteri d'adaptabilitat de la conducta de resposta, el que distingeix la intel·ligència del processament de la informació en general.

Així, el constructe de la intel·ligència estaria inclòs en el paradigma del processament de la informació, compartint les seves variables i processos generals, però condicionant el tipus de resposta. Aquesta situació aporta un marc referencial adequat per l'elaboració de models més específics, en el sentit en que defineix les variables generals i les connexions i ubicació respecte a altres paradigmes.

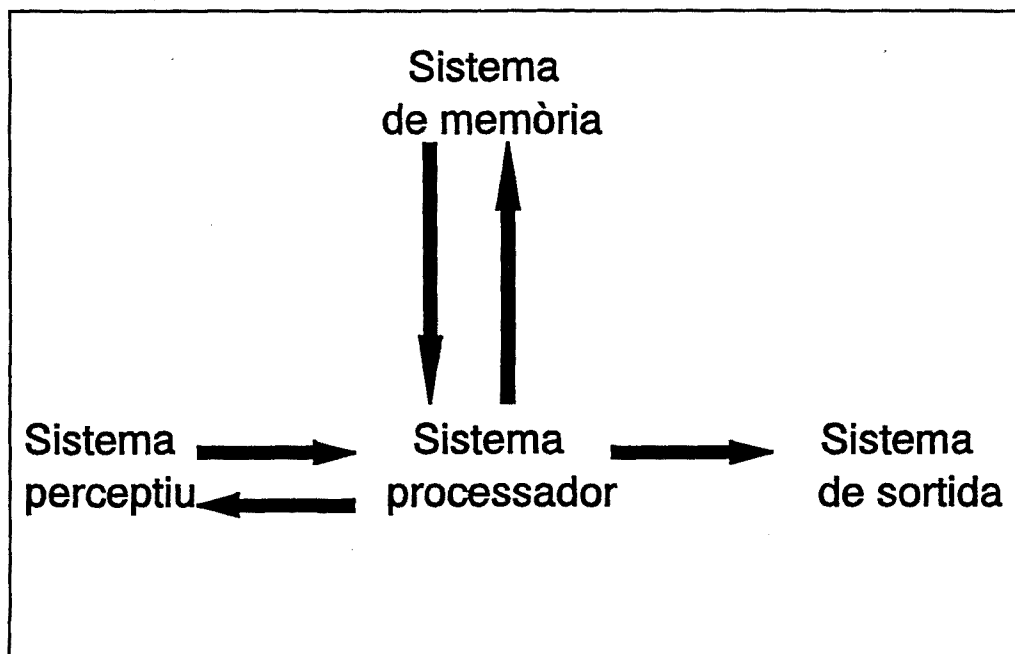
A partir d'aquest punt, és necessari introduir la utilització de models específics, però sempre de forma prèvia a la investigació. Aquests models tindran la funció d'orientar la recerca i de generar expectatives lògiques respecte els resultats funcionant, en definitiva, com a criteri de validesa.

Finalment, es poden definir dues formes d'investigació, complementàries i paral·leles. En primer lloc, la metodologia clàssica, basada en la mesura indirecta a partir dels rendiments, resulta imprescindible a l'hora de validar empíricament els models. En segon lloc, es fa necessari algun tipus de metodologia que permeti treballar directament sobre les variables funcionals del comportament intel·lectual (DEHN i SCHANK, 1982).

### 3.4. Components i relacions dels processos intel·lectuals

El constructe de la intel·ligència s'integra en el que podria considerar-se un sistema cognitiu. Aquest sistema disposa de diferents components o dispositius, molts dels quals són igualment constructes i, per tant, no observables directament. Les grans estructures o components del sistema cognitiu (GENOVARD i CASTELLÓ, 1990) són les que podem observar a l'esquema següent:





A l'esquema es pot detectar una sèrie de característiques que destaquen. En primer lloc, els sistemes perceptiu o d'entrada i el de sortida es troben *en contacte* amb el medi, mentre que els sistemes processador i de memòria o emmagatzemament estan *aïllats* del mateix, essent de tipus *intern*. D'aquesta forma, els dos primers treballen amb dos tipus diferents d'informacions: les que són compatibles amb el medi extern i aquelles que ho són amb el medi intern del sistema cognitiu. En segon lloc, el sistema processador és el node central del sistema cognitiu, donat que interactua amb els altres sistemes, mentre que la resta només ho fan amb aquest.

Aquesta forma d'estructuració del model de sistema cognitiu és congruent amb els esquemes definits dins el paradigma de processament de la informació (MILLER, GALLANTER i PRIBRAM, 1969; KOSSLYN, 1980; MAYER, 1983). Dita congruència el fa compatible amb una gran generalitat de models i, el que és més important, aplicable a un gran nombre de sistemes processadors de la informació. En especial, s'ha de ressaltar l'estructura modular del mateix, la qual facilita enormement l'anàlisi de les funcions i interaccions dels seus elements.

D'aquesta manera, GENOVARD i CASTELLÓ (1990) ens descriuen els quatre grans sistemes definits en el model de la següent forma:

### 3.4.1. Sistema perceptiu

Està constituït pel que habitualment s'anomena *percepció* (ARBIB, 1964) i els mecanismes de *codificació* de la informació o els estímuls percebuts. Es pot admetre que la percepció es regeix per una sèrie de regles específiques (KOSSLYN, 1975; COOPER i REGAN, 1982) que, d'alguna manera, transformen els estímuls rebuts. En aquest sentit, el sistema perceptiu representa la via d'entrada al sistema cognitiu i actua, en certs sentits, com a filtre d'informació.

### 3.4.2. Sistema de sortida

Actua com a via de comunicació entre el sistema cognitiu i l'entorn, a partir de la conducta. El seu funcionament seria pràcticament reflex o automàtic i s'orientaria cap els òrgans o sistemes efectors.

### 3.4.3. Sistema de memòria

Es tracta d'una forma de base estable d'informació o d'estructura física capaç de realitzar variacions en els seus estats i mantenir dites variacions amb una certa estabilitat temporal.

### 3.4.4. Sistema processador

A diferència dels altres tres sistemes, aquest ocupa un lloc central en el model cognitiu exposat. És l'encarregat de manipular i transformar qualsevol tipus d'informació que circuli pel sistema cognitiu.

A part de les característiques pròpies de cadascun dels sistemes, apareixen com a més rellevants les *interaccions* entre els mateixos. Així, per exemple, el sistema processador i el sistema perceptiu interactuen en dos nivells:

1. La forçosa compatibilitat de la informació codificada pel sistema perceptiu amb la finalitat de que aquesta sigui processable, la qual es manifesta en un sentit fonamentalment fisiològic i de codificació.
2. La incidència del sistema processador en la percepció, de manera que el sistema perceptiu tendeix a identificar i codificar preferentment aquells estímuls que poden ser millor processats (PYLYSHYN, 1973). En aquest sentit si el sistema processador aporta patrons perceptius, la informació que entra en el sistema cognitiu és seleccionada en funció de la seva processabilitat.

S'ha d'assenyalar que les interaccions entre el sistema perceptiu i el sistema processador -la intel·ligència per a nosaltres- són clares.

Una altra interacció és la que es dona entre intel·ligència i aprenentatge. En aquest cas els sistemes implicats són el processador i el de memòria. Qualsevol manipulació d'informació no es *realitza* en el sistema de memòria sinó que només s'*emmagatzema* en aquest. Conseqüentment, és de suposar que una part del sistema processador ha d'encarregar-se de les operacions de manipulació de la memòria.

D'altra banda, sabem que els processos relacionats amb l'aprenentatge, la memòria i l'oblit (GENOVAR, GOTZENS i MONTANÉ, 1982) estan relacionats, entre d'altres factors, amb l'estructuració i organització de la informació emmagatzemada. Així, en els processos de memòria a llarg termini, l'organització del material és un factor central per la possible recuperació del mateix (DE VEGA, 1984). Aquesta organització s'ha de realitzar pel sistema processador, i és obvi que quanta major sigui la competència del mateix en els aspectes relacionats amb l'estructuració del material, millor serà l'emmagatzemament del mateix. Com a conseqüència, un bon sistema processador (intel·ligència) incideix en un bon aprofitament de la memòria i, en aquesta direcció, una bona capacitat pels aprenentatges a llarg termini. Aquesta capacitat pot resultar especialment destacable en els casos en que la informació sigui de tipus més abstracta o menys connectable amb l'experiència quotidiana i immediata de l'individu, en el sentit en que necessitarà d'una major manipulació per integrar-la en una estructura d'informació en memòria que pugui resultar versàtil (GARDNER, 1985).

D'aquesta manera, s'espera una relació directa entre el que és la intel·ligència i el que és l'aprenentatge, en especial en els aprenentatges de tipus cognitiu (GOOD i BROPHY, 1977).

Una darrera puntualització al respecte entre les interaccions de memòria i processament és que dels múltiples processos, que el sistema processador pot realitzar, només alguns resulten útils o compatibles amb el sistema de memòria; és a dir, la informació susceptible de ser emmagatzemada és molt més petita que aquella que pot ser processada. Encara més: una part important dels processos d'informació no poden ser emmagatzemats significativament per no ajustar-se al format o a les regles del sistema d'emmagatzemament (PYLYSHYN, 1973). Aquesta situació repercuteix clarament en tots aquells models que contemplen i mesuren la intel·ligència a través de l'aprenentatge acadèmic, o que la consideren pròpiament capacitat d'aprenentatge: aquestes concepcions, d'una banda, confonen dues funcions diferents del sistema cognitiu i, d'altra banda, només contemplen un sector o alguns processos del sistema processador o intel·ligència (CASTELLÓ, 1988).

Les interaccions amb el sistema de sortida són les menys elaborades fins a aquests moments (NORMAN, 1981; MAYER, 1981, 1983), essent considerades des d'una perspectiva fonamentalment unidireccional; és a dir, el sistema processador envia informació al sistema de sortida, el qual l'executa de manera gairebé automàtica.

Un últim punt que assenyalen GENOVARD i CASTELLÓ (1990) és el que es refereix a les principals trajectòries que realitza la informació en el model de sistema cognitiu al que ens estem referint. Així consideren els següents grans grups:

**1. Trajectòries que no impliquin memòria:** Es caracteritzen per la no utilització del material emmagatzemat i tampoc aporten una nova informació o remodelació d'estructures en el sistema d'emmagatzemament. L'esquema de la trajectòria seria:

**PERCEPCIÓ-PROCESSAMENT-SORTIDA**

per tant estarien implicades en aquelles conductes en que s'hagi de manipular una informació que no sigui connectable amb l'existent en memòria o bé precisin un temps d'execució molt reduït.

També s'ha de considerar que aquest tipus de trajectòria elimina les interaccions amb els processos o els continguts dels aprenentatges (cognitius) pel que permet una avaluació dels processos específicament intel·lectuals.

**2. Trajectòries que impliquin memòria:** En aquest cas, el sistema d'emmagatzemament i els continguts del mateix desenvolupen un sistema important. Existeixen dues vies fonamentals:

**PERCEPCIÓ-PROCESSAMENT-MEMÒRIA**

i

**MEMÒRIA-PROCESSAMENT-MEMÒRIA**

Els mateixos autors apunten que es pot observar que en ambdós casos, el sistema cognitiu no actua com un sistema d'entrada-sortida, és a dir, no interactua amb el medi, sinó que funciona estrictament com un sistema receptor, en el primer cas, i no té cap interacció amb el medi, en el segon.

La primera configuració es correspon amb l'entrada d'informació en el sistema cognitiu i emmagatzemament d'aquesta en la memòria. La segona recupera informació de la pròpia memòria, la manipula i la torna al sistema d'emmagatzemament, representant una reestructuració o reconnexió de la mateixa.

També s'ha de remarcar la similitud amb els dos processos mentals bàsics de PIAGET (1956) donat que la primera via és perfectament afí als processos d'*assimilació* mentre que la segona ho és als processos d'*acomodació*.

Evidentment, aquestes dues vies implicades en les interaccions entre el sistema processador (intel·ligència) i el sistema de memòria (aprenentatge) posen de manifest un aspecte clau: l'aprenentatge (cognitiu) no pot ser aïllat del processament d'informació.

Una tercera via teòrica, en la qual està implicat el sistema de memòria seria la següent:

### MEMÒRIA-PROCESSAMENT-SORTIDA

Aquesta via ha d'interpretar-se com una acció sobre el medi sense que la conducta resultant pugui considerar-se com a resposta a un estímul.

Les quatre vies o trajectòries assenyalades són una simplificació dels macroprocessos que es porten a terme en el sistema cognitiu. De fet, l'acció conjunta de les mateixes és freqüent, donant-se, per exemple, trajectòries del tipus percepció-processament-memòria-processament-sortida i, en termes generals, han de ser considerades dins d'una seqüència més àmplia de processos cognitius si bé a partir de les triades definides es poden analitzar les principals funcions del sistema cognitiu.

Finalment, també existeixen elements tan importants com el sistema activador o els processos atencionals i els processos relacionats amb la motivació encara que no s'han anomenat per tal de simplificar l'explicació.

### 3.5. Definicions actuals d'intel·ligència i concepte de transferència

S'ha de remarcar que segueix sense haver-hi acord en la definició d'intel·ligència i, per tant, s'han donat moltes definicions d'aquest terme si bé a la majoria d'aquestes es remarca com a característica essencial de la intel·ligència la capacitat d'orientar-se en situacions noves a base de la seva comprensió, o de resoldre tasques amb l'ajut del pensament, no essent l'experiència el més decisiu sinó més aviat la comprensió del que es planteja i de les seves relacions (TESOURO, 1992).

SARRAMONA (1992) apunta que "la capacitat d'identificació i de resolució de problemes pot considerar-se d'altament definitòria de la capacitat intel·lectual, la qual s'ha definit precisament com la capacitat de resoldre problemes. Posa a prova tot allò que el subjecte sap en un determinat àmbit".

Una definició d'intel·ligència que sembla comptar amb cert consens entre psicòlegs seria la de "comportament adaptatiu adreçat a un fi". Al mateix temps, una altra precisió en la que molts actuals investigadors de la intel·ligència coincidarien, seria la de posar l'èmfasi en els processos que en combinar-se constitueixin la conducta intel·ligent (MORA, 1991). D'aquesta forma, hi ha autors com CASTELLÓ (1988), entre d'altres, que la defineixen com a capacitat de processar la informació.

Les concepcions actuals de la intel·ligència es mouen fonamentalment en tres vectors:

1. **Processos** que es troben al comportament que anomenem intel·ligent.
2. **Estratègies** que es localitzen a la conducta intel·ligent i el coneixement humà.
3. **Representació** d'aquestes estratègies.

En el primer dels aspectes podem assenyalar que si bé, en general, els autors coincideixen en afirmar que la conducta intel·ligent és una combinació de processos

discrepen, no obstant, en la identificació de la llista dels mateixos, els nivells en que han de plantejar-se, etc.

A més a més de les clàssiques connexions a la memòria, a l'aprenentatge i a la resolució de problemes, a l'hora de categoritzar les tasques i processos del comportament intel·ligent, s'ha distingit entre *processos executius* i *processos no executius*, o bé entre *processos metacognitius* i *processos cognitius*.

Una altra distinció important ha estat la de processos en els quals intervé *aprenentatge*, davant processos en els quals intervé *execució*. STERNBERG (1981), ha arribat a parlar de tres tipus:

- Processos d'*adquisició*.
- Processos de *retenció*.
- Processos de *transferència*.

En general, s'ha de dir que no hi ha forma de validar una taxonomia davant una altra. Per això, potser les investigacions més brillants han estat les del punt de vista de correlacions cognitives en les quals se sotmet al subjecte en el terminal de l'ordinador a tasques ja clàssiques, correlacionant posteriorment els resultats d'un test empíric amb els paràmetres generats pel model cognitiu.

PEA (1985) diu que "la intel·ligència no és una qualitat només de la ment, sinó que és un producte de la relació entre les estructures mentals i les eines intel·lectuals provistes per la cultura".

D'altra banda, un punt molt important és el de la **transferència** que està molt relacionada amb la intel·ligència i, per tant, quan es vol optimitzar aquesta, com és el cas del present treball, s'ha de tenir molt en compte. La transferència és el problema central de l'aprenentatge. Es tracta de saber com nosaltres som capaços d'aplicar a un terreny nou coneixements o habilitats que hem adquirit en una altra situació diferent. Així, el que ens interessa és ensenyar o aprendre habilitats que puguin aplicar-se a altres situacions. Si no es produís la transferència hauríem d'aprendre la solució de cada problema en cada situació i, com que les situacions mai són totalment idèntiques, no hi hauria la possibilitat de produir conductes noves. Sabem que la transferència existeix, però el que és difícil de saber és quan es produeix, quines característiques ha de tenir la situació nova per a que



es puguin aplicar en ella esquemes antics i quins són els factors que faciliten o dificulten aquesta.

FEUERSTEIN (1988c) assenyala que el desenvolupament d'activitats cognitives d'ordre superior, l'enriquiment de la capacitat per definir i resoldre problemes i el coneixement de mètodes racionals de treball permeten al subjecte afrontar els problemes, i fins i tot projectar i anticipar solucions per futurs aprenentatges.

Conseqüentment, la transferència és possible gràcies a que les activitats tenen processos en comú i, per tant, si s'aprèn correctament un procés, aquest es pot aplicar en la realització d'altres activitats.

D'aquesta manera, si els ordinadors es volen introduir és perquè se suposa que el que s'aprèn amb ells es pot transferir i que afavoreixen la capacitat de pensar al mateix temps que el seu ús constitueix una espècie de disciplina o gimnàstica mental (GREENFIELD, 1984). El que s'ha d'entrenar és no només la capacitat de resoldre problemes, sinó la capacitat d'analitzar problemes en termes de certes condicions que els farien semblants uns als altres i cal centrar-se en entendre com un subjecte veu un problema com semblant a un altre.

Sempre es persegueix que les accions de l'educació escolar sistematitzada tinguin la seva traducció en la vida ordinària i la possibilitat de transferència és sempre el gran interrogant. DE CORTE (1990) diu que l'ensenyament explícit de la transferència implica que als alumnes se'ls mostri intencionalment, però que també descobreixin a través de l'experiència, que l'habilitat que ha estat abstreta es pot aplicar amb èxit a altres àrees de contingut, a més a més de l'àrea en la que es va adquirir originalment.

Hi ha autors com PERKINS (1985) que creuen en aquesta possibilitat a través de l'ordinador, precisament perquè aquest ofereix un *feedback* immediat (SARRAMONA, 1991). En aquest sentit, la utilització dels ordinadors té efectes positius sobre la capacitat de transferència. Aquesta, però, no es dona només per la utilització dels llenguatges, ni tan sols amb el LOGO, que precisament és proposat per la seva teòrica funcionalitat generalitzadora; així ho comprovà KURLAN et al. (1986) i ho han ratificat altres autors més pròxims (BAUTISTA, 1988). Aquests resultats han verificat novament la inadequació de la teoria de les matèries formals. SALOMON (1992) apunta que "treballar una habilitat transferible pot succeir només en una trobada activa amb la tecnologia, quan l'activitat desenvolupada exigeix la participació mental de l'individu, i quan és

conseqüent". Resumint, es pot dir que per aconseguir la transferència és necessària una utilització apropiada de l'ordinador amb programes adreçats a aquest fi (TESOURO, 1994a)

### 3.6. Avantatges i inconvenients dels diferents models explicatius de la intel·ligència

Hi ha diferents models explicatius de la intel·ligència (MORA, 1991) que seran anomenats a continuació, si bé a més a més es farà una aplicació als programes informatitzats per optimitzar el rendiment intel·lectual:

a) El primer gran model explicatiu de la intel·ligència humana el podríem anomenar *model geogràfic* ja que es preocupa per la forma que pren el mapa de la ment, tenint una visió del cervell com un conjunt de capacitats perfectament "localitzades", com era l'habitual en les primeres dècades d'aquest segle (STERNBERG, 1985b). En aquest context s'elaboren teories típiques com els dos factors crucials de la intel·ligència "g" i "s" (Spearman) o les habilitats mentals primàries (Thurstone) o els primers models de l'"estructura de l'intel·lecte" de Guilford.

La unitat típica d'anàlisi en aquest model va ser el "factor" i la metodologia típica l'"anàlisi factorial".

Els avantatges d'aquest model geogràfic és que compta amb el fet d'especificar-nos unes nítides estructures mentals, directament operacionalitzables a través dels tests mentals i el fet d'haver desenvolupat una sofisticada i adequada maquinària estadística, l'anàlisi factorial, per manipular els resultats en l'execució dels mateixos. En aquest sentit, partint d'aquest model es pot realitzar un programa informatitzat que tingui en compte determinades estructures mentals i a partir d'aquí proporcionis exercicis concrets per optimitzar el rendiment intel·lectual.

No obstant, aquest model té l'inconvenient de posar massa èmfasi sobre el mapa de la ment, mancant-li el fet de donar importància al procés mental com a tal. Pretenia

trobar diferències individuals, com a fruit de la situació de la Psicologia en el seu moment històric i, a més a més, com a tal teoria psicològica, semblava com a no falsejable: se suposava una llista de factors, s'elaboraven els tests corresponents d'acord amb aquesta llista de factors a partir dels elements que semblaven més adaptats als mateixos, es processen les dades i tornava a sortir la llista de factors proposats; per això als factorialistes en la història de la Psicologia no li sortien mai malament els càlculs ja que es tractava d'un procés recurrent amb el qual s'arribava sempre al punt de partida (CATTELL, 1971 i VERNON, 1950).

b) Un segon model de teoria explicativa de la intel·ligència pot ser anomenat el *model computacional* que dóna importància a les rutines (programes) sobreenteses en el que anomenem "pensament intel·ligent". En les teories d'aquest model a l'hora d'explicar-nos què és la intel·ligència es trien processos d'informació elementals o es construeixen programes de simulació en ordinador, com a metodologia típica d'aproximació a la conducta intel·ligent. Conseqüentment si el nen veu com pensa l'ordinador, a partir de programes informatitzats, es pot optimitzar el rendiment intel·lectual d'aquest.

Els avantatges que representa aquest model computacional és que podem obtenir una especificació detallada dels processos i estratègies mentals, també es poden analitzar variables amb precisió, el temps de realització d'una tasca, o també es poden construir programes d'ordinador que imitin l'execució de tasques del que anomenem "intel·ligència"; per tant, tal com ja s'ha apuntat, d'aquesta manera el pot optimitzar el rendiment intel·lectual del nen.

Finalment, l'inconvenient d'aquest model és que la ment humana no és de fet com un programa d'ordinador i que les seves qüestions no es poden generalitzar a la intel·ligència de "cada dia". Les estructures mentals poden ser font de coincidències, però també ho són de diferències individuals.

c) Un tercer model de la intel·ligència vindria representat per autors com Berry, Cole o Charlesworth que tenen una posició que es pot anomenar "*antropològica*". Les teories integrades en aquest model tenen en comú l'anàlisi del context cultural, com el camí més idoni per definir què és el que entenem com a intel·ligència. En aquest sentit

s'ha d'assenyalar que l'ordinador prepara per viure a la societat tecnològica present i futura i això és important perquè actualment vivim en una cultura molt influïda per les noves tecnologies. Així, és interessant la utilització d'aquestes com a mitjà per la transmissió cultural i, per tant, l'ordinador pot ajudar a optimitzar el rendiment intel·lectual, tal com ja s'havia esmentat.

L'avantatge d'aquest model explicatiu estaria representat pel reconeixement del rol socio-cultural en la determinació del que entenem com a "conducta intel·ligent": aconseguir portar la teoria al context de la vida quotidiana.

D'altra banda l'inconvenient d'aquest model és la falta de concreció, de definicions culturals i d'impossibilitat a vegades de poder concretar aspectes tan importants com el funcionament cognoscitiu dels subjectes en el marc que s'està analitzant.

d) Un quart model estaria representat per Jean Piaget: "*l'epistemologia genètica*" que no pretén construir una teoria de la intel·ligència si bé en ella està present com es desenvolupa la mateixa, essent molt important l'observació clínica del nen. D'aquesta manera, una aplicació pràctica d'aquest model podria ser l'optimització del rendiment intel·lectual a partir de programes informàtics.

L'avantatge del model piagetian ha estat el reconeixement de la importància del desenvolupament i la incorporació del pensament científic i la gènesi del realisme a la infància. Conseqüentment, això és important en realitzar un programa d'informàtica ja que s'ha de tenir en compte el desenvolupament del subjecte al que s'adreça.

En contraposició, aquest model té l'inconvenient de sobreestimar les edats mínimes per aconseguir les competències cognitives; la no referència a formes de pensament alienes a les no-científiques o no-lògiques i la pròpia qüestionabilitat del concepte de fase de desenvolupament.

e) Un cinquè model explicatiu de la conducta intel·ligent podria ser anomenat el *Model Sociològic*, en tant que planteja el tema de la intel·ligència com quelcom relatiu a l'experiència en un marc social de l'individu. Teories típiques d'aquest model poden ser la zona de desenvolupament pròxim-zona de desenvolupament distal (de Vygotsky) o les experiències per aprenentatge mediador, com varen ser explicitades per Feuerstein.

En les dues teories es va intentar reconèixer el que anomenem intel·ligència a través de l'aprenentatge mediatitzat per l'experiència, fonamentalment en nens. I, naturalment, la seva metodologia típica està representada pels estudis d'entrenament cognoscitiu i les possibilitats de millora del mateix i, en aquest sentit, es pot optimitzar el rendiment intel·lectual amb l'aprenentatge mitjançant les experiències realitzades a través de l'ordinador i els seus programes informatitzats.

L'avantatge d'aquest model sociològic d'entendre la intel·ligència ve representat pel reconeixement de la internalització de les experiències inicials i el paper mediador que exerceixen en la gènesi i desenvolupament de tot el que anomenem "destreses cognitives", tant dels pares com de tot el context social en que es mou el nen.

No obstant, l'inconvenient d'aquest model vindria representat per la dificultat d'especificar el com i el quan del procés d'internalització, així com el fet de construir instruments que mesurin de manera fiable els conceptes manipulats en aquesta teoria.

f) Com a resum dels avantatges, i intent de superació de les dificultats de cadascun dels models analitzats, Robert J. Sternberg ha plantejat un *model governamental* de la intel·ligència, que tracta com els individus es regeixen i governen a sí mateixos. En aquest model es barregen aspectes del món extern, aspectes del món intern i aspectes de l'experiència de l'individu. Aquesta combinació de factors és el que ha exigut que la teoria s'anomeni *triàrquica* i s'ha d'estructurar en tres subteories:

1. **Componencial:** el pensament analític, el freqüentment analitzat pels tests factorials.
2. **Experiencial:** el pensament creatiu que ens exigeix combinar les més diverses experiències, que ens apareixen habitualment en els clàssics tests d'intel·ligència.
3. **Contextual:** com aprenem a manipular el nostre entorn, el conjunt d'accions personals i socials que exigeixen moltes vegades d'un fi.

Una aplicació d'aquest model podria ser a partir de programació informatitzada que proporciona elements del món extern fent que el subjecte agafi experiència i s'adoni

dels propis errors per poder optimitzar alhora el seu rendiment intel·lectual.

Indubtablement, aquest model ens apareix com molt més lúcid i complert a l'hora d'abordar l'estudi d'un concepte tan complex com el d'"intel·ligència" i d'alguna manera, des d'una perspectiva històrica, pot ser vist com un resum de moltes petites aportacions prèvies (STERNBERG, 1985a; 1985b; 1986a; 1986b i 1986c) .

## 3.7. Metacognició

### 3.7.1. Consideracions generals sobre la metacognició

Des de fa alguns anys s'han posat de moda les expressions d'"aprendre a aprendre" i d'"ensenyar a pensar", sobretot s'han fet molt familiars en aquells que treballen en l'àmbit de l'ensenyament (PALMA i PIFARRÉ, 1991); però el desconcert apareix quan cal traduir això a la pràctica ja que es dona per suposat que els alumnes van a classe per aprendre, però s'oblida que també han d'aprendre a aprendre (BURÓN, 1991).

Des de l'òptica cognitiva es planteja què vol dir "ensenyar a aprendre a pensar", la qual cosa pressuposa una transformació i, en segons quines circumstàncies, una modificació dels esquemes que tenen els alumnes. D'aquesta manera s'aporten sistemes nous d'ensenyar i d'adequació d'esquemes nous als processos d'aprenentatge. Això representa un plantejament d'estratègies noves, el foment d'habilitats de pensament (resolució de problemes, processos d'anàlisi-síntesi...), etc. No interessa només que l'alumnat en sàpiga més sinó que entengui més els conceptes i que sigui capaç d'aplicar el coneixement a una nova situació (ANDREU i EUSEBIO, 1991).

Són moltes les proves, assenyala CRUTCHFIELD (1969), de que les habilitats del pensament d'alt nivell es poden millorar mitjançant entrenament i no hi ha cap prova concloent per suposar que aquestes habilitats sorgeixin automàticament com a resultat del desenvolupament o la maduresa. En el supòsit de que les habilitats de pensament no es poguessin ensenyar, es conduiria en el pitjor cas a uns intents frustrats d'ensenyar-les. L'única pèrdua seria la de l'esforç dedicat, mentre que en el cas contrari, si no s'han

ensenyat les habilitats que es mereixia, les conseqüències serien molt greus (NICKERSON, PERKINS i SMITH, 1985).

Pensar vol dir pensar en quelcom i, segons ens ha recordat PAPERT (1980), fins i tot pensar en pensar implica pensar en pensar en quelcom. Així, l'objectiu d'ensenyar les habilitats del pensament no s'hauria de considerar com quelcom oposat al d'ensenyar el contingut convencional sinó com un complement d'aquest.

D'altra banda molt poques persones aconsegueixen acostar-se al potencial ple del potencial que tenen. Les habilitats del pensament es poden ensenyar, practicar i aprendre si bé això no vol dir que el potencial intel·lectual no tingui res d'innat, ni que totes les persones puguin desenvolupar el mateix grau de competència intel·lectual només donant-los la mateixa experiència d'entrenament. No obstant, possiblement la majoria de les persones tenen un potencial com per desenvolupar unes habilitats de pensament molt més eficaces que les que tenen. També la diferència existent entre aquest potencial i la part d'ell que s'actualitza és generalment tan gran que la qüestió de les diferències de base genètica és, en la majoria dels casos, d'una importància molt secundària (NICKERSON, PERKINS i SMITH, 1985). FEUERSTEIN (1988a i 1993) apunta que si es considera la modificabilitat com una característica de la intel·ligència de l'home, és important fer a l'home intel·ligent, flexible i autoplàstic.

### 3.7.2. Definicions d'intel·ligència segons la metacognició

Actualment molts psicòlegs metacognitius opinen que la intel·ligència és saber pensar amb eficàcia. BROWN (1978) concretament diu: "Pensar eficaçment és una bona definició de la intel·ligència". Si s'admet aquesta definició possiblement hem de pensar que a les aules es desenvolupa més la memòria que la intel·ligència (BURÓN, 1991).

Si la intel·ligència és pensar amb eficàcia, la utilització d'estratègies eficaces en l'aprenentatge és el resultat del desenvolupament metacognitiu (BELMONT BUTTERFIELD i FERRETTI, 1982), el qual, segons LANGER (1985), permet buscar nous recursos quan les fórmules apreses no donen resultat; és a dir, porta al desenvolupament de la estratègia de buscar estratègies. Ja fa anys HOLT (1976) va dir que el veritable test d'intel·ligència no és el que mesura quant sabem fer, sinó el que

mesura com actuem quan no sabem què fer. En aquest sentit aprenentatge escolar significa no només l'adquisició de coneixements sinó que inclou també aprendre a buscar els mitjans per solucionar problemes, seleccionar informació, triar estratègies, descartar hipòtesis, ordenar i relacionar dades, etc. Així l'ensenyament d'estratègies d'aprenentatge cerca no només capacitar els alumnes per a que aprenguin amb habilitat, sinó també per a que sàpiguen utilitzar el que aprenen. El corrent metacognitiu ofereix així esperances realistes i aportacions importants en la instrucció (BURÓN, 1991).

### 3.7.3. Definicions i conceptes de metacognició

La paraula *metacognició* etimològicament pot ser entesa com un coneixement més enllà del seu propi coneixement si bé en primer lloc expressem com a metacognició el coneixement referit a les variables i processos cognitius que intervenen en el coneixement, en la nostra representació particular dels fets que succeeixen al nostre voltant (TESOURO, 1994c).

La noció de la metacognició ha estat implícita en la bibliografia sobre aprenentatge des de fa algun temps. Una explicació molt coneguda és la de la diferència existent entre aprendre i aprendre a aprendre. No obstant, fins fa molt poc els tipus de coneixement i habilitats que actualment s'inclouen dins del terme de metacognició molt rarament varen constituir objectius explícits de l'entrenament. La gent no va aprendre com s'ha d'aprendre sinó que ho va fer espontàniament com a conseqüència de la seva experiència en situacions en les que se li ensenyaven altres coses. El fet que la gent aprengué no només el que se li ensenyava sinó també quelcom que fa referència al procés mateix d'aprendre, va constituir un descobriment molt interessant al que se li ha prestat una atenció considerable. Però només últimament han començat els investigadors a aïllar una classe d'habilitats que podrien ser considerades metacognitives i dignes de ser ensenyades d'una manera explícita (NICKERSON, PERKINS i SMITH, 1985).

D'altra banda, tradicionalment s'assumia que els estudiants adoptaven les estratègies metacognitives com a resultat de l'aprenentatge dels continguts del currículum d'estudi. En els anys recents s'han aixecat veus alternatives que basant-se en la distinció



entre els **productes** i els **processos** d'aprenentatge, pretenen orientar els processos cognitius a través de programes específics.

La metacognició va ser un concepte desenvolupat primordialment per FLAVELL qui l'entén com el coneixement respecte als processos i productes cognitius o a aspectes relacionats amb ells. La metacognició es refereix, segons aquest autor, entre altres coses al "control actiu i a la regulació consegüent i a l'orquestració d'aquests processos en relació als objectius cognitius, usualment a servei d'algunes fites o objectius concrets" (FLAVELL, 1978). En aquesta línia es defineix la metacognició com el coneixement referit als continguts, les estratègies, destreses, habilitats i control exercit en els mateixos gràcies a aquest coneixement. D'aquesta manera la metacognició afecta, en global, a l'estudi del coneixement i com coneixes la realitat que ens rodeja. Suposa una anàlisi dels diferents aspectes intel·lectuals intervinents en la nostra representació de la realitat. Però metacognició implica la regulació i la correcció dels actes del coneixement. Com diu BROWN (1978) la metacognició comporta dos aspectes primordials: d'una banda, coneixement del coneixement, i d'altra banda la regulació de l'acte de conèixer.

FLAVELL (1978) defineix la substància del coneixement metacognitiu a través de tres tipus de variables i les seves respectives interaccions:

1. **Les variables personals.** Fa referència a tot el que un podria creure sobre el caràcter d'un mateix i de les altres persones considerades com a éssers cognitius. El coneixement de que un pot quedar-se sense comprendre quelcom per no arribar a aconseguir una representació coherent d'això , o per aconseguir una representació coherent però incorrecta, constitueix un exemple de coneixement metacognitiu que encaixa en la categoria de variables personals.
2. **Les variables de la tasca.** Es refereix al coneixement del que impliquen les característiques d'una tasca cognitiva pel que fa a la dificultat d'aquesta i a la millor manera d'enfocar-la. Tenim un exemple d'això en el coneixement de que recordar l'essencial d'una narració és més fàcil que recordar-la sencera al peu de la lletra.

3. **Les variables de l'estratègia** impliquen el coneixement dels mèrits relatius als diferents punts de vista d'una mateixa tasca cognitiva.

Aquest mateix autor assenyala que la major part del coneixement metacognitiu implica probablement l'existència d'interaccions, o de combinacions, entre dos o tres d'aquests tipus de variables. Més encara, el coneixement metacognitiu, com els altres tipus de coneixement, és susceptible d'accés intencionat o automàtic, pot ser més o menys precís i pot influir conscientment o inconscient.

Les experiències metacognitives, a la llum de la conceptualització de Flavell, són experiències conscients que s'enfoquen en algun aspecte (o aspectes) de la pròpia actuació cognitiva. L'experiència de la "sensació de saber" (o de la sensació de no saber), que ha rebut considerable atenció per part dels investigadors en aquests darrers anys, podria qualificar-se d'experiència metacognitiva, com també la sensació de que un té (o no) probabilitats de ser capaç de resoldre un problema particular en el que està treballant (NICKERSON, PERKINS i SMITH, 1985).

BURÓN (1988) ha analitzat diferents definicions de la metacognició i diu que "és el conjunt de coneixements adquirits per l'autoobservació de les pròpies cognicions i per les deduccions inferides sobre la base de les mateixes". No obstant, es pot definir com "el coneixement de les nostres cognicions". S'ha d'assenyalar que en el context de la metacognició el terme "cognició" es pot referir a qualsevol operació mental: memorització, atenció, percepció, comprensió, comunicació, etc. Per tant, la metacognició és el coneixement que tenim de totes aquestes operacions (BURÓN, 1991).

La metacognició és la que determina el control de la nostra activitat mental i l'autoregulació de les facultats cognitives que fan possible l'aprenentatge humà i la planificació de la nostra actuació intel·ligent. BROWN et al. (1983) afirmen que la metacognició implica el coneixement de les cognicions i la regulació de l'activitat mental, la qual exigeix: a) planificar l'activitat abans d'afrontar-se amb un problema, b) observar l'eficàcia de l'activitat iniciada, i c) comprovar els resultats.

Existeix una diferència entre tenir certa informació i ser capaç de tenir accés a ella quan faci falta; entre tenir una habilitat i saber com aplicar-la; entre millorar la pròpia realització en una tasca determinada i donar-se compte de que un ho ha aconseguit. És en part el reconeixement d'aquestes diferències el que ens ha portat a la idea de

metacognició o, més específicament, d'un coneixement, unes experiències i unes habilitats metacognitives (NICKERSON, PERKINS i SMITH, 1985).

Resumint, el coneixement metacognitiu és el coneixement sobre el coneixement i el saber, i inclou el coneixement de les capacitats i limitacions dels processos del pensament humà, del que es pot esperar que sàpiguen els éssers humans en general i de les característiques de persones específiques -en especial, d'un mateix- en quant a individus coneixedors i pensants. Podem considerar les habilitats metacognitives com aquelles habilitats cognitives que són necessàries, o útils, per l'adquisició, la utilització i el control del coneixement, i de les altres habilitats cognitives. Inclouen la capacitat de planificar i regular la utilització eficaç dels propis recursos cognitius (BROWN, 1978; SCARDAMALIA i BEREITER, 1985).

Així, gran part del treball fet sobre la metacognició ha estat dissenyat per fer que els individus coneguin millor les seves pròpies capacitats i limitacions i sàpiguen emprar millor les primeres i eludir les segones amb eficàcia. Un aspecte important de l'execució hàbil resideix en la capacitat de determinar si s'està fent un progrés satisfactori cap als objectius d'una tasca específica i de modificar degudament la pròpia conducta quan aquest progrés no és satisfactori (NICKERSON, PERKINS i SMITH, 1985).

#### 3.7.4. Història

Històricament, el significat de l'expressió "aprendre a aprendre" ha variat en funció dels models psicopedagògics dominants en cada moment. MONEREO (1991) distingeix 3 períodes:

1. De 1920 a 1950 *aprendre a aprendre* s'assimilava a *practicar "bons" mètodes d'aprenentatge*. Per un dels corrents principals en aquells moments, l'**introspeccionisme**, aquests "bons" mètodes s'originaven en els valors i el tarannà personals. Per l'altre model, el **conductista**, aquests mètodes havien de convertir-se en hàbits mitjançant l'associació repetida i el reforçament contingent de respostes, reduint al mínim la possibilitat d'error. Es tractava d'una concepció

"gimnàstica" del coneixement, on la repetició sistematitzada hauria de permetre aconseguir les més altes cotes del rendiment intel·lectual.

2. De 1960 a 1970 *aprendre a aprendre* s'igualava a *classificar i organitzar els coneixements*. La **psicologia cognitiva de caràcter genètico-evolutiu** que lidera J. Piaget (1976) considera que l'alumne creix, intel·lectualment parlant, quan s'introdueixen tasques que originen desequilibris en els moments crítics del seu desenvolupament psicològic, de manera que faciliten, a través d'un doble mecanisme d'assimilació-acomodació, l'elaboració de nous esquemes capaços d'explicar les relacions lògiques subjacents a dites tasques. Així, de la visió genètico-evolutiva s'han després les principals tècniques d'anàlisi i síntesi, com el subratllat, la classificació o l'esquema.
3. De 1980 fins a l'actualitat *aprendre a aprendre* es relaciona cada cop més amb l'habilitat de *controlar els propis mecanismes d'aprenentatge*. Actualment les dues concepcions dominants, dins la psicologia de l'educació, són el **constructivisme** i el **processament de la informació** que han de considerar-se en gran mesura complementàries si bé el seu objecte d'estudi és, originàriament, diferent. El model **constructivista**, interessat inicialment en explicar el desenvolupament cognitiu del nen, suposa un relleu eclèctic de les idees de Piaget i, molt especialment, de Vygotsky, considerant els dispositius facilitadors d'aprenentatge com a sistemes de mediació que afavoreixen la construcció de representacions internes de l'entorn. Potencia, per tant, aquells procediments que assegurin la mediació entre allò que l'alumne sap i la nova informació arribada de l'exterior, com els mapes conceptuals, els esquemes "personalitzats", o la presa d'apunts relacionals.

La segona perspectiva, el **model de processament de la informació**, tracta d'analitzar els processos de "gestió de la informació" que es produeixen en el sistema cognitiu humà d'afrontar-se a una tasca d'aprenentatge o de resolució de problemes. Aporta conceptes relatius als *nivells d'atenció* (difusa, focalitzada), de *retenció i recuperació* o de *raonament* (inductiu o deductiu) que comencen a dotar de fonamentació

teòrica les tècniques d'estudi tradicionals i les orienta cap a una nova formulació més d'acord amb els descobriments realitzats per la recerca actual sobre la temàtica.

Al marge d'aquesta situació editorial, sembla raonable afirmar que l'aprendre a aprendre dels anys 90 es mourà entorn del concepte d'**estratègies d'aprenentatge** que englobarà dos tipus d'habilitats (KYRBY, 1984; NISBET i SCHUCKSMITH, 1987):

1. Unes habilitats relacionades amb l'execució de tècniques i mètodes d'estudi, com ara l'ús del resum, l'organització del temps o la realització de quadres sinòptics, que han rebut el nom de **microestratègies**.
2. Unes habilitats dedicades a la planificació, regulació i avaluació dels processos cognitius implicats en l'aprenentatge, que basen el seu poder en la capacitat que té qualsevol aprenent de conèixer, analitzar i controlar els propis mecanismes d'aprenentatge. Aquestes segones habilitats han estat denominades **macroestratègies**, o també *habilitats metacognitives*, en emfasitzar la seva qualitat de "coneixement sobre la matèria d'adquirir coneixement".

Al llarg de la història de l'avaluació psicològica hi ha hagut diferents perspectives de considerar, definir i avaluar la intel·ligència de l'individu. També dins la perspectiva psicomètrica s'han realitzat algunes temptatives més dinamitzadores d'avaluar la capacitat de l'individu per resoldre problemes.

Des de fa alguns anys es ve treballant en el disseny d'instruments d'avaluació que detectin els processos, estratègies i habilitats cognitives bàsiques per la resolució de problemes. Aquests nous plantejaments tenen com a objectiu principal la millora i desenvolupament de les capacitats bàsiques del pensament i de les capacitats metacognitives. Per això, és freqüent trobar programes d'intervenció dissenyats, la majoria de les vegades, sota la mateixa òptica i teoria implícita en el model d'avaluació.

En l'avaluació psicomètrica de la intel·ligència tenim:

1. Model o perspectiva que contempla les *diferències culturals* dels individus davant l'examen de la intel·ligència; i, per tant, les expectatives d'èxit o fracàs davant els tests.

2. La perspectiva del *dèficit cognitiu* que considera els dèficits dels subjectes, procedents de minories ètniques i culturals, que els impedeix enfrontar-se amb èxit a les tasques recollides en els tests d'intel·ligència.
3. Una tercera perspectiva, es fonamenta en els *culture-free tests* que proposa com a alternativa dissenyar proves d'avaluació de la intel·ligència lliure d'influència verbal i cultural. Els defensors d'aquest model creuen que si la investigació es centrés en el disseny de mesures de factor "g", llavors els resultats de l'avaluació canviarien notablement.

No obstant, sembla que cap d'aquests tres models contempla la intel·ligència com un conjunt d'experiències d'aprenentatge del subjecte. I, per tant, obliden la capacitat d'aquest per aprendre i modificar les seves estructures de pensament.

Conseqüentment existeix una altra perspectiva d'examen i investigació de la intel·ligència que s'orienta cap a l'avaluació i entrenament del potencial d'aprenentatge del subjecte. Aquest model contempla des dels aspectes cognitius més elementals (funcions cognitives), fins els processos metacognitius d'alt nivell. A més a més, inclou altres aspectes emotiu-motivacionals, que són components essencials del funcionament cognitiu.

Les perspectives actuals d'avaluació dinàmica emfasitzen de forma especial, el *procés* que segueix el subjecte en l'examen per resoldre qualsevol problema. Per aquest motiu hi ha subjectes que, malgrat presentar un índex alt de respostes als tests tradicionals o psicomètrics, no poden raonar *per què* donen aquesta solució i no una altra.

Aquest model d'avaluació dinàmica, ha suposat una sèrie d'innovacions i canvis respecte al model psicomètric tradicional. Aquestes innovacions consisteixen en:

1. Introduir un canvi en l'*estructura* dels instruments que componen el dispositiu d'avaluació; de manera que l'estructura del test és molt similar als currícula educatius del subjecte.
2. El canvi en l'orientació de la situació de l'examen ja que es contemplen una sèrie d'*interaccions* entre l'examinador-examinant. Durant aquest procés interactiu

l'avaluació s'enfoca a la millora de les funcions cognitives deficientes, a establir prerequisits conductuals, a regular la conducta del subjecte, etc.

3. S'ha produït un canvi del producte al *procés* de tal manera que l'examinador investiga el procés pel qual el nen arriba a la solució del problema.
4. S'ha canviat la interpretació de les puntuacions resultants de l'avaluació ja que la interpretació s'ha de fer en funció dels factors cognitius, habilitats bàsiques del pensament, factors energètics-motivacionals i de l'eficàcia que desenvolupa l'individu al llarg de l'avaluació.

Els programes adreçats cap a aspectes metacognitius (BELMONT, BUTTERFIELD i FERRETTI, 1982) són els que aconsegueixen millors resultats en les proves utilitzades en la valoració dels mateixos. Sabem que per l'efecte de la simple pràctica es pot augmentar la puntuació d'un subjecte en un test encara que els efectes siguin molt específics i es dissipin amb el temps (CALERO, 1988).

### **3.7.5. Paper de la metacognició a l'escola: importància d'ensenyar a pensar a l'escola.**

Malgrat que les primeres publicacions sobre el tema apareixen als anys 20 (a l'Estat Espanyol als 50) i malgrat que algunes escoles ja fa anys que ensenyen als seus alumnes estratègies i sistemes per aprendre més bé el que estudien, la investigació rigorosa del tema i de les seves conseqüències reals sobre l'aprenentatge dels estudiants data de final dels 70 (MONEREO, 1991).

En els darrers quinze anys s'han realitzat moltes investigacions en psicologia cognitiva en les que s'ha analitzat l'execució experta en diferents camps. En base als resultats convergents en aquests treballs, es pot argumentar que el principal objectiu cognitiu de l'aprenentatge escolar consisteix en l'adquisició de les quatre categories de destreses que es presenten a continuació (PERKINS i SALOMON, 1989):

1. L'aplicació flexible d'un coneixement ben organitzat, específic d'un camp, que comprendria conceptes, regles, principis, fórmules i algoritmes.
2. Mètodes heurístics, és a dir, estratègies de recerca sistemàtica per l'anàlisi i transformació del problema com, per exemple, analitzar amb cura un problema, explicant que és el que es coneix i el que es desconeix; subdividir el problema en subfites; visualitzar-lo utilitzant un diagrama o dibuix...
3. Habilitats metacognitives que inclouen, d'una banda, el coneixement relatiu al funcionament cognitiu propi i d'altra banda, activitats que es relacionen amb l'auto-control i la regulació dels propis processos cognitius com, per exemple, planificar un procés de resolució i reflexionar sobre les activitats d'aprenentatge i pensament pròpies.
4. Estratègies d'aprenentatge, és a dir, les activitats que ocupen a l'estudiant durant l'aprenentatge amb la finalitat d'adquirir qualsevol dels tres tipus de destreses anteriors (LEVIN i PRESSLEY, 1986).

Els primers estudis realitzats, des del marc de la psicologia cognitiva, varen demostrar de forma convincent el significatiu paper de les estratègies heurístiques en el pensament i la resolució de problemes (NEWELL i SIMON, 1972). Més tard, les investigacions sobre el paper de la riquesa del coneixement que el subjecte posseeix en un àrea, tendeixen a subratllar la importància del coneixement específic en un camp (CHI, GLASER i FARR, 1988).

Cada vegada s'observa més la necessitat de que els processos de l'educació s'han d'orientar a fomentar habilitats de pensament en l'alumnat, és a dir, a aprendre a pensar per ell mateix i no tant a acumular coneixements per al seu rendiment i eficàcia (ANDREU i EUSEBIO, 1991). Així, l'autèntic protagonisme de l'escola ha d'adreçar-se a ajudar a pensar a la persona; a ensenyar a aprendre. Ha d'anar formant en l'home el seu potencial per l'aprenentatge permanent. En aquest sentit, CARRETERO (1987) apunta que a la majoria de les investigacions que es realitzen al nostre país sobre el desenvolupament cognitiu s'obté informació sobre el que l'individu en desenvolupament



coneix però gairebé no s'investiga el que podria conèixer en condicions favorables d'aprenentatge.

La dicotomia "ensenyament de continguts versus ensenyament d'estratègies" encara no està resolta. La presentació dels dissenys curriculars de les diferents administracions educatives han anat incorporant elements definitoris que posen en una balança els dos plantejaments (GIMENO, 1991). MONEREO, PIFARRÉ i PRAT (1993) assenyalen la importància de la integració real de les estratègies d'aprenentatge en el currículum escolar i la importància d'aprendre a controlar i modificar el procés cognitiu que els alumnes segueixen quan estan pensant en la resolució d'una tasca.

Conseqüentment, els plantejaments teòrics que fonamenten les noves propostes educatives, expressades al Disseny Curricular, reflecteixen clarament la necessitat de centrar el procés d'ensenyament-aprenentatge en "aprendre a aprendre" i "ensenyar a pensar". Segons això, la funció de l'educador no ha de ser la de transmetre coneixements sinó la de proporcionar a l'alumne sistemes de codificació de la informació amplis i funcionals per a que possibilitin un aprenentatge intel·ligent, productiu i creatiu que faciliti l'adaptació a la gran quantitat de demandes del medi i a la seva variabilitat (BELTRAN et al., 1987) la qual cosa també pot fer-se a través de bons programes d'ordinador.

Gràcies a les aportacions de les teories cognitives (AUSUBEL, 1976, STENHOUSE, 1984, NICKERSON PERKINS i SMITH, 1985, WITTROCK, 1989, etc.) es dóna èmfasi a la importància que té la capacitat de pensar en els processos de l'educació, en procurar que l'alumnat utilitzi més bé els seus esquemes de coneixement i capacitats a fi de millorar-ne l'educació.

En la conceptualització teòrica realitzada més recentment, s'accentua la interacció entre coneixement i habilitat en l'execució competent (ALEXANDER i JUDY, 1988; ELSHOUT, 1987; WEINERT, 1989).

Actualment hi ha una gran quantitat de dades disponibles (DE CORTE, 1989) que demostren que en l'educació escolar actual els nois i joves no adquireixen les quatre categories d'habilitats especificades anteriorment. Frequentment, els estudiants només adquireixen un coneixement dels conceptes bàsics que és deficient, superficial i està basat en la repetició. Així, no dominen una sèrie d'estratègies heurístiques i metacognitives

susceptibles de ser aplicades i, sovint, desenvolupen creences incorrectes sobre les activitats cognitives (DE CORTE, 1990).

Respecte el paper del professor cal dir que aquest pot realitzar un paper d'expert a l'hora de resoldre tasques cognitives davant dels seus alumnes. En aquest sentit el mestre explicita els seus processos de pensament a fi i efecte que els seus alumnes adquireixin l'habilitat cognitiva en qüestió i reconeixin, en el seu professor, la possibilitat de verbalitzar el que fins ara tan sols han pogut ser "processos interns inexplicables" (MONEREO, 1990c). No obstant s'ha d'assenyalar que aquesta tasca d'explicar els processos de pensament per a que els alumnes adquireixin habilitats també la pot fer l'ordinador i, a més a més, és important destacar que generalment el nen se sent menys pressionat davant una màquina que davant un adult. Segons PÉREZ (1991) els ensenyants, a més a més de decidir quines habilitats volen ensenyar i com ho faran, hauran de tenir en compte les característiques dels alumnes i la dels professionals que han de portar a terme la proposta, les àrees de coneixement a través de les quals es treballaran i el procediment que s'utilitzarà, etc., és a dir, les característiques del context d'ensenyament i aprenentatge en què s'ensenyarà l'alumne a pensar.

DERRY i MURPHY (1986) afirmen que "el desenvolupament genuí de l'aptitud acadèmica no és fàcil que s'aconsegueixi sense una programació pensada i sistemàtica que es complementi amb la instrucció directa de les estratègies d'aprenentatge". S'ha de ser conscients de que l'ús d'estratègies eficaces en l'activitat escolar és el resultat del desenvolupament metacognitiu (BELMONT, BUTTERFIELD, i FERRETTI, 1982), que exigeix un estil d'instruir i de preguntar que ha de prolongar-se al llarg de tot el curs per a que les estratègies ensenyades arribin a utilitzar-se automàticament i es converteixin en habilitat estable. No obstant, si a la classe predominen els continguts sobre la maduresa intel·lectual de la persona és fàcil que els alumnes acudeixin a mètodes deficients i immadurs que són suficients pel moment però que, a més a més de ser poc eficaços a llarg termini, els deixen submisos en el subdesenvolupament (BURÓN, 1991).

MONEREO (1991) ens anomena les actituds i valors relatius a les estratègies d'aprenentatge:

1. Millorar la forma d'aprendre d'un alumne suposa millorar la manera en que aquest pensa sobre els continguts objecte d'aprenentatge.

Si volem obtenir bons "productes" és imprescindible identificar i optimitzar els processos implícits, i una de les millors maneres de fer-ho és aconseguir que l'estudiant en sigui conscient i pugui explicar-los.

2. L'aprenentatge és, en últim extrem, una empresa individual que comporta un *procés gradual de "personalització"* de la informació.  
Respondre a la diversitat escolar significa, en gran part, donar resposta als factors de variabilitat cognitiva que presenten els alumnes de la nostra classe (MONEREO, 1990a)
3. Les estratègies d'aprenentatge han d'ensenyar-se en base a les àrees curriculars.
4. Ensenyar estratègies d'aprenentatge vol dir ensenyar per la transferència. Aprendre suposa transferir primer allò que ja saps a la nova informació i després la informació apresada a nous problemes.
5. El professor no ha d'ensenyar la matèria, sinó com pensar sobre la matèria a aprendre. És desitjable que l'estudiant aprengui a afrontar-se a aquesta amb tipus de pensament emparentats amb els que fa servir l'expert, és a dir, el professor. Per aconseguir aquests objectius podem adoptar diferents mètodes (MONEREO, 1990b):
  - 5.1. Pensar en "veu alta" a l'hora de resoldre un problema, presentant als alumnes el procés cognitiu seguit.
  - 5.2. Afavorir l'autointerrogació sobre els propis coneixements i mecanismes utilitzats abans, durant i després de portar a terme un aprenentatge.
  - 5.3. Promocionar a classe l'anàlisi i la discussió de les estratègies que cadascú posa en funcionament davant de determinades tasques d'aprenentatge.

- 5.4. Examinar a classe aquells materials d'elaboració personal que mostrin, indirectament, la manera de processar la informació: apunts, esquemes, treballs, exàmens, mapes conceptuals, diaris personals, etc.

### 3.7.6. Variables a les quals estan sotmeses les estratègies d'aprenentatge i que determinen l'eficàcia a l'hora d'optimitzar els aprenentatges

1. *Primera variable:* Existeix una relació causal entre el grau de control exercit sobre els processos cognitius implicats en un aprenentatge i el nivell de significació que s'obté.  
Diferents estudis (WEINERT i KLUWE, 1987; MARCHESI i MARTIN, 1990) demostren que quant més gran és el coneixement i control que té el subjecte sobre els mecanismes que utilitza per aprendre, menys dificultats d'aprenentatge té, demostra una autoestima superior, posseeix més motivació intrínseca i és més autònom en el seu aprenentatge.
2. *Segona variable:* No tots els processos cognitius són accessibles a la consciència i, per tant, no totes les accions mentals poden planificar-se, regular-se i avaluar-se. En termes generals, les activitats que poden dissenyar-se prèviament, també poden ser examinades amb posterioritat.
3. *Tercera variable:* A més edat, més possibilitats de considerar la "cognició" com a objecte d'anàlisi i reflexió. L'origen de la metacognició se situa durant el segon any de vida, en el moment en què s'inicia l'autoconeixement i apareixen les expressions autoreferents com "meu", "teu" o "seu" (PERALBO, 1987). A partir d'aquest moment el nen planifica, regula, avalua i redefineix la seva acció per mitjà de l'experiència que li proporcionen els errors que comet.  
Al voltant dels 11-12 anys l'adolescent ja és capaç de reflexionar de manera distanciada sobre els seus processos cognitius, considerant-los com a objecte d'anàlisi en sí mateixos ja que en aquesta edat el nen pot reflexionar sobre els

seus processos cognitius. Conseqüentment en la present recerca es presenta un programa que s'ha aplicat a alumnes de 13-14 anys.

### 3.7.7. Necessitat de realitzar estudis pràctics sobre ensenyar a pensar

La metacognició no s'ha convertit fins fa molt poc temps en un focus de l'atenció investigadora si bé queda per determinar com ensenyar amb èxit aquestes habilitats. REPETTO et al. (1990) apunten que diferents publicacions mostren que una de les àrees prioritàries actuals i futures és la de les intervencions en estratègies metacognitives i el seu impacte en el desenvolupament cognitiu dels alumnes i en la transferència i perdurabilitat dels seus efectes en l'aprenentatge. El poc treball empíric que s'ha fet sobre aquest assumpte, sense ser conclouent, és esperançador. NICKERSON, PERKINS i SMITH (1985) apunten que aquesta àrea és molt prometedora pel que fa a investigacions futures. Les habilitats metacognitives tenen una validesa immediata molt convincent: si aquestes coses són susceptibles de ser ensenyades, i de tal manera que puguin estendre's a la generalitat de les tasques, quedaríem molt sorpresos si la capacitat intel·lectual no millorés com a conseqüència. L'estudi sobre la metacognició va suggerir, a més a més, altres components del "pensament eficaç". La solució de problemes pot millorar mitjançant l'aplicació d'una sèrie d'habilitats metacognitives, entre les que s'inclouen el saber *quan* aplicar heurístics o coneixements específics i el control de la pròpia capacitat per estar segurs de seguir un camí correcte. La investigació de la metacognició se sembla a la de la resolució de problemes per conduir a l'adquisició d'algunes habilitats relativament específiques per millorar el pensament. No obstant, la investigació de la metacognició se sembla també a la de la creativitat en tant que suggereix la importància que tenen altres factors més globals com la necessitat de fer que el propi coneixement sigui el més accessible possible.

Conseqüentment aquests mateixos autors apunten que existeix la possibilitat de que un ensenyament eficaç de les habilitats de pensament millori la capacitat intel·lectual de tal manera que augmentin les puntuacions obtingudes en els tests normals d'intel·ligència. Però encara que no fos així, això no significaria que els esforços fets per millorar les

habilitats del pensament haguessin estat infructuosos ja que si la intel·ligència no és modificable queda encara la possibilitat de que l'entrenament pugui ser eficaç per millorar la qualitat de capacitat en tasques intel·lectualment exigents, ajudant a la gent a utilitzar amb més eficàcia la intel·ligència que tingui.

Les qüestions relatives a la intel·ligència -què és, si és modificable mitjançant entrenament- són d'interès secundari. La qüestió pràctica primària és si les persones poden aprendre a pensar d'una manera més crítica i creativa: si poden aprendre a ser més eficaços en solucionar problemes, en prendre decisions, en conceptualitzar, en planificar, en inventar, etc. ja que està ben documentat el fet de que les persones raonen amb freqüència d'una manera inferior a l'òptima. Es tracta de qüestions empíriques que, en principi, no pot contestar la investigació. No existeixen en l'actualitat proves suficients que recolzin una resposta negativa a alguna d'aquestes qüestions; per tant són importants els esforços per desenvolupar mètodes que permetin millorar les habilitats del pensament (NICKERSON, PERKINS i SMITH, 1985).

Des de fa molts anys, el professorat ha estat interessat en la millora de les habilitats dels alumnes i en donar eines per l'aprenentatge autònom d'aquests. Cal que el treball d'aquestes habilitats es faci durant el temps suficient i en situacions el més variades possible per tal d'assegurar la transferència i aplicabilitat dels aprenentatges i, en conseqüència, la seva rentabilitat. Els coneixements específics no tenen cap sentit si no porten cap a un "saber pensar", però malament aprendran a pensar si, en la primera feina a la qual han d'aplicar el seu coneixement, la tasca escolar, no són eficaços. Aquest lligam entre els diferents "aprenentatges" és el que pot donar sentit al treball de programació que requereix el nou marc curricular (IZQUIERDO i NOGUEROL, 1991).

No obstant, hi ha pocs estudis realitzats a nivell pràctic sobre com organitzar l'ensenyament perquè hi tingui lloc l'aprenentatge cognitiu que ajudi l'alumnat a aprendre per sí mateix a adquirir la capacitat per desenvolupar-se amb una plena autonomia (ANDREU i EUSEBIO, 1991); per tant és important crear diferents programes per ensenyar a pensar, com s'ha fet per exemple en aquesta recerca, i sobre els que s'obtinguin uns resultats concrets per tal de poder ser aplicats amb posterioritat, sabent prèviament els resultats que s'han aconseguit en altres estudis.

D'altra banda, s'ha de reconèixer que hi ha molts programes que ensenyen a pensar i la clau de la seva eficàcia és el funcionament del grup classe com a grup

d'aprenentatge. Per tant, no podem dir que tal o qual programa és ideal o és inútil, qualsevol proposta pot ser útil en una determinada situació. Per això en haver realitzat els programes que es presenten en aquesta investigació, abans d'aplicar-los s'han estudiat molt bé les característiques dels alumnes als que anaven adreçats, tal com veurem més endavant, ja que és en relació amb tot el que és el grup classe i l'escola que cada situació tindrà sentit i que resultarà eficaç una proposta d'ensenyar a pensar als alumnes (IZQUIERDO i NOGUEROL, 1991).

Ensenyar a aprendre al segle XXI voldrà dir **ensenyar a pensar** a tres nivells diferents (MONEREO, 1991):

1. Ensenyar els alumnes a conèixer com es produeix el pensament humà.
2. Ensenyar als alumnes les matèries en base a com s'ha de pensar sobre elles.
3. Ensenyar als alumnes a autoregular el seu propi pensament.

En definitiva, cal un canvi en la manera en que els educadors entenen el fet d'aprendre i es modifiqui la manera que pensem que hem d'ensenyar.



# **4. Informàtica**



## 4. Informàtica

### 4.1. Definició d'ordinador, parts i usos del mateix

#### 4.1.1. Definició d'informàtica i d'ordinador

#### 4.1.2. Parts d'un ordinador

#### 4.1.3. Usos de l'ordinador dins el camp educatiu

### 4.2. Raons per la creació de software

### 4.3. Característiques necessàries per la creació de software

#### 4.3.1. Necessitat d'un equip interdisciplinar

#### 4.3.2. Requeriment de programes amb una qualitat mínima i amb determinades característiques

### 4.4. Fases per la producció de software

#### 4.4.1. Predisseny o disseny funcional

#### 4.4.2. Estudi de viabilitat o test d'oportunitat

#### 4.4.3. Dossier de disseny orgànic

#### 4.4.4. Programació

#### 4.4.5. Avaluació interna

#### 4.4.6. Avaluació externa

#### 4.4.7. Ajustaments i publicació

### 4.5. Futur de la informàtica

## 4.1. Definició d'ordinador, parts i usos del mateix

### 4.1.1. Definició d'informàtica i d'ordinador

En parlar d'informàtica, s'ha d'assenyalar que és la ciència que busca la màxima eficàcia i economia en el tractament de la informació a partir de la utilització de mitjans automàtics (MARQUÈS i SANCHO, 1987). Dins la informàtica, tenim la Informàtica Educativa que es refereix a la conjunció entre l'educació i el progrés tècnic, és a dir, a la integració de la informàtica al procés d'ensenyament-aprenentatge (STEFANI, 1990) ja que l'ordinador és una màquina adequada per introduir material didàctic de primera qualitat (RODRÍGUEZ, 1992b).

Hi ha moltes definicions d'ordinador. SARRAMONA (1991) diu que són instruments que possibiliten la integració de sistemes simbòlics i d'interacció. DELVAL (1986) i MARTÍ (1992), entre d'altres, també ens expliquen que l'ordinador és una màquina que elabora informació, és a dir, que rep informació, l'emmagatzema, la transforma i la presenta de nou d'una forma diferent a través de la manipulació de símbols. La característica més destacada dels ordinadors és que realitzen moltes operacions molt simples en poc temps i gràcies a això poden executar operacions complexes, i poden manejar grans quantitats d'informació amb rapidesa i sense errors. Aquesta informació pot ser de tipus molt diferent i la seva naturalesa no ha d'estar prefixada anteriorment.

### 4.1.2. Parts d'un ordinador

L'ordinador és una màquina que pot servir per moltes coses, però a la que hem de preparar, o programar, per a que faci el que nosaltres volem. Així, s'han de distingir dues parts en els ordinadors:

1. La base física o *hardware*.
2. Les instruccions, les ordres, els programes que s'han anomenat *software*.

Per realitzar les seves funcions, l'ordinador necessita:

1. **Un element que permeti introduir les dades**, la informació de partida, generalment un teclat. Els teclats actuals tendeixen a ser semblants a les màquines d'escriure si bé hi ha molts que, a més a més, tenen altres tecles: unes per realitzar funcions especials i altres per introduir nombres d'una manera més còmoda quan s'utilitzen molt les dades numèriques.

Cal esmentar que la informació pot introduir-se no només per mitjà del teclat sinó a través d'algun altre sistema d'emmagatzemament com un disquet, cintes, comunicant amb un altre ordinador, etc.

2. **Una unitat que elabora la informació, la unitat central o CPU**. En ella es troba el microprocessador, una memòria només de lectura (ROM) que conté instruccions que es llegeixen quan la màquina es posa en marxa, i una memòria d'accés aleatori (RAM) que es pot llegir, modificar o esborrar. La memòria RAM és un sistema que permet emmagatzemar dades o instruccions que es necessiten en un determinat moment, per exemple el programa amb el que s'està treballant.
3. **Dipòsits o unitats de memòria en els que s'emmagatzemen les dades** i que es mesuren en bytes ja que les dades que es van entrant a l'ordinador s'esborren en el moment en que s'apaga la màquina. Per això, és necessari fer servir sistemes d'emmagatzemament de dades que permetin conservar-les de forma més permanent. Els sistemes més estesos solen ésser els discs magnètics flexibles que generalment són de 5,25 o 3,5 polzades, discs fixes i cintes. El sistema d'emmagatzemament en disc té un gran avantatge sobre el de cinta i és que l'accés de dades és molt més ràpid. Encara que sigui gran la capacitat d'emmagatzemament dels discs flexibles, pot ser necessari o còmode disposar de més memòria al mateix temps; per això existeixen els anomenats discs durs.

4. **Altres mecanismes pels que surt la informació o que executen les ordres que se li han donat, com pantalles, impressores, etc.**

La *pantalla* és un sistema molt còmode per veure el que s'està fent, les dades que s'introdueixen, el programa, l'estat del mateix, l'estat de la impressora, etc.

La *impressora* és un perifèric de gran utilitat que permet transferir al paper dades, instruccions, gràfics, dibuixos, etc., que estan al disc o a la pantalla. Hi ha molts tipus, les més esteses últimament han estat les de matricials; aquestes per escriure utilitzen una sèrie d'agulles, cadascuna de les quals pinta un punt amb els que es compon una lletra. Conseqüentment, la qualitat de la lletra depèn del número d'agulles o de punts que produeixi el capçal i, quants més punts tingui millor és la qualitat. Altres tipus són les làser, les d'injecció de tinta, les tèrmiques, etc. Finalment, es pot dir que contínuament apareixen nous tipus d'impressora que tracten d'arribar a majors velocitats i més qualitat.

#### 4.1.3. Usos de l'ordinador dins el camp educatiu

Els usos de l'ordinador depenen del software. Així, MARQUÈS i SANCHO (1987) ens diu que els programes d'ordinador per l'ensenyament es poden classificar pel tipus de tasques d'aprenentatge que proposen:

1. Els programes d'*exercitació* i alguns *tutorials* proposen a l'alumne exercicis de *reconeixement i memorització i resolució de tasques de rutina* que no posen necessàriament en marxa funcions cognitives superiors.

Aquests tipus de programes, si estan dissenyats de forma adequada, optimitzen la resolució de les tasques que es proposen i poden reduir el temps que l'escola dedica a aquestes activitats. Les raons a favor de la utilització de l'ordinador es podrien resumir així:

- Presenten als alumnes els exercicis graonats per nivell de dificultat, podent passar a nivells superiors o inferiors, segons la seva actuació (en cas de tractar-se d'un programa ramificat).
- La correcció és immediata, la qual cosa beneficia l'alumne i descarrega el professor d'una tasca rutinària.
- El professor pot detectar les deficiències dels alumnes en determinats temes.

2. El segon grup de programes pretén proposar tasques de *comprensió*, utilitzant diferents vies. Aquí se situarien els *tutorials de tipus heurístic*, *la simulació*, *els jocs heurístics d'estratègia* i *els entorns de programació*.

Els *tutorials heurístics* presenten al nen un problema o bloc de coneixements que ha d'entendre utilitzant processos d'inducció o de deducció, generalment de deducció. Habitualment es presenta un concepte, llei, etc. que l'alumne ha d'aplicar a diferents situacions o, contràriament, se li presenten una sèrie de situacions, de les quals ha d'inferir una llei, concepte, etc.

D'altra banda *la simulació*, en permetre manipular les variables d'un model i observar immediatament els seus efectes, invita al nen a desenvolupar hipòtesis sobre el seu funcionament, detectar les lleis que el regeixen o aïllar les variables que el componen. L'aplicació d'estratègies d'assaig-error i la resolució per part de l'alumne, lligat a la qualitat representativa del model, són els factors determinants que situen la simulació en una bona posició per fomentar el desenvolupament del pensament formal.

Els *jocs heurístics* generen un ambient en el qual l'alumne, coneixedor d'algunes de les seves lleis de funcionament, generalment adopta un rol i ha d'aconseguir uns objectius. Aquests programes proporcionen un entorn en el que s'han de desenvolupar estratègies d'investigació, assajar hipòtesis, prendre decisions...

La programació de l'ordinador, en general, i els *entorns de programació* tipus LOGO, SIMPLE... estan considerats com a mitjans que fomenten la

capacitat de conceptualització dels alumnes, és a dir, la resolució de problemes, la representació del coneixement, etc.

Un altre aspecte important és que es poden considerar altres programes que, sense haver estat dissenyats per l'ensenyament, poden ser de gran valor per desenvolupar dissenys curriculars que posin l'èmfasi en l'activitat investigadora i realitzadora dels alumnes com *els processadors de textos, bases de dades, generadors de gràfics, fulls de càlcul, programes d'estadística, etc.* que li permetin transformar, millorar i aprofundir la relació de les tasques escolars, amb mitjans més propers al món real.

S'ha de destacar que l'ordinador focalitza l'atenció mitjançant la lluminositat, el color, el moviment, la persistència de l'estímul, els afegits sons, a més a més del principi d'activitat. Permet una atenció compartida: prendre notes, debatre amb el grup, etc., al temps que es treballa el programa concret. Possibilita la combinatòria de textos i imatges que suposin repeticions i estructures mediacionals, com organigrames, gràfics, etc. S'han comprovat, per exemple, resultats positius en el desenvolupament del factor espacial (SEPPER i FISKE, 1988), capacitat lectora i conceptes matemàtics. Tanmateix, cal afegir efectes positius en la planificació del temps i en l'organització de l'espai (CLEMENS i GULLO, 1984).

De manera molt destacada, cal fer esment de les bases de dades com a mecanismes estrictament vinculats al processament de la informació perquè exigeixen la identificació de les variables, l'estructuració de les informacions, l'habilitat per fer classificacions prèvies, el creuament entre conceptes, etc. L'ordinador actua així com arxiu lògic, que demana el processament previ de la informació per poder-la retenir (SARRAMONA, 1991).

Resumidament, pel que fa als ordinadors, CASTILLEJO (1987c) diu que es poden distingir les funcions següents:

#### 1. Funcions tutorialis:

- Exercitacions: educació especial, recuperació, automatització.
- Instrucció (CAL)

- Avaluació: individual, de grup, de programes, etc.
- Facilitació: càlculs, tractament de dades, bases de dades, etc.

## 2. Funcions d'aplicació:

- Simulació
- Tractament de textos
- Solució de problemes
- Disseny

## 3. Alfabetització informàtica:

- Llenguatges
- Domini de la màquina

## 4. Suport al professor:

- Bases d'avaluació
- Xarxes de comunicació
- Programes informàtics

## 4.2. Raons per la creació de software

Ha existit una política errònia d'introducció de sistemes informàtics a les escoles, oblidant que sense programes adients no serveixen per res. Si veritablement es pretén que l'ordinador contribueixi a la millora de l'ensenyament és imprescindible invertir en l'elaboració de programes educatius, malgrat l'elevat cost que tenen (MONEREO, 1988).

D'aquesta manera, DELVAL (1986) ens explica que l'ordinador no és més que una màquina i una màquina d'ús inespecífic, la qual cosa vol dir que per aconseguir que faci quelcom necessitem donar-li instruccions precises sobre el que ha de fer i sobre com

ho ha de fer. Aquesta és la funció que realitza el *software* dins el qual es pot distingir el **software bàsic** i el **software d'aplicació**. El *software* bàsic està constituït pels programes més indispensables que són necessaris per posar en marxa l'ordinador o per realitzar nous programes, mentre que el *software* d'aplicació inclou els programes per la realització de tasques concretes, jocs, càlculs, etc.

Malgrat aquestes consideracions, existeix una carència gairebé absoluta, en la majoria dels països, de programes educatius adequats. RIVERA (1990) apunta que "hi ha poques evidències que el *software* computacional estimuli pensament d'alt nivell i aquesta manca d'evidències és una de les raons per la que és possible pensar que el *software* computacional programat científicament estimuli pensament de nivell superior"; per tant existeix la demanda de la seva producció amb un nivell de qualitat acceptable i a un cost assequible..

A Espanya, les carències de material educatiu que faci ús de l'ordinador són notables ja que no existeixen materials, programes, documentacions, etc. (GALVÁN, 1985). Segons MORAL (1988) al nostre país el número de programes educatius o de possible ús educatiu disponibles és molt més reduït que en països com Estats Units o Canadà. No obstant, la tendència actual de la introducció de microordinadors a les aules i a les llars fa preveure un increment considerable d'aquest tipus de *software*. Conseqüentment, serà necessari que els professors aprenguin a discriminar entre diferents programes segons les necessitats didàctiques específiques per tal de millorar el procés d'instrucció/aprenentatge.

D'aquesta forma, el problema d'introduir la informàtica a l'escola no és simplement econòmic ni tampoc de dotar amb màquines suficients els centres educatius. La rentabilitat educativa i social del procés passa per disposar de materials educatius basats en l'ús de l'ordinador com a eina i a l'educador li manca temps i habilitat suficient pel procés de creació d'aquests materials educatius (CALLEJO, 1985). DE LA CUESTA i PRAT (1992) apunten que "els programes destinats a l'àmbit educatiu són, freqüentment, poc modificables i, en conseqüència, poc adaptables. L'ús de programes modificables afavoreix l'experimentació a l'aula i, per tant, la millora de la qualitat educativa".

Conseqüentment, GIORDANO i EDELSTEIN (1987) ens diuen que convindria que el professor tingués bons programes d'aplicació ja fets per la matèria que imparteix



ja que el hardware només pot utilitzar-se si se li incorporen els programes adequats (software) (LARRIBA, 1991). No obstant, en l'estat actual de desenvolupament de *software* educatiu, gairebé tots els programes o paquets de programes disponibles solen estar desvinculats del marc de referència global de la matèria (cursos, llibres de text, etc.). D'aquesta manera, la seva utilització sense raó de ser i fora de temps pot introduir un factor dispersiu en el procés d'aprenentatge dels alumnes, amb conseqüències generalment negatives. D'altra banda, si l'escola no explora les possibilitats de l'ordinador com a instrument educatiu, sembla difícil que el nen ho faci pel seu compte, donada la manca d'oferta existent de programes que li puguin ser útils.

Finalment, el que s'hauria de fer és preparar el professorat per aprofitar el potencial didàctic de la nova tecnologia. Malgrat això, es pot tornar a remarcar que el major problema, quant a la utilitat i al valor instructiu d'aquests programes, sembla estar en la qualitat acceptable dels mateixos ja que segons WATT (1983) la majoria dels que ofereixen les cases comercials són "inadequats i els manca imaginació", per aquest motiu és necessari crear nous programes amb una qualitat acceptable i que siguin adequats tant al currículum escolar com a les característiques dels nens. ALVÁREZ (1993) apunta que en els darrers anys hi ha hagut una proliferació de programes educatius pels òrgans oficials en alguns països i organitzacions privades i gairebé el 80% d'ells han estat desqualificats com a recolzaments eficients en l'ensenyament.

## 4.3. Característiques necessàries per la creació de software

### 4.3.1. Necessitat d'un equip interdisciplinar

Un primer aspecte a considerar és que ni els ensenyants ni els pares o tècnics disposats a elaborar programes posseeixen per separat la formació informàtica o el bagatge pedagògic necessaris per l'elaboració dels programes. PILLOT (1984), LEVRAT (1990) i FERNÁNDEZ-VALMAYOR, FERNÁNDEZ-CHAMIZO i VAQUERO (1991), entre d'altres, ens diuen que essencialment és un problema d'equip. Així, tant LÓPEZ (1990)

com MARQUÈS (1991) assenyalen que l'elaboració de software educatiu d'alta qualitat exigeix el desenvolupament de múltiples activitats i la implicació d'un *equip d'especialistes interdisciplinar* compost per professors, pedagogs (pedagogia general i didàctica), psicòlegs (psicologia cognitiva), assessors temàtics, dissenyadors gràfics, analistes, programadors... i, com a peça essencial per assegurar l'èxit del projecte, ha d'haver-hi un coordinador o cap de projecte (FIDALGO, 1991) que, a més a més de supervisar i coordinar el treball de l'equip d'especialistes, assegurari el seu desenvolupament dins els marges pressupostaris i temporals previstos i, en el seu cas, la seva adequació als requeriments de qui ha encarregat el producte.

D'aquesta manera, sembla clar que el procés de desenvolupament d'aquests materials és un tema que s'ha d'abordar, necessàriament, des d'una perspectiva interdisciplinària; per tant, d'una banda els educadors defineixen objectius i mètodes, i d'una altra banda els tècnics instrumenten processos sobre la màquina. Així, aquest és el camí més professional i amb majors possibilitats d'èxit (CALLEJO, 1985) ja que és impossible implementar una innovació educativa real amb la resistència del professorat i sense la seva col.laboració (FERNÁNDEZ, 1987-88).

#### **4.3.2. Requeriment de programes amb una qualitat mínima i amb determinades característiques**

Actualment es pot dir que el número de programes educatius va creixent. No obstant, molts d'aquests programes no solen tenir una qualitat mínima per a que compensi la seva utilització dins l'escola. Conseqüentment, els programes educatius no han de ser una simple transposició a l'ordinador de materials educatius com els llibres ja que l'ordinador fa possibles coses que sense ell no es poden realitzar i aquestes són, precisament, les que s'han d'aprofitar al màxim. Per això, quan un professor es trobi amb un programa ha de tenir alguns criteris que li permetin examinar-lo i valorar-lo i s'ha de dir que ja existeixen guies per a que pugui realitzar aquesta tasca (DELVAL, 1986). D'aquesta manera s'observa que entre un programa i un altre la qualitat varia substancialment i, de la mateixa manera que els llibres, el plantejament que convé a un professor pot no convenir

a un altre (OBRIST, 1983). Queda ben demostrat que els ordinadors moderns poden ser instruments per la creació d'un ensenyament amb sentit; la tendència a utilitzar-los per reforçar antigues pràctiques dubtoses resulta, particularment, trist (COLE i LCHC, 1992).

Avui en dia, les expectatives que desperta el software educatiu no s'han vist totalment confirmades. No obstant, és necessari tenir en compte que les possibilitats que ofereixen alguns programes existents són amplies, a condició de disposar d'estratègies d'aprenentatge i plans de treball que explotin els aspectes lúdics del software educatiu (NAVARRO, 1988).

D'altra banda, AGUARELES, GROS i MARTÍNEZ (1988) ens expliquen que els programes d'aplicació a l'ensenyament haurien de respondre a unes característiques que podríem resumir així:

1. **Ésser relativament econòmics.**
2. **Sense errors d'execució.** Per tal que els professors i els alumnes se sentin segurs i puguin realitzar les seves tasques sense interrupcions inoportunes, que provoquen desconcerts.
3. **De fàcil maneig.** Per tal que els usuaris es puguin centrar en l'activitat i no en la memorització de tecles i instruccions.
4. **Modificables.** En el cas dels programes de tipus tancat, per poder-los adaptar millor a les diferents situacions d'ensenyament/aprenentatge, és aconsellable que es puguin introduir modificacions, no tant en l'estructura del programa com en la base de dades.
5. **Amb un bon disseny pedagògic.** Sigui quin sigui el tipus de programa i el seu fonament psicopedagògic, aquest ha de poder aconseguir els objectius que es proposa.
6. **Usar correctament el llenguatge.** Tant els textos/missatges exposats a la pantalla com els que ha d'introduir l'usuari han d'ésser escrits en perfecte català/castellà,

o qualsevol altra llengua que s'utilitzi, sense oblidar accents, signes de puntuació, etc.

7. **Tenir cura de la presentació de pantalles.** Alguns programes amb possibilitats des del punt de vista educatiu, poden perdre part de la seva efectivitat si no es té en compte la seva presentació. La disposició/composició dels textos i els gràfics i l'ús de colors ha d'ésser tan treballada com l'estructuració del programa. Així, les aportacions del camp del disseny gràfic suposen un gran ajut.
8. **Adaptables.** La possibilitat que un programa pugui ésser utilitzat per diferents usuaris, d'acord amb les seves capacitats i necessitats en diferents circumstàncies, augmenta en gran mesura el seu valor potencial. DE CORTE (1990) apunta que "els contextes d'aprenentatge per ordinador haurien d'acoplar-se explícitament al coneixement previ i a les habilitats dels estudiants.
9. **Comptar amb documentació informàtica i pedagògica.** Tot programa ha d'anar acompanyat d'un manual que faciliti a l'usuari la seva utilització. Però en cas que el programa sigui educatiu quants més suggeriments d'ús es proporcionin als professors i alumnes i més material pedagògic s'adjunti, el programa podrà tenir una major dimensió en el conjunt de les activitats escolars.
10. **Referir-se a àmbits o tasques d'aprenentatge que o bé només es poden abordar/realitzar mitjançant l'ordinador, o bé que en utilitzar-lo queden millorades sensiblement.**

Finalment, una vegada vistes les característiques que ha de tenir un bon programa, GAYAN i SEGARRA (1985) assenyalen els aspectes que s'han de tenir en compte en la realització del mateix:

1. **Que sigui interactiu i s'estableixin diàlegs entre el nen i el microordinador,** exigint respostes i intervencions contínuament i d'una manera intel·ligent; per tant

es valora positivament que les respostes proporcionades pel programa siguin animades i fins i tot divertides.

2. **Que exigeixi concentració** i demani respostes que no siguin tan evidents, és a dir, que exigeixi contínuament activitats mentals de tot tipus: recordar coneixements, analitzar problemes, efectuar síntesi... sense subestimar la capacitat intel·lectual del nen.
3. **Que treballi diferents aspectes** com poden ser l'orientació espai-temporal, memòria visual, esquema corporal, percepció, lateralitat, atenció, creativitat, relacions d'objectes...
4. **Que utilitzi ajuts.** En el disseny del programa és important incloure una espècie de diàleg amb el nen en el qual estiguin previstes les respostes equivocades i que aquestes rebin algun tipus d'ajut per a que l'usuari pugui superar per sí mateix l'error. D'aquesta manera, amb els ajuts el nen no es perdrà ni es desanimarà en el decurs del programa.
5. **Que el programa no tingui un desenvolupament lineal,** sinó que ofereixi diferents camins per evitar la monotonia i anar desenvolupant el rendiment intel·lectual d'una forma individualitzada.
6. **Que sigui un programa motivador** per mantenir sempre l'atenció amb gràfics i sons, però procurant que no es converteixin en un element que pugui distreure.

#### 4.4. Fases per la producció de software

A continuació es presenta una esquematització particular de les fases per la producció d'aquests materials per a que tinguin una qualitat mínima, tenint en compte els passos que

consideren diferents autors, com per exemple MARQUÈS (1991) i ALBA (1988), entre d'altres.

#### 4.4.1. Predisseny o disseny funcional

Quan pensem en un autor de software educatiu generalment ens imaginem algú treballant en un ordinador. No obstant, escriure software de bona qualitat requereix quelcom més que asseure's davant d'un terminal o microordinador i teclejar. El primer pas ha de ser planejar prèviament tot allò que es vol realitzar ja que això pot estalviar moltes hores de temps de programació, degut a que proporciona les bases i orientació del que ha de ser programat.

En aquesta fase els professors i pedagogs de l'equip realitzaran diferents sessions buscant idees sobre el QUÈ i el COM del programa que es pretén elaborar, tenint en compte bàsicament aspectes pedagògics i funcionals. Finalment, seleccionaran una idea i la concretaran en un projecte que ha de contenir com a mínim els següents apartats:

1. **Presentació sintètica del projecte**, plantejant en termes generals que és el que s'intenta realitzar: Motivació, característiques i tipologia del programa, guió general...
2. **Aspectes pedagògics**: És molt important determinar les **característiques psicològiques i d'aprenentatge dels subjectes** així com aquells coneixements previs que han de tenir els estudiants (considerats com a futurs usuaris), per a poder realitzar de forma adequada el programa.

D'altra banda s'han d'especificar els *objectius educatius* que es pretenen, on es tracta d'establir aquells aprenentatges que s'esperen i expressar-los en termes de destreses o comportaments que l'estudiant haurà de ser capaç de demostrar per considerar que ha après o superat la matèria.

També s'han de tractar els *continguts* que es treballaran, la seqüència que volem que segueixin i la forma de presentació així com les *activitats educatives*

que es proposaran, *operacions mentals* que els alumnes desenvoluparan davant l'ordinador, *tractament dels errors* que facin...

A continuació es pot fer una anàlisi del tipus d'objectius que es pot pretendre aconseguir ja que no tots els aprenentatges es porten a terme de la mateixa forma i, segons el que es vol que s'apregui, són necessàries diferents estratègies d'ensenyament. Segons GAGNÉ (1977) les diferents categories de conductes o aprenentatges que es poden esperar de l'estudiant després d'haver après són les següents:

- Informació verbal.
  
- Destreses intel.lectuals, que es divideixen en cinc:
  - Discriminació.
  - Conceptes concrets.
  - Definició de conceptes.
  - Regles.
  - Solució de problemes.
  
- Estratègies cognitives.
  
- Destreses motores.

Un altre aspecte important és que s'ha de tenir en compte la importància de la *interacció usuari-ordinador*, el feedback que rebrà l'alumne, *la transferència dels aprenentatges* a altres situacions i el *control del programa per part de l'usuari*.

D'altra banda, el paper de l'organització en l'aprenentatge ha estat especialment desenvolupat per AUSUBEL, NOVAK i HANESIAN (1978). Segons aquests autors el grau d'aprenentatge significatiu d'un nou material està relacionat amb la interacció d'aquest amb les estructures cognitives de l'estudiant. Seguint

aquest mateix plantejament, GAGNÉ (1977) i GAGNÉ, WEGER i ROJAS (1981), proposen un model de seqüència a seguir per dissenyar unitats o lliçons d'E.A.O.:

1. Captar o aconseguir l'atenció del subjecte (per exemple presentar instruccions a la pantalla).
2. Informar-li dels objectius que pretén la lliçó.
3. Recordar aprenentatges anteriors.
4. Presentació d'estímul amb característiques específiques o diferenciadores.
5. Aprenentatge guiat.
6. Demanda d'una resposta.
7. Presentació de feedback informatiu.
8. Avaluació i comentari de les respostes del subjecte.
9. Retenció i transferència d'aprenentatges.

Finalment, aquestes nou etapes o elements adquireixen diferent forma en funció dels objectius plantejats i de les característiques dels subjectes als que estigui destinat el programa i no s'ha d'oblidar la importància de seqüenciar la instrucció, dels conceptes més simples als més complexes.

3. **Aspectes algorítmics:** Diagrama general del programa amb les opcions globals disponibles (opcions de configuració, activitats educatives, avaluació, etc.), seqüència en la que es presentaran les activitats, possibles bifurcacions de les mateixes en funció dels comportaments (accions, errors, etc.) dels usuaris...



4. **Formes d'interacció usuari-màquina:** Primer disseny de les pantalles, forma en que l'usuari es comunicarà amb el programa (utilització de rata i/o de determinades tecles, selecció d'opcions predefinides o teclieg de les respostes segons cert grau de llibertat, etc.), utilització d'altres perifèrics (impressora, video, etc.)...
5. **Documentació complementària:** Esquema de la documentació que haurà d'acompanyar el programa: manual d'usuari, guia del professor (amb suggeriments sobre la seva integració curricular, formes d'utilització, activitats complementaries, etc.) i altres materials.

#### 4.4.2. Estudi de viabilitat o test d'oportunitat

El disseny funcional passarà al cap del projecte que, amb l'oportú assessorament tècnic, pedagògic i comercial, dictaminarà la viabilitat o no viabilitat del mateix. La seva aprovació anirà lligada a la concreció d'un *marc pel projecte*: pressupost, pla de treball amb dates concretes, especificacions tècniques i pedagògiques...

Alguns dels principals aspectes que comprendrà el *test d'oportunitat o estudi de la viabilitat* al que s'ha de sotmetre el projecte són els següents:

1. Veure si la utilització d'aquest programa aporta avantatges importants a professors i alumnes davant la utilització d'altres materials didàctics no informatitzats.
2. Assenyalar com es podria complementar el projecte per aprofitar encara més els avantatges potencials de l'ordinador en els processos d'ensenyament-aprenentatge.
3. Mirar si tècnicament és un projecte factible per l'equip informàtic pel que es dissenya (RODRÍGUEZ, 1992a).

4. Assegurar-se de que el programa es diferencia suficientment d'altres semblants ja existents.
5. Assabentar-se de si existeix un mercat potencial de consumidors per un producte d'aquestes característiques o una institució que pugui estar interessada en ell (MAGENDZO, 1987 i RODRÍGUEZ, 1992a, entre d'altres).
6. Informar-se de si es disposa de recursos (econòmics, humans i tècnics) suficients per portar a terme el projecte en el temps convenient.

#### 4.4.3. Dossier de disseny orgànic

Una vegada informats els dissenyadors del marc en el que ha d'inscriure's el projecte, procediran a la confecció d'un dossier complet de disseny en el que hauran de concretar al detall els apartats anomenats al disseny funcional, i molt especialment:

1. **El diagrama general del programa**, amb les opcions globals disponibles articulades en un arbre de menús organitzat en base a un entorn tradicional o tipus windows. Cada opció constituirà un mòdul.
2. **El guió de cada mòdul** en els que ha quedat dividit el programa, acompanyat d'un diagrama de flux. Els mòduls que corresponguin a les activitats educatives hauran d'especificar la seqüència o forma de presentar els continguts, possibles actuacions dels alumnes, tractament dels errors que puguin cometre (detecció, interpretació i ajuts)...
3. **Les bases de dades** amb tots els continguts que tractarà el programa degudament estructurats i relacionats. En el seu cas també estaran graduats en nivells de dificultat. Aquestes bases de dades poden contenir textos, fórmules, gràfics, música... Serà convenient que algun especialista en la temàtica del programa assessori els dissenyadors.

4. **Les bases de dades complementàries:** Missatges estàndard del programa, ajuts on-line, missatges de felicitació, tractament dels errors dels alumnes...
5. **El disseny de les pantalles:** Pantalles de presentació, de les activitats, d'ajut... Es tracta d'elaborar uns esbossos en base als quals els dissenyadors gràfics que col·laboren amb els programadors puguin confeccionar les pantalles definitives. ASPILLAGA (1990) ens explica que "la informació sobreposada en un lloc rellevant del contingut gràfic facilita la transferència d'aprenentatge, en comparació amb la informació posada a l'atzar".
6. **Les formes de comunicació de l'usuari amb el programa:** Utilització de la rata, tecles significatives, formes d'accés a les dades, variables modificables pels alumnes, grau de llibertat en les respostes...
7. **La documentació complementària:** Redacció completa del manual d'ús i de la guia pedagògica. S'ha d'especificar si està previst que el professor pugui modificar alguna de les bases de dades per adaptar millor el programa a les seves necessitats concretes i explicar amb detall el procediment.

#### 4.4.4. Programació

Una vegada en poder de l'equip tècnic el dossier de disseny, els analistes procediran al seu estudi, determinant l'algoritme definitiu, l'estructura més convenient de les bases de dades, les eines informàtiques a emprar i el pla de treball a seguir.

En aquest punt del projecte és possible que sigui necessari un contacte directe entre el cap del mateix, els analistes i els dissenyadors, per aclarir certs aspectes o decidir possibles canvis que millorin el disseny o facilitin la seva implementació informàtica.

A partir d'aquí, programadors i dissenyadors gràfics iniciaran el seu treball de codificació de l'algoritme i confecció de gràfics digitals respectivament, que culminarà amb el desenvolupament d'un primer prototipus: *la versió 1-test del programa*.

#### 4.4.5. Avaluació interna

La *versió 1-test* del programa serà un prototipus que funcionarà amb totes les opcions previstes en el disseny, però amb les bases de dades encara sense depurar i amb gràfics i missatges provisionals. No obstant, permetrà que tots els membres de l'equip que intervenen en el projecte puguin jutjar el seu funcionament i suggerir la conveniència d'introduir algunes modificacions en el disseny, en els gràfics i en la programació. S'ha de dir que en aquest moment del procés és molt recomanable tenir un o dos estudiants per veure els resultats i efectes que es produeixen quan l'utilitzen. D'aquesta manera és més fàcil descobrir si sorgeixen problemes en algun punt.

També s'elabora una "demo" per mostrar a altres professionals de l'educació i usuaris de la informàtica, que sens dubte proporcionaran algunes idees originals per millorar el producte: aspectes didàctics, suggeriments sobre l'interfase d'usuari...

Finalment el cap del projecte, assistit per la resta de l'equip, determinarà les modificacions a implementar: en l'algorisme, bases de dades, interfase, documentació...

#### 4.4.6. Avaluació externa

Una vegada retocat el prototipus amb els canvis decidits a la fase anterior, depurades les bases de dades i introduïts els gràfics i efectes musicals definitius, s'obté l'anomenada *versió 2-test*.

Aquesta versió, juntament amb la documentació complementària al programa, després de ser revisada pels membres de l'equip passarà a ser experimentada amb alumnes i avaluada per persones alienes al projecte, els suggeriments i crítiques dels quals poden aconsellar la realització d'alguns ajustaments.

Si els resultats obtinguts en aquestes consultes no fossin suficientment satisfactoris, s'hauria de realitzar una nova Avaluació Interna del programa.

#### 4.4.7. Ajustaments i publicació

Finalment, una vegada implementats els canvis determinats en la fase anterior, s'obté la versió 1.0 del programa i es pot procedir a la seva edició conjunta amb els manuals i altres materials complementaris.

### 4.5. Futur de la informàtica

El món que s'ha creat entorn als ordinadors canvia amb una extraordinària rapidesa, que a vegades fa difícil seguir l'evolució del que està passant. OBRIST (1983) assenyala que la velocitat dels canvis tècnics és tan gran que qualsevol que escrigui al voltant del futur immediat corre el risc de quedar-se endarrera abans d'hora. En aquest sentit, DELVAL (1986) explica que resulta difícil fer previsions de com ha de ser el futur dels ordinadors i és arriscat fer-les perquè quan recordem al cap d'uns anys les prediccions que s'han anat fent veiem que no tenen massa a veure amb el que ha succeït. Conseqüentment, possiblement val la pena parlar de cap a on sembla que hauríem de dirigir-nos i hi ha algunes tendències que semblen clares:

1. Els ordinadors **continuaran baixant de preu** i es convertiran cada dia en quelcom més accessible.
2. Es faran més i **més potents**, tant en capacitat de processament com en memòria. OBRIST (1983) assenyala que el problema no està tant en els nous aparells, que probablement resultaran accessibles, sinó en la forma en que vagin a ser utilitzats en educació. A mesura que es desenvolupa la teoria del microxip, més gran i més barata es farà la memòria del microordinador. D'aquesta forma, quant més gran sigui la memòria interna, més complexes podran ser les funcions i, així, serà més fàcil disposar d'un complex processament de paraules.

3. En baixar de preu i fer-se més potents se seguiran extenent de forma continuada per tota la nostra vida i cada vegada tindran un major número d'usos.
4. La incorporació de les tecnologies informàtiques al sistema educatiu és un llarg procés, que només està en els seus inicis (RODRÍGUEZ, 1992b).
5. La tendència més clara és de que l'ordinador sigui un **instrument d'ús molt senzill**. No obstant, això no s'ha aconseguit del tot i normalment la utilització d'un programa nou sol portar a l'usuari un cert temps, fins i tot a l'usuari experimentat. MONEREO (1988) ens diu que els ordinadors cada cop seran més intel·ligents, i per tant serà progressivament més senzill comunicar-s'hi sense tenir cap coneixement d'informàtica. Si a això hi afegim que continuaran abaratint-se i aniran de mica en mica substituint amb avantatge la resta d'electrodomèstics i aparells, podem pensar que dins l'escola planificaran horaris, controlaran la temperatura ambient, s'encarregaran encara més de la gestió tant del personal com de l'alumnat, augmentaran les condicions d'higiene i seguretat, i es faran servir més sovint com a elements dinamitzadors dels processos de reflexió i pensament.
6. D'altra banda una de les **idees populars** és que en el futur **podrem adreçar-nos als ordinadors parlant en el nostre propi llenguatge** i que no serà necessari aprendre a programar. Aquesta és una aspiració de la gent que treballa en aquest terreny des de fa molt de temps, però els especialistes asseguren que estem encara molt lluny de disposar de màquines que puguin entendre el llenguatge natural. El problema de la comprensió d'aquest és que implica també entendre què és el que està darrera del llenguatge, entendre el pensament, la lògica i les inferències que realitzem quan parlem i aquest és un món molt complex en el qual, encara que s'ha progressat molt, queda molt per fer. No obstant, sens dubte, els llenguatges de programació aniran evolucionant i aproximant-se al llenguatge natural, però programar suposa, en última instància, ser capaç d'organitzar una activitat, d'estructurar una tasca i això sembla que seguirà sent necessari fer-lo.

DELVAL (1986) assenyala que disposar d'ordinadors que entenguin el llenguatge natural en tot cas és molt diferent que pensar en ordinadors que puguin

entendre instruccions verbalment. Per això no existeixen grans problemes i ja hi ha ordinadors que entenen les ordres que nosaltres els donem de viva veu encara que, freqüentment, és necessari que s'acostumin prèviament, que aprenguin a reconèixer la veu de l'usuari. Malgrat això, la seva capacitat d'entendre ordres és reduïda i l'única diferència quan reben ordres verbalment és que en comptes d'escriure-les amb el teclat se les donem de viva veu, però responen a comandes predeterminades. Això està molt lluny del que suposa entendre el llenguatge natural. ACHÓN (1987) també ens exposa que malgrat els intents que constitueixen els llenguatges de programació que posen l'accent en el procés de símbols, siguin de la mena que siguin, i en el procés d'inferències lògiques amb les quals operar cadenes de símbols, encara som lluny de disposar d'ordinadors la característica essencial dels quals sigui poder processar informació expressada en i amb llenguatge si bé assenyala que aquesta característica serà molt més fruitosa per a l'educació.

7. S'espera que tampoc estigui massa allunyada la **màquina comercial que permeti escriure al dictat**, és a dir, interpretar el que nosaltres anem dient i convertir-lo en text escrit ja que això és molt més senzill que entendre el llenguatge natural per executar les nostres ordres, encara que presenta dificultats i probablement les màquines hauran d'aprendre a reconèixer el llenguatge d'una determinada persona.
  
8. **A l'educació l'extensió dels ordinadors serà també imparable** i en aquest terreny el seu ús pot ser de bastant utilitat. Una tendència a l'escola sembla que serà introduir més tecnologia i posar l'accent sobre el desenvolupament tecnològic, és a dir, parlar molt d'aquests avenços i de la seva utilitat: màquines més potents, més ràpides, amb més resolució i capacitats gràfiques, tot tipus de perifèrics que facilitin l'entrada i sortida de les dades, impressores, tauletes digitalitzadores, pantalles tàctils, dispositius que parlin o entenguin, perifèrics que interactuin amb l'ambient, videodisc interactiu, comunicacions, etc.

Malgrat aquestes consideracions, GIORDANO i EDELSTEIN (1987) ens comenten que encara és aviat per extreure conclusions sobre el futur de l'ordinador en l'ensenyament i sobre el paper que en alguns anys desenvoluparan

els llenguatges, sistemes i programes d'autor, degut a que encara estem en temps d'investigar per a què poden servir amb més profit aquestes noves eines didàctiques. D'aquesta forma, l'ordinador probablement sigui una eina útil només a condició de que el professor pugui obtenir el resultat que espera, és a dir, en la mesura en que pugui donar-li instruccions precises amb un mínim esforç de programació.

D'altra banda, SOLOMON (1986) té una visió de futur en la que els nens utilitzaran l'ordinador com a mitjà d'expressió. Es comunicaran amb ell per mitjans molt diferents: mitjançant la paraula, el teclat... Els alumnes parlaran amb l'ordinador sobre moltes coses a través d'una amplia gamma d'ingenis de resposta, imatges animades, relats interactius representats en videodiscs, imatges formades per l'ordinador i incloent diferents dades sobre una gran varietat de temes, laboratoris interactius de ciències, etc. L'estudiant tindrà el control, bé redactant programes amb la finalitat d'experimentar en diferents entorns d'aprenentatge, o bé escollint programes basats en continguts per interactuar amb ells. L'ordinador serà un instrument per la comunicació escrita i parlada i es convertirà en una enciclopèdia versàtil i interactiva.

Un altre aspecte a tractar és el de l'ordinador com a llibre de text interactiu que pot guiar i registrar els processos dels estudiants, fer la tasca que els professors i institucions encarregades de la formació del professorat no han estat capaces de fer, i satisfer diferents necessitats en mitjans no homogenis d'aprenentatge. El camí a seguir és introduir en l'ordinador una sèrie de coneixements al voltant de matèries concretes i, també, sobre la manera en que els estudiants podrien reaccionar davant el sistema instrucció. El que les persones no han estat capaces de fer podria fer-se ara introduint el mateix material en l'ordinador. Això pressuposa que existeixin teories sobre com es produeix l'aprenentatge que puguin servir de suport a tals sistemes.

No obstant, l'ordinador no ha de ser un substitut del professor sinó un instrument de moltes possibilitats que ofereix una nova oportunitat per ajudar els professors a impulsar el seu ensenyament i la seva comprensió dels nens, i evitar que l'escola es converteixi en una experiència alienant. També es pot dir que aquesta visió de l'ordinador en el futur exigeix grans inversions de capital i talent.



No obstant, la falta de planificació de cara al futur és notable, no només degut a la manca de subvencions, sinó també a la manca de projectes d'investigació consistents.

9. **En el terreny dels perifèrics en els pròxims anys sens dubte veurem grans novetats.** Ja es disposa de màquines que poden llegir imatges i passar-les a la pantalla de l'ordinador, així com també hi ha algunes que poden llegir textos i emmagatzemar-los com un arxiu dins de l'ordinador.
10. **Els sistemes experts**, programes que permeten prendre decisions, ofereixen unes **grans possibilitats cap el futur** ja que del que es tracta és de que l'ordinador prengui decisions i permeti fer una tasca semblant a la que fan els éssers humans, degut a que l'ordinador pot acumular una quantitat de dades molt superior a la que és capaç d'emmagatzemar una sola persona i pot combinar-los de moltes maneres.
11. El **processament paral·lel** es torna comú en el disseny de noves màquines, és a dir, l'antic disseny d'un processador connectat a una unitat separada de memòria que conté els seus programes i les seves dades, deixa el pas a un concepte que involucra a diferents processadors que treballen en conjunt, ocupant (i compartint) una o més unitats de memòria. Conseqüentment, s'hauran de desenvolupar en un futur metodologies de programació completament noves (DAILEY, 1989).
12. Finalment, AGUIRREGABIRIA (1989) remarca que el tractament de textos, bases de dades, paquets integrats... va continuar amb l'arribada de programes radicalment nous amb intel·ligència associada, que aborden noves formes d'aprenentatge creatiu i obert, que estan donant lloc a l'Aprenentatge Intel·ligent Basat en l'Ordinador i transformaran la realitat educativa en deu anys, quan parlem d'un entorn de molts ordinadors pels alumnes i quan, per tant, els ordinadors portàtils estiguin a l'abast dels mateixos.