





UNIVERSITAT DE BARCELONA

Divisió de ciències experimentals i matemàtiques

FACULTAT DE QUÍMICA

DEPARTAMENT D'ENGINYERIA QUÍMICA
I METAL·LÚRGIA

Formació de conceptes al voltant
dels canvis d'estat d'agregació
de la matèria

Cas particular : els equilibris
líquid-vapor

TESI DOCTORAL

A U T O R : Josep Rafel i Montalà

DIRECTORS : Dr. Claudi MANS i TEIXIDÓ
(UNIVERSITAT DE BARCELONA) , i

Dr. Paul J. B L A C K
(KING'S COLLEGE
UNIVERSITY OF LONDON)

Barcelona, octubre de 1990.



UNIVERSITAT DE BARCELONA

Divisió de Ciències
Experimentals i Matemàtiques

Martí i Franqués, 1
08028 Barcelona
Tel. (93) 330 73 11
Telefax 34-3-411 14 92
NIF Q-0818001-J

Facultat de Química

Departament d'Enginyeria Química
i Metal·lúrgia

Claudi Mans i Teixidó, Doctor en Ciències Químiques i
Catedràtic del Departament d'Enginyeria Química i
Metal·lúrgia de la Universitat de Barcelona,

C E R T I F I C A

que la present memòria, titulada "Formació de conceptes
al voltant dels canvis d'estat d'agregació de la
matèria. Cas particular: els equilibris líquid-vapor"
ha estat realitzada, sota la meua direcció, per Josep
Rafel i Montalà i constitueix la seva tesi per optar al
grau de Doctor en Química.



La qual cosa signo, per a que així consti i tingui els
efectes oportuns davant la Facultat de Química de la
Universitat de Barcelona, el 10 d'octubre de mil
nou-cents noranta.

Dr. Claudi Mans i Teixidó

Primera part

Index	i
Ubicació de taules, figures i esquemes	ix
Agraïments	1
Resum	4
Motivacions personals	9
a) Per què s'ha realitzat una recerca sobre les idees dels alumnes sobre els canvis d'estat ?	9
b) Necessitat de la 'recerca en didàctica'	9
c) Cap al "professional" de l'ensenyament des de la recerca	11
1 Introducció	16
Preàmbul	16
Per què investiguem preconceptes?	21
Consideracions sobre el canvi conceptual	22
1.1 Presentació	25
1.1.1 Qüestions crucials prèvies que ens formulem, vinculades al problema central de l'aprenentatge a les classes de Química:	25
El coneixement	25
Objecte del coneixement científic	27
Algunes teories de l'aprenentatge. Aspectes generals i de nomenclatura	28
1.1.2 Breu pinzellada de l'eclosió del constructivisme en l'aprenentatge de les ciències	30
Aprenentatge jeràrquic	42
Aprenentatge i desenvolupament mental	42
Aprenentatge receptiu	43
1.1.3 Els canvis d'estat en la nostra vida	43
1.1.4 Antecedents i punt de vista del professor de ciències: algunes dificultats en la didàctica d'aquests conceptes	49
1.2 Antecedents	53
1.2.1 En la recerca de preconceptes sobre els canvis d'estat	53
1.2.2 Antecedents en les aportacions d'altres disciplines com ara les teories de l'aprenentatge	59
1.3 Finalitats d'aquesta recerca	60
2 Metodologia :	62
2.1 Aspectes previs	62
2.2 Objecions metodològiques a la recerca	64

2.3	Eines utilitzades en aquesta recerca.	65
2.3.1	Recollida de dades	65
2.3.2	Tractament de dades	67
2.4	Altres aspectes generals.	68
2.5	Anàlisi quantitativa (qüestions d'elecció múltiple)	69
2.6	Anàlisi qualitativa (de "networks" per a les qüestions obertes) i anàlisi mixta.	70
2.7	Anàlisi quantitativa utilitzant la tècnica LOGIT per a tota mena de qüestions	70
3	El primer instrument experimental.	76
3.1	Qüestionari Núm.1 o pre-test.	76
3.1.1	La mostra	76
3.1.2	Disseny i preparació del primer qüestionari	76
3.1.2.1	Introducció	76
b.	Preparació de tres proves a petita escala, prèvies al pre-test	76
c.	Agrupació de les respostes de les proves pilot	77
d.	Avaluació de les proves a petita escala	78
e.	Disseny del pre-test (i tractament escollit)	80
e1)	De les proves pilot al pre-test o test Núm.1	80
e2)	Objectiu de cada una de les qüestions	81
3.1.3	Anàlisi (I):Estudi de les qüestions tancades(MCQ) del pre-test	83
a.	Com es farà l'anàlisi?	83
b.	Facilitat i popularitat dels distractors de les qüestions d'elecció múltiple	83
c.	Proporció d'èxits entre fraccions de la mostra	84
d.	Associació entre confiança i encert	84
e.	Idees científiques i idees dels alumnes	85
3.1.4	Anàlisi.(II):Estudi de les qüestions obertes.	86
a.	Anàlisi de xarxes:	86
a1)	Successius canvis de les xarxes	86
a2)	Xarxes actuals i codis utilitzats	87
b.	Exemples de frases dels alumnes	90
3.1.5	ANALISI.PART III:Estudi global del test amb dades de les Parts I & II	91
a.	Associació entre categories de les qüestions obertes i encerts a les qüestions d'elecció múltiple	91
i.	Entre les categories de les respostes a les qüestions obertes Núm.1 i Núm.5.	91
ii.	Entre l'ús de codis de les qüestions obertes i encerts a les qüestions d'elecció múltiple	92
b.	Classificació de les respostes dels alumnes en models	92
c.	Resultats.	94
i.	Diferències entre escoles	94
ii.	Relacions entre dades de qüestions semblants	94
iii.	Estudi del context,i del tipus de qüestió (oberta o d'elecció múltiple)	95
iv.	Estudis complementaris	96

v.	Utilització de la tècnica LOGIT	97
3.2	Resum de les aportacions obtingudes gràcies al pre-test	98
3.2.1	Divorci entre "ciència de classe" i la vida diària	98
3.2.2	Importància metodològica del fet de dissenyar qüestions obertes i d'elecció múltiple	98
3.2.3	Conclusions sobre les classificacions efectuades.	99
3.2.4	Situació de la recerca després del pre-test.	100
4	Explicitació i generació d'hipòtesis	101
4.1	Factors de disseny seleccionats que considerarem crucials en el disseny dels qüestionaris	101
4.2	Reflexió metodològica	103
4.3	Procés de selecció dels factors de disseny del qüestionari final	103
4.4	Hipòtesis de treball i disseny seleccionat	106
5	Nou instrument experimental.El qüestionari final.	108
5.1	Disseny i partició del qüestionari final.	108
5.1.1	Relació d'aquest disseny amb les hipòtesis de treball	108
a.	Vinculació amb les matrius de disseny	108
b.	Alguns Comentaris Generals sobre la producció del qüestionari final.	108
c.	Full de dades de l'alumne	109
d.	Alguns aspectes sobre la intencionalitat que s'han tingut en compte, a les discussions amb d'altres professors	110
e.	Confecció de qüestions 'a mida' dels alumnes. Recomanacions observades	110
f.	Llista de les qüestions que s'han retocat per a fer-les 'a mida' dels alumnes o bé que han sofert d'altres modificacions abans de presentar-les depurades, a la llista final.	111
5.1.2	Partició del Qüestionari-final	115
	Explicació	115
5.1.2.1	Test final sobre l'equilibri Líquid-Vapor.Test-L Adequació del test-L	116
	Construcció i distribució del Test-L Final.	118
5.1.2.2	Test final sobre propietats dels gasos. Test-G Adequació del test-G	118
5.2.-	Descripció de la mostra	124
	Aspectes generals	124
A.	Descripció de la col·lecció sencera	124
B.	Descripció de la mostra final reduïda. Selecció i aspectes particulars (biaix i comparacions)	126
1.	Selecció de la mostra final reduïda	126

2.	Comparació entre rendiments globals i els de la mostra final reduïda	129
3.	Resum dels Biaixos produïts en la reducció de la col·lecció per crear la mostra final reduïda	130
4.	Comparació de la Significació estadística entre algunes associacions trobades a la mostra final reduïda respecte a la col·lecció sencera	131
C.	Llista de les escoles que han participat en alguna fase de la recerca	133
D.	Tables d'aquesta secció.	133
6	Resultats	138
6.1	Les anàlisis del Test final	138
6.1.1	Anàlisi quantitativa	138
6.1.2	Seguretat mostrada pels alumnes a les seves respostes	138
6.1.3	Aplicació de la tècnica 'LOGIT'als resultats del test final	139
6.1.4	Tables sobre l'Aplicació de la tècnica 'LOGIT'al test final	141
6.1.5	Presentació de les anàlisis detallades de les seccions 6.2 i 6.3, sobre els qüestionaris del test final.	147
6.1.5.1	Introducció	147
6.1.5.2	Aspectes Generals.Categoríes escollides i codis utilitzats	148
a)	Presentació	148
b)	Aspectes particulars de l'anàlisi del Test-G	152
c)	Aspectes particulars de l'anàlisi del Test-L	157
6.2	Resultats del test-G	162
6.2.1	Breu descripció de les aportacions a la recerca gràcies a cada qüestió oberta	162
	Presentació	162
a.	Qüestió oberta G1	162
b.	Qüestió oberta G2	163
c.	Qüestió oberta G3	164
d.	Qüestió oberta G4	165
e.	Qüestió oberta G5	166
f.	Qüestió oberta G6	166
g.	Qüestió oberta G9	167
h.	Qüestió oberta G10	168
6.2.2	Per què ens valem de respostes obertes?	170
6.2.2.1	Classificació de respostes obertes	170
a)	Coherència interna de la categorització efectuada	170
b)	Comprovació de la coherència	171
c)	Resultat d'aquesta anàlisi	174
6.2.2.2	Tipologies dels estudiants segons les respostes que donen a les qüestions obertes.	174
6.2.2.3	Procediment d'anàlisi de les tipologies assignades	179
6.2.3	Conclusions i Conseqüències	186

6.2.3.1	Conclusions a partir del test-G	186
a)	Basades en dades derivades del test-G	186
b)	Frases peculiars obtingudes al test-G.	186
6.2.3.2	Algunes conseqüències o implicacions didàctiques	187
6.3	Resultats del Test-L	188
6.3.1	Breu descripció del que s'aporta a la recerca amb cada qüestió	188
	Presentació	188
a.	Qüestió L9	188
b.	Qüestió L10	189
c.	Qüestió L11	190
d.	Qüestió L12	191
e.	Qüestió L13	192
f.	Qüestió L14	194
g.	Qüestió L15	195
h.	Qüestió L16	196
i.	Qüestió L17	197
j.	Qüestió L18	198
k.	Selecció	200
6.3.2	Estudi de les respostes obertes del Test-L	200
6.3.2.1	Anàlisi qualitativa:Classificació de les respostes obertes	200
i.	Coherència interna de la categorització efectuada	200
ii.	Comprovació de la coherència	201
iii.	Resultat d'aquesta anàlisi	202
6.3.2.2	Tipus de perfils.Llista amb el Perfil-L de tots els estudiants segons llurs respostes al Test-L.	203
6.3.2.3	Anàlisi de la coherència dels perfils(L) dels estudiants segons llurs respostes al Test-L.	210
	Procediment	210
6.3.3	Conclusions a partir del Test-L	213
6.3.3.1	Basades en dades derivades del Test-L	213
6.3.3.2	Selecció de frases peculiars del Test-L	214
6.3.4	Resultats segons els perfils globals	215
6.3.4.1	Anàlisi de la coherència dels perfils generals dels estudiants segons llurs respostes al test final sencer	215
	Procediment(Inclou llista de tots els perfils generals)	215
6.4	Conclusions a partir del test final	223
6.4.1	Conclusions basades en dades dels test-G i L	223
6.4.2	Llista de frases peculiars	227
7	Conclusions	229
7.1	Resum de les conclusions obtingudes al Test-Final	229
	Presentació	229
7.1.1	Conclusions generals de la recerca	229
7.1.2	Tipus d'idees alternatives a destacar	234
7.1.3	Conclusions respecte a la metodologia.	235

7.1.4 Aspectes sobre la Teoria corpuscular i la visió microscòpica de la matèria	236
7.1.5 Persistència de les idees alternatives	236
7.2 Suggeriments per a recerques posteriors:	237
8. Implicacions didàctiques	239
Recull de Recomanacions. Utilitat d'aquesta recerca	239
9. Símbols i abreujaents	244
10. Bibliografia consultada	246
<u>Segona part</u>	
A n n e x o s	271
Annex 1:Taules i dades relatives al pre-test	271
Annex 2:El pre-test	287
Annex 3:Fitxers amb la llista de dades dels alumnes participants al pre-test	290
Annex 4 Matrius de disseny dels qüestionaris	295
Annex 5A	299
Llista Núm.1	299
Llista Núm.2	320
Possibles Qüestions de Context Científic pel Test-L	320
Qüestions d'intenció=Seleccionar explicacions	320
Qüestions d'intenció=Seleccionar prediccions	322
Qüestions d'intenció=Produir explicacions	323
Possibles qüestions de context quotidià pel Test-L	324
Qüestions d'intenció=Seleccionar prediccions	324
Qüestions d'intenció=Seleccionar prediccions	325
Qüestions d'intenció=Produir explicacions	327
Annex 5B. -Fulls de dades i respostes del Test-L.	328
Qüestionari del Test-L	330
Annex 5C. -Fulls de dades i respostes del Test-G.	335
Qüestionari del Test-G	337
Annex 5D	342
Taula 5.D.1. Fitxer amb la llista de dades dels 549 alumnes participants al test-final.	342
Taula 5.D.2. Fitxer amb la llista de dades codificades de les respostes a les qüestions obertes del test final dels 156 alumnes de la mostra final reduïda	352
Annex 6A	355
Taules LOGIT	355

Taula de rendiments de les qüestions d'elecció múltiple, del test final segons les variables de disseny (1ª part)	410
Taula de Rendiments a les qüestions d'elecció múltiple del test final, segons els valors de les 'variables de disseny(2ª part) i de les variables socials	411
Taules resum del rendiment de les qüestions d'elecció múltiple i d'alguns aspectes sociològics (Test-L)	413
D'altres Taules d'aspectes socials (Test-L)	415
Taules on s'indica la seguretat en cada resposta	418
Rendiments qüestió per qüestió	420
Annex 6B.Nivells de significació d'algunes associacions	421
Annex 6C:Taules de contingència "Rendiment vs. seguretat".	430
Annex 6D:Llista de les associacions aparegudes entre conjunts formats per qüestions similars.	431
Annex-6E . Contingut de les frases que els alumnes donen com a respostes a les preguntes obertes sobre gasos, abans de col·lapsar-les i codificar-les	434
G1	434
G2	435
G3	436
G4	438
G5	438
G9	439
G10	441
G10 (Químiques)	442
Annex 6F: Conté les frases de les respostes obertes, classificades en 4 categories	443
Preàmbul	443
G1.	444
G2.	445
G3.	446
G4.	448
G5.	449
G9.	450
Annex 6G:(Un cop prescindim de les frases)	451
Annex 6H:(Conté les frases peculiars)	452
Annex 6I(Frases Peculiars d'OEQ no analitzades)	456
Annex 6J	457
Taula 1.-Associacions entre respostes i els conjunts als quals s'han adscrit	457
Taula 2.-Associacions entre perfil i variables socio-culturals	458
Taula 3.-Associacions 'Perfil' vs.'Centre'	458

Taula 4.-Distribució de respostes a la qüestió 13a del Test	459
Taula 5.-"SAFE"(Part)	460

Annex 6K:Contingut de les frases que els alumnes donen com a respostes obertes al test-L, abans de classificar-les i codificar-les.

Preàmbul	461
L9_Brut	462
L10_Brut	463
L11_Brut	464
L12_Brut	465
L13_Brut	466
L14_Brut	468
L15_Brut	469
L16_Brut	470
L17_Brut	471
L18_Brut	473

Annex 6L. Principals grups de respostes obertes del Test-L ,classificades en les mateixes 4 categories que al Test-G

L9_ABCD	474
L10_ABCD	475
L11_ABCD	476
L12_ABCD	477
L13_ABCD	478
L14_ABCD	479
L15_ABCD	480
L16_ABCD	481
L17_ABCD	482
L18_ABCD	484

Annex 6M. Resum numèric de les respostes OEQ, prescindint de les frases	486
Annex 6N. Frases peculiars obtingudes a Test-L	488
Annex 6P. Gràfics	493

UBICACIÓ DE TAULES, FIGURES i ESQUEMES.

Taules	Figs.	Esquemes	Títol	Ubicació	Pàg.
			1 Implicacions del problema de recerca plantejat.	Capl./Preàmbul	20
	1		Diagr.fluxe processós superadors de preconceptes	1.1.1	23
			2 Tradicions de recerca.	1.1.2 Ecllosió	29
			3 Els sis canvis d'estat més coneguts	1.1.3 Els C.d'E.	46
	1.1		Diagrames generals p-v-t (contracció en S)	1.1.3 Els C.d'E.	47
	1.2		Diagrames generals p-v-t (dilatació en S)	1.1.3 Els C.d'E.	48
	1.3		Canvis d'estat que pot conèixer l'alumnat de 2 ^a .	1.1.4 Antecedents	51
	1.4		Canvis d'estat que també es podrien introduir a 2 ^a .	1.1.4 Antecedents	52
	2.F.1		Aprentatge a classe i models de pensament	2.2 Objeccions	65
	2.F.2		Quadre resum de les eines utilitzades	2.4 Altres aspectes	69
	2.1		Exemple teòric d'aplicació del mètode LOGIT	2.4 Anàlisi LOGIT	73
3.1.1			Qüestions acceptades pel pre-test	3.1.2. Disseny	78
3.1.2			Qüestions refusades pel pre-test	3.1.2. Disseny	78
3.1.3			Codificacions de respostes obertes	3.1.2. Disseny	80
3.1.4			Objectiu de cada qüestió del pre-test	3.1.2. Disseny	82
3.1.5			Valors de Facilitat i Coef.'PBC' a les MCQ(pre-Test)	3.1.3 Anàlisi(I)	83
3.1.6			Errades/Encerts a les MCQ del pre-Test	3.1.3 Anàlisi(I)	85
3.1.7			Encapçalaments per a la Xarxa de l'OEQ-1	3.1.4 Anàlisi(II)	88
3.1.8			Encapçalaments per a la Xarxa de l'OEQ-5	3.1.4 Anàlisi(II)	89
3.1.9			Tipologies segons les respostes obertes	3.1.5 Anàlisi (III)	93
3.1.10			Model seleccionat amb HILOG al pre-Test	3.1.5 Anàlisi (III)	97
3.1.11			Abreujaments usats a taules de resultats dels LOGIT	3.1.5 Anàlisi (III)	98
	4.1		Matriu Teòrica final per l'estudi de les q.(pre-T)	4.1 Factors	101
	4.2		Matriu amb els factors pel disseny final	4.1 Factors	102
	4.3		Reduccions successives dels factors de disseny	4.3 Procès	105
	5.1.1		Factors de les Qüestions seleccionades pel Test-L	5.1.2.1 Test final	118
	5.1.2		Factors de les Qüestions seleccionades pel Test-G	5.1.2.2 Test final	122
	5.1.3		Matriu real del disseny complet de la prova final.	5.1.2.2 Test final	123
	5.2.1		Participació al test final per escoles	5.2.D	133
	5.2.2		Rendiments segons valors de 'CAT' i 'CLT'	5.2.D	134
	5.2.3		Composició de la mostra final reduïda	5.2.D	134
	5.F.2		Rendiments de mostres i biaixos	5.2.D	135
	5.E.1		Biaixos introduïts en reduir talla mostra	5.2.D	135
	5.2.4		Alumnes que no responen OEQs i MCQs	5.2.D	136
	5.2.5		Procedència dels alumnes de la recerca	5.2.D	136
	5.2.6		Rendiments de les mostres i biaixos considerats	5.2.D	137
	6.1.1		Model de caselles 'encert'/'seguretat'	6.1.2 Seguretat	139
	6.1.2		T.Contingència 'encert' vs. 'seguretat'	6.1.2 Seguretat	139
	6.1.6		Model LOGIT (3 factors de disseny,MCQ Test-Final)	6.1.4 Taules LOGIT	144
	6.1.9		Model LOGIT (5 factors de disseny,MCQ Test-Final)	6.1.4 Taules LOGIT	145
	6.1.12		Model LOGIT (5 factors de disseny,MCQ, MFR)	6.1.4 Taules LOGIT	145
	6.1.15		Model LOGIT (4 factors(MCQ + OEQ,MFR.))	6.1.4 Taules LOGIT	145
	6.1.19		Model LOGIT (7 factors(MCQ + OEQ,MFR.))	6.1.4 Taules LOGIT	146
	6.1.20		Categ per OEQs dels Alumnes de la MFR('G')	6.1.5.2(Test-G)	153
	6.1.21		Adscripció d'OEQ del Test G a dif.conjunts	6.1.5.2(Test-G)	156
	6.1.22		Adscripció qüestions Test G a dif.conjunts	6.1.5.2(Test-G)	156
	6.1.23		Categ per OEQs dels Alumnes de la MFR('L')	6.1.5.2(Test-L)	158
	6.1.24		Adscripció d'OEQ del Test L a dif.conjunts	6.1.5.2(Test-L)	160
	6.1.25		Adscripció qüestions Test L a dif.conjunts	6.1.5.2(Test-L)	161
	6.1.32		Resum comparatiu dels ajustaments LOGIT	6.1.4 Taules LOGIT	146
6.2.1			Perfils Alumnes MFR segons llurs OEQ ('G')	6.2.2.2.Tipologies	177

6.2.2	Lligams Perfil/Tipus de respostes ('G')	6.2.2.3 An.Tipolog.	182
6.2.3	Explicació Gràfics Perfil/T.Frases('G')	6.2.2.3 An.Tipolog.	183
6.2.4	Expl.Gràfs Simplificats Perfil/T.Frases(G)	6.2.2.3 An.Tipolog.	184
6.2.5	Assoc. Rendiments MCQ/PERfils('G')	6.2.2.3 An.Tipolog.	185
6.2.6	Mostra de frases peculiars	6.2.3.1	187
6.3.1	Comparació d'encerts OEQ i MCQ, Q.Núm.11(L)	6.3.2.1	203
6.3.2	Comparació d'encerts OEQ i MCQ, Q.Núm.9(G)	6.3.2.1	203
6.3.3	Perfils Alumnes MFR segons llurs OEQ ('L')	6.3.2.2	206
6.3.4	Lligams Perfil/Tipus resposta a 70EQs('L')	6.3.2.3.	212
6.3.5	Lligams Perfil/Tipus resposta a 60EQs('L')	6.3.3	213
6.3.6	Perfils Alumnes MFR segons OEQs ('G'+ 'L')	6.3.4	216
6.3.7	Lligams Perfil/Tipus OEQs('L'+ 'G')	6.3.4	220
6.3.8	Associacions Frase/Perfil	6.3.4	221
6.3.9	Diferències De Puntuació Entre Perfils	6.3.4	222
6.3.10	Associacions 'Puntuació-Perfil'	6.3.4	222
6.4.1	Rendiments Test-Final per Tema i Tipus Q.	6.4.1	224
6.4.2	Rendiments sobre evaporació i condensació	6.4.1	225
6.4.3	Rdt. per proves sobre evapo. i condensació	6.4.1	226
9.F.1	Significat d'abreujaments i símbols usats	9.	245
1.A.1	Respostes correctes (pre-T) per fraccions	Annex 1	271
1.A.2	Seguretat i encert al pre-Test	Annex 1	271
1.A.3	Assoc.Entre Categories de les OEQ 1 i 5	Annex 1	272
1.A.4	Assoc.Encerts MCQ i Categs. OEQs 1 i 5	Annex 1	273
1.A.5	Assoc.entre parells de Catgs. OEQs 1 i 5	Annex 1	273
1.A.6	Perfil,Fracc.& Rdt. Alumnes del pre-T.	Annex 1	273
1.A.7	Assoc.parells encert/seguretat o seg/seg	Annex 1	275
1.A.8	Encerts de tots els parells de MCQ (pre-T)	Annex 1	275
1.A.9	Encerts dels parells més populars(MCQpreT)	Annex 1	276
1.A.10	Assoc.dels parells de segs de les MCQ(preT)	Annex 1	276
1.A.11	Assoc.dels parells de MCQ del pre-Test	Annex 1	277
1.A.12	Assoc.tots parells encerts/seg.(preTest)	Annex 1	277
1.A.13	Distrib de les MCQ per distractors(preT)	Annex 1	278
1.A.14	Llista de dades que s'usaran als LOGIT	Annex 1	279
1.A.15	Associacions segons instituts	Annex 1	280
1.A.16	Encerts i seguretat segons instituts	Annex 1	280
	1.A.1 Eqvs.xarxa Taula 3.1.8 i Fitxers Taula3A.1	Annex 1	281
	1.A.2 Eqvs.xarxa Taula 3.1.9 i Fitxers Taula3A.1	Annex 1	282
1.A.17	Resultats LOGIT pre-test	Annex 1	284
	El pre-test	Annex 2	287
3C.1	Dades d'alum.(pre-test amb Segur. sense Distractors)	Annex 3	291
3C.2	Dades d'alum.(pre-test amb Distractors sense Segur.)	Annex 3	293
G1	1ª matriu d'estudi del disseny (qüestions pre-test)	Annex 4	295
G2	2ª matriu d'estudi del disseny (qüestions pre-test)	Annex 4	296
G3	3ª matriu d'estudi del disseny (qüestions pre-test)	Annex 4	297
G4	4ª matriu d'estudi del disseny (qüestions pre-test)	Annex 4	298
	Llista Núm.1 96 qüestions pre-seleccionades per al test final	Annex 5A	299
	Llista Núm.2 Pre-selecció de qüestions pel test-L	Annex 5A	320
	Full de dades	Annex 5B	328
	Full de respostes	Annex 5B	329
	El test-L	Annex 5B	330
	Full de dades del test-G	Annex 5C	335
	Full de respostes del test-G	Annex 5C	336
	El test-G	Annex 5C	337

5.D.1	Dades dels 549 alumnes del T-Final	Annex 5D	342
5.D.2	Dades de les OEQ dels 156 als. de la WFR	Annex 5D	352
6.1.3	Resultats LOGIT Núm.1 (dades del test final)	Annex 6A	355
6.1.4	Resultats LOGIT Núm.2 (dades del test final)	Annex 6A	358
6.1.5	Resultats LOGIT Núm.3(saturat Núm.2)dades test final	Annex 6A	361
6.1.7	Resultats LOGIT Núm.4 (dades del test final)	Annex 6A	364
6.1.8	Resultats LOGIT Núm.5 (dades del test final)	Annex 6A	367
6.1.10	Resultats LOGIT Núm.6 (dades del test final)	Annex 6A	370
6.1.11	Resultats LOGIT Núm.7 (dades del test final)	Annex 6A	377
6.1.13	Resultats LOGIT Núm.8 (dades del test final)	Annex 6A	384
6.1.14	Tests d'associació parcial	Annex 6A	391
6.1.16	Resultats LOGIT Núm.9 (dades del test final)	Annex 6A	392
6.1.17	Resultats LOGIT Núm.10 (dades del test final)	Annex 6A	396
6.1.18	Resultats LOGIT Núm.11 (dades del test final)	Annex 6A	403
6.1.26	Rendiments MCQ al Test-Final Segons Fs.D	Annex 6A	410
6.1.27	Rendiments MCQ al TestF Segons Var.Socials	Annex 6A	411
6.1.28	Rdt.MCQ(Test-L) segons Var.Socials	Annex 6A	413
6.1.29	D'altres aspectes del Test-L	Annex 6A	415
6.1.30	Rdt. vs.Seguretat,Fs.D, i Var.Socials	Annex 6A	418
6.1.31	Resum Respostes (qüestió per qüestió)test final	Annex 6A	420
I	Signif.Assoc. entre tipus de frases[parells d'OEQ(G)]	Annex 6B	422
II	Id Id i entre la freq.dels Tipus de frase i Rend.MCQ	Annex 6B	423
III	Conj. de qüestions afins al Test-G	Annex 6B	423
IV	Assocs d'OEQs(G) i Conjs.deQ.Afins de TIII	Annex6B	424
V	Sgnf.Asscs.Tips.FR.d'OEQ(G) amb G3(Z=1)	Annex 6B	426
VI	Conj. qüestions afins considerant el conjunt 22	Annex 6B	426
VII	Assocs d'OEQs(G) i Conjs.deQ.Afins de T VI	Annex6B	427
VIII	D'alt.Asscs d'OEQ(G)&Conjs.deQ.AfinsDe T VI	Annex6B	427
1C	T.Cntge Encert/Seg. q. per q. al Test-F	Annex 6C	430
	Asscs.entre Cnjts solts de qüestions	Annex 6D	431
G1	FrasesDirectesResposta a l'OEQ indicada(G)	Annex 6E	434
G2	FrasesDirectesResposta a l'OEQ indicada(G)	Annex 6E	435
G3	FrasesDirectesResposta a l'OEQ indicada(G)	Annex 6E	436
G4	FrasesDirectesResposta a l'OEQ indicada(G)	Annex 6E	438
G5	FrasesDirectesResposta a l'OEQ indicada(G)	Annex 6E	438
G9	FrasesDirectesResposta a l'OEQ indicada(G)	Annex 6E	439
G10	FrasesDirectesResposta a l'OEQ indicada(G)	Annex 6E	441
G10Q	Id.Id. amb estudiants de Químiques	Annex 6E	442
1	Resps. ja jerarquitzades a l'OEQ indic.(G)	Annex 6F	444
2	Resps. ja jerarquitzades a l'OEQ indic.(G)	Annex 6F	445
3	Resps. ja jerarquitzades a l'OEQ indic.(G)	Annex 6F	446
4	Resps. ja jerarquitzades a l'OEQ indic.(G)	Annex 6F	448
5	Resps. ja jerarquitzades a l'OEQ indic.(G)	Annex 6F	449
9	Resps. ja jerarquitzades a l'OEQ indic.(G)	Annex 6F	450
1	Resum numèric sense frases de resposta a l'OEQ corr.	Annex 6G	451
2	Resum numèric sense frases de resposta a l'OEQ corr.	Annex 6G	451
3	Resum numèric sense frases de resposta a l'OEQ corr.	Annex 6G	451
4	Resum numèric sense frases de resposta a l'OEQ corr.	Annex 6G	451
5	Resum numèric sense frases de resposta a l'OEQ corr.	Annex 6G	451
9	Resum numèric sense frases de resposta a l'OEQ corr.	Annex 6G	451
I	Respostes peculiars a les OEQ del Test-G.	Annex 6H	452
1	2.peculiars a les OEQ(Test-G) refusades a l'anàlisi.	Annex 6I	456
1	Assocs entre Respostes i Conjts. als que s'han adsc.	Annex 6J	457

2	Assocs. entre Perfils i Var.Socioclturals	Annex 6J	458
3	Assocs. entre Perfils i Centres	Annex 6J	458
4	Distrb. Respostes a les Qüestions 13 ^a i 11 ^a (Test-L)	Annex 6J	459
5	Part de les distribs.Encert/Seguretat q. per q.(test final)	Annex 6J	460
L9(brut)	FrasesDirectesResposta a l'OEQ indicada(L)	Annex 6K	462
L10(brut)	FrasesDirectesResposta a l'OEQ indicada(L)	Annex 6K	463
L11(brut)	FrasesDirectesResposta a l'OEQ indicada(L)	Annex 6K	464
L12(brut)	FrasesDirectesResposta a l'OEQ indicada(L)	Annex 6K	465
L13(brut)	FrasesDirectesResposta a l'OEQ indicada(L)	Annex 6K	466
L14(brut)	FrasesDirectesResposta a l'OEQ indicada(L)	Annex 6K	468
L15(brut)	FrasesDirectesResposta a l'OEQ indicada(L)	Annex 6K	469
L16(brut)	FrasesDirectesResposta a l'OEQ indicada(L)	Annex 6K	470
L17(brut)	FrasesDirectesResposta a l'OEQ indicada(L)	Annex 6K	471
L18(brut)	FrasesDirectesResposta a l'OEQ indicada(L)	Annex 6K	473
L9_ABCD	Resps. ja jerarquitzades a l'OEQ indic.(L)	Annex 6L	474
L10_ABCD	Resps. ja jerarquitzades a l'OEQ indic.(L)	Annex 6L	475
L11_ABCD	Resps. ja jerarquitzades a l'OEQ indic.(L)	Annex 6L	476
L12_ABCD	Resps. ja jerarquitzades a l'OEQ indic.(L)	Annex 6L	477
L13_ABCD	Resps. ja jerarquitzades a l'OEQ indic.(L)	Annex 6L	478
L14_ABCD	Resps. ja jerarquitzades a l'OEQ indic.(L)	Annex 6L	479
L15_ABCD	Resps. ja jerarquitzades a l'OEQ indic.(L)	Annex 6L	480
L16_ABCD	Resps. ja jerarquitzades a l'OEQ indic.(L)	Annex 6L	481
L17_ABCD	Resps. ja jerarquitzades a l'OEQ indic.(L)	Annex 6L	482
L18_ABCD	Resps. ja jerarquitzades a l'OEQ indic.(L)	Annex 6L	484
1	Resum num.senseFrasesDeResps.al'OEQ(L)9	Annex 6M	486
2	Resum num.senseFrasesDeResps.al'OEQ(L)10	Annex 6M	486
3	Resum num.senseFrasesDeResps.al'OEQ(L)11	Annex 6M	486
4	Resum num.senseFrasesDeResps.al'OEQ(L)12	Annex 6M	486
5	Resum num.senseFrasesDeResps.al'OEQ(L)13	Annex 6M	486
6	Resum num.senseFrasesDeResps.al'OEQ(L)14	Annex 6M	486
7	Resum num.senseFrasesDeResps.al'OEQ(L)15	Annex 6M	487
8	Resum num.senseFrasesDeResps.al'OEQ(L)16	Annex 6M	487
9	Resum num.senseFrasesDeResps.al'OEQ(L)17	Annex 6M	487
10	Resum num.senseFrasesDeResps.al'OEQ(L)18	Annex 6M	487
L9	Resps.peculiaris a l'OEQ indic.(L)	Annex 6N	488
10	Resps.peculiaris a l'OEQ indic.(L)	Annex 6N	488
11	Resps.peculiaris a l'OEQ indic.(L)	Annex 6N	488
12	Resps.peculiaris a l'OEQ indic.(L)	Annex 6N	489
13	Resps.peculiaris a l'OEQ indic.(L)	Annex 6N	489
14	Resps.peculiaris a l'OEQ indic.(L)	Annex 6N	490
15	Resps.peculiaris a l'OEQ indic.(L)	Annex 6N	490
16	Resps.peculiaris a l'OEQ indic.(L)	Annex 6N	490
17	Resps.peculiaris a l'OEQ indic.(L)	Annex 6N	491
18	Resps.peculiaris a l'OEQ indic.(L)	Annex 6N	491
GRAFICS:G1		Annex 6P	493
G2		Annex 6P	494
G3		Annex 6P	495
G4		Annex 6P	496
G5		Annex 6P	497
G9		Annex 6P	498
G1Q-AP		Annex 6P	499
G2Q-SG		Annex 6P	500
G3Q-AP		Annex 6P	501

GAQ-BP	Annex 6P	502
G5Q-AP	Annex 6P	503
G9Q-SG	Annex 6P	504
L11C.LQ4	Annex 6P	505
L14B.LQ4	Annex 6P	506
L15A.LQ4	Annex 6P	507
L16B.LQ4	Annex 6P	508
L17C.LQ4	Annex 6P	509
L18A.LQ4	Annex 6P	510
1C11C.LP	Annex 6P	511
1C14B.LP	Annex 6P	512
1C15A.LP	Annex 6P	513
1C16B.LP	Annex 6P	514
1C17C.LP	Annex 6P	515
1C18A.LP	Annex 6P	516
L11.3P	Annex 6P	517
L14.3P	Annex 6P	518
L15.3P	Annex 6P	519
L16.3P	Annex 6P	520
L17.3P	Annex 6P	521
L18.3P	Annex 6P	522
L11.GLB	Annex 6P	523
L14.GLB	Annex 6P	524
L15.GLB	Annex 6P	525
L16.GLB	Annex 6P	526
L17.GLB	Annex 6P	527
L18.GLB	Annex 6P	528
G1.GLB	Annex 6P	529
G2.GLB	Annex 6P	530
G3.GLB	Annex 6P	531
G4.GLB	Annex 6P	532
G5.GLB	Annex 6P	533
G9.GLB	Annex 6P	534
TL11	Annex 6P	535
TL14	Annex 6P	536
TL15	Annex 6P	537
TL16	Annex 6P	538
TL17	Annex 6P	539
TL18	Annex 6P	540
TG1	Annex 6P	541
TG2	Annex 6P	542
TG3	Annex 6P	543
TG4	Annex 6P	544
TG5	Annex 6P	545
TG9	Annex 6P	546

Agraïments

En primer lloc vull palesar el meu agraïment al Professor Mans que el curs 84/85 m'acceptà com a estudiant de doctorat al Departament d'Enginyeria Química, però que en ser-me concedit, el 1985, un dels ajuts del Departament d'Ensenyament per a iniciar tesis en Didàctica de les Ciències, acceptà de dirigir-me en el nou tema. Al llarg d'aquests cinc anys de tesi ens debem haver trobat més de 50 vegades, fins i tot de vegades a casa seva, per discutir molt fructíferament sobre el tema. Veritablement les seves converses són sempre una font d'engrescament, de bons exemples per a problemes difícils i d'idees didàctiques. Estic molt content de la sort d'haver-lo tingut com a director.

Igualment vull palesar el meu agraïment personal per l'ajut rebut de l'altre director de tesi, el Professor Black del King's College. Tant per la dotzena llarga d'entrevistes que hem tingut a Barcelona, com en el contacte per correu i sobretot per l'exquisit tracte que he rebut d'ell sempre que l'he visitat a Londres, on fins i tot alguna vegada ens hem reunit a casa seva i en diumenge. A més en una recerca com aquesta, incipient a la nostra Universitat i amb molts aspectes pluridisciplinars ha estat veritablement essencial la seva col.laboració.

Gairebé ex aequo vull demostrar també el meu agraïment al Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya pel suport rebut durant els cinc anys de la tesi, i a les persones concretes que han fet possible que aquesta aventura arribi a bon port i molt especialment a la Doctora Mercè Izquierdo (que fou la Cap del Servei de Formació del Professorat que impulsà la creació del concurs per atorgar els ajuts per a iniciar aquestes tesis en Didàctica). També a les persones que l'han succeïda fins a l'època actual amb el senyor Joan Badia, la senyora Josefina Miserachs i el senyor Lluís Emili Bou, com a darrers interlocutors, així com tota la resta de personal que forma o ha format part de la que ara s'anomena Subdirecció de Formació Permanent (la Joana, l'Àlicia, en Jesús, l'Enric, la Iolanda, etc.), que ens han ajudat facilitant-nos des de la tramesa de notes urgents per FAX, fins a l'allotjament per a nosaltres o per als nostres assessors anglesos, etc.

A la Fundació Jaume Bofill, en la persona del seu director senyor Jordi Porta, per un ajut d'investigació concedit durant el curs 1988-89.

A la CIRIT, pels dos ajuts rebuts per a estades de curta durada a l'estranger, concedits per a visites al King's College relacionades amb aquesta tesi.

Al "Ministerio de Educación y Ciencia", per un ajut per assistir a la Cornell University, a Ithaca, NY. al "2nd Intl. Seminar: Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics" el juliol de 1987.

A l'ICE de la UPC pels ajuts a projectes del grup Chelsea, relacionats amb les nostres tesis en Didàctica de les Ciències, i per ajuts de viatge rebuts durant el curs 89-90.

A l'ICE de la UB per l'ajut a un projecte del grup Chelsea, relacionat amb les nostres tesis en Didàctica de les Ciències,

Al Doctor José Costa, Director del Departament d'Enginyeria Química i Metal·lúrgia, per facilitar-me l'accés al Centre d'Informàtica de la UB i la utilització de l'equipament informàtic com a estudiant de l'esmentat Departament.

A tots els professors, col·legues d'estudis a Londres, del grup Chelsea pels ànims que ens hem donat mútuament, molt especialment en els anys intermedis de la tesi, quan sembla que no s'acabarà mai. I d'una manera particular a la Doctora Neus Sanmartí per la seva activa participació en el grup, pels seus consells i per la seva amabilitat de revisar-me alguns aspectes de la introducció de la tesi, a l'Aureli Caamaño que em va animar a demanar un dels ajuts per a l'inici de tesis doctorals en Didàctica de la Química, a la Marina Castells per la seva actual feina i esforços per coordinar el grup; a la Mari París i a la Carme Azcàrate per escoltar i criticar alguns esborranys d'aquesta tesi, i a la Carme Campdelacreu per la seva disposició, assistència i suport constant, rebut a les reunions del Grup.

Als senyors Jaume Turbany i Santiago Vial pel seu ajut, que em permeté d'aplicar les tècniques 'LOGIT' a les meves dades.

A la Doctora Margarida Bofill per la seva amable oferta d'allotjament en algunes de les meves estades a Londres.

Al Doctor Jordi Berrio pel seu PC-portàtil amb el qual he pogut donar els retocs finals a aquesta memòria durant les vacances d'aquest estiu de 1990.

Al Josep Pachés per la paciència amb que ha resolt la majoria dels meus problemes informàtics.

Al Doctor Josep Gascón per les discussions i disquisicions sobre els fonaments teòrics d'aquestes tesis en Didàctica de la Química.

Al Doctor Xavier Guardino, i al senyor Emili Turmo per facilitar-me la recerca d'informació bibliogràfica sobre les B.L.E.V.E.

Als professors i alumnes dels Instituts Carles Riba, Barri Besós i Bernat Metge de Barcelona; de l'IB Salvador Vilaseca de Reus; de l'IB Jaume Callís i de l'Escola St.Miquel de Vic; de l'escola Súnion de Barcelona i del C.E. de Tarragona ,per haver col.laborat activament en aquesta recerca .Especialment a Isabel Porta per haver col.laborat a més en la preparació de les proves a petita escala, en el pre-test, i en el test final amb els seus consells i les seves crítiques, i a Enrique Linés, i a Ramon Subirana, amb els quals vaig discutir la selecció dels factors clau de disseny de qüestionaris, i el disseny de qüestions conforme a aquests factors clau escollits . I també a Roser Balmaña, Llorenç Porquer, Josep M. Casas, Josep Casanovas, Carme Pous, Josep M^a Franquesa, Joaquim Pla, Pilar Vilaragut, Marta Dorca, Teresa Soldevila, Josep M^a Riera i Pere Cucarella, com també al Doctor Salvador Plaja, per facilitar-me l'accés al C.E.T. ("Complex Educatiu de Tarragona"). I a la Doctora Consoi Blanch pels seus consells i per facilitar-me l'accés als centres de Vic .

Resum

La història de les recerques sobre idees dels alumnes, realitzades majorment des del constructivisme, amb prou feines arriba als 20 anys; a part d'algunes investigacions aïllades anteriors, fonamentalment les de Piaget i dels psicòlegs de l'Escola de Ginebra, i descomptant, és clar, els escrits de Giambattista Vico¹ de principi del segle XVIII.

Els treballs de Driver, (1973); Driver i Easley, (1978); Fensham P.J., (1972) o les diferents versions dels de Viennot L., (1977, 1979a i 1979b), entre d'altres, han obert un nou camí en el camp de la Recerca en Didàctica de les Ciències. Un dels focus d'aquest tipus de recerca ha estat el King's College de Londres on alguns dels seus professors han participat en projectes com els de la Fundació Nuffield, les A.P.U., el projecte S.P.A.C.E., etc. i han dirigit nombroses recerques en Didàctica de les Ciències a estudiants de tot el món.

D'altra banda, la tradició en recerca sobre la Didàctica de les Ciències era gairebé inexistente al nostre país si descomptem les aportacions aïllades dels anys 30 (Sanmartí, 1989). Les eines de professionalització com a professors de Secundària dels Enginyers i dels Llicenciats en Biologia, Geologia, Física, Química o Matemàtiques han estat nul·les, durant molts anys.

Per aquestes raons i per tractar d'endegar una tradició de recerca en aquest camp, el 1985, el Departament d'Ensenyament va atorgar beques per a iniciar 15 tesis doctorals en Didàctica de les Ciències o de les Matemàtiques, al King's College de Londres², i posteriorment ha estimulat la col·laboració del King's College amb universitats catalanes fins a la culminació d'aquelles tesis iniciades el 85. Una d'aquelles 15 és aquesta tesi.

El seu objectiu és la investigació de preconceptes en els nostres alumnes de batxillerat, sobre els canvis d'estat d'agregació de la matèria i l'obtenció d'algunes directrius per a la nostra posterior actuació a les classes de Física i Química.

S'escollí el tema dels canvis d'estat, atès el seu interès científic i cultural que fa que sigui inclòs tant al Currículum de Ciències de l'escola primària, com al de Física i Química de Secundària, des de 7^è d'EGB fins al COU. Concretament els

¹ Escrits de 1710 i citats per von Glasserfeld el 1984 a "The invented reality: How do we know what we believe we know", editat per P. Watzlawick a Norton.

² Al C.S.M.E del Chelsea College que passà al King's College durant el curs 85/86

equilibris líquid-vapor i especialment el cas concret del cicle de l'aigua és un dels fenòmens naturals essencials més importants (Bar,V., 1989) i que, per la seva vinculació a la vida quotidiana, és motiu d'interaccions culturals i lingüístiques ja des de la primera infància (ben abans dels 4 o 5 anys) amb unes grans possibilitats de condicionar l'ensenyament dels conceptes científics que es rebran a l'escola o a l'institut.

Per portar a terme aquesta recerca s'ha realitzat un pre-test amb 103 alumnes per a anàlisis preliminars i un test final amb 549 alumnes amb el qual es podran corroborar les hipòtesis de treball. L'esquema seguit a la presentació comença amb una introducció teòrica i amb la descripció de la metodologia utilitzada, on s'esmenten les tècniques utilitzades tant per recollir dades com per analitzar-les. A continuació es descriu el muntatge experimental, i es comença amb el primer instrument o pre-test, el seu disseny, la mostra d'alumnes de segon de BUP a qui es distribuï i les anàlisis efectuades de les preguntes d'elecció múltiple i de les preguntes obertes o qüestions on s'havia de produir una resposta escrita amb frases pròpies de cada alumne.

Les anàlisis han estat diferents per a les preguntes d'elecció múltiple i per a les qüestions obertes. A les primeres s'ha analitzat la facilitat dels diferents distractors, la proporció d'èxits entre fraccions de la mostra, l'associació entre confiança en l'èxit de la resposta donada i el seu encert i s'han estudiat grups de qüestions similars segons el professor. En canvi a les preguntes obertes s'han realitzat anàlisis de xarxes conceptuals i s'ha pres nota de les diverses frases escrites pels alumnes. Excepcionalment en alguns casos s'efectuaren unes entrevistes personals. Posteriorment a aquestes anàlisis, s'han efectuat les globals, que utilitzen dades de tots dos tipus de preguntes. S'han classificat les respostes obertes dels alumnes en categories que s'han utilitzat per a descriure unes quantes tipologies d'alumnes. Per estudiar-ne la seva coherència s'han comparat els rendiments que els alumnes de cada tipus obtenen a les preguntes d'elecció múltiple.

S'han estudiat possibles diferències entre escoles. També s'ha elaborat un resum de les aportacions obtingudes gràcies al pre-test. S'hi inclou una tècnica anomenada LOGIT amb la qual s'estudià la influència de diverses variables, com ara els factors de disseny i algunes de les seves interaccions sobre el rendiment obtingut a les preguntes d'elecció múltiple.

En aquest punt de la recerca s'expliciten les hipòtesis de treball, algunes de les quals han estat generades en la primera fase de la recerca.

Amb la informació de la primera part s'ha dissenyat un nou test, que es divideix en dues parts d'igual nombre de qüestions, una dedicada únicament al tema dels equilibris líquid-vapor i

L'altra dedicada bàsicament a les propietats i la naturalesa dels gasos. Juntament amb aquest qüestionari, a l'alumne se li demanava que respongués (encara que fos anònimament) unes qüestions personals bàsicament lligades a aspectes socio-culturals amb les quals poder establir unes relacions al final de la recerca.

Un d'aquests aspectes és el de la llengua, tractat per psicòlegs i educadors com Boada, H., (1986), Siguan, M., (1984) i Skutnabb-Kangas, T., (1983) que s'han interessat per la influència que el bilingüisme té sobre l'aprenentatge. Ells han tractat el problema de si els nens realitzen millor o pitjor els seus aprenentatges bàsics pel fet de ser bilingües. Nosaltres hem volgut afegir a la tesi un petit estudi de la influència sobre les facilitats d'aprenentatge de la Química lligades al bilingüisme, en el sentit d'observar si pel fet de fer una major "gimnàstica mental lingüística" deguda al fet d'utilitzar una llengua més s'obtenen millors rendiments als nostres qüestionaris o no. En qualsevol cas un mínim aïllament de variables no queda prou garantit, atès que hi ha el problema de l'associació entre llengua i classe social (o l'accés a béns culturals que estudiarem en aquesta recerca), a més a més d'una qüestió d'actitud cap a la llengua, que creiem que tenen unes influències molt grans i que no pretenem ni podem mesurar amb les dades recollides en aquesta tesi. No pretenem fer aquest estudi complementari des del punt de vista sociològic, ni en pretenem treure unes conclusions definitives respecte a tota la població. Només pretenem observar si existeix alguna tendència, i suggerir que des del camp de les ciències socials es podria també considerar aquest aspecte de l'aprenentatge de les ciències.

Com el pre-test, els qüestionaris finals (anomenats test-L i test-G) contenen preguntes d'elecció múltiple i qüestions obertes.

La mostra total per al test final fou de 549 alumnes. Les dades més fàcil de quantificar, s'introduïren en fitxers a tractar amb el paquet estadístic SPSS^x a l'ordinador del Centre d'Informàtica de la Universitat de Barcelona. Per a les respostes obertes s'optà, però, per una reducció de la mostra per dues raons, una d'òbvia, l'estalvi de temps, i l'altra la comprovació que anar augmentant el nombre de frases recollides no comportava un augment lineal en noves classes de respostes obtingudes. Finalment, i tal com s'explica a la secció 5.2, la mostra d'alumnes per a les qüestions obertes es reduí fins a 156 alumnes.

L'anàlisi s'efectuà com a la primera part, i un cop classificades les respostes a les qüestions obertes s'utilitzaren les categories assignades a les frases d'aquestes respostes obertes per a demostrar la coherència interna, tal com es desitjava, i per

a definir unes tipologies d'alumnes que també han resultat coherents amb els resultats quantitius de les preguntes d'elecció múltiple.

Amb les respostes obertes també s'ha elaborat una llista de respostes peculiars dels alumnes, sobre els canvis d'estat.

En alguns casos s'ha utilitzat la tècnica de les anàlisis de varianza (ANOVA i MANOVA) tot i que existeixen, en rigor, algunes restriccions teòriques a la seva aplicació, atesa la tipologia de les nostres dades. La coherència de resultats, però, amb els obtinguts efectuant taules de contingència, fou gairebé absoluta.

Atesa la nombrosa informació que hem recollit, ens ha estat possible traspassar el camp de la recerca sobre preconceptes i hem pogut fer una interessant excursió al món de la Sociologia. I ens hem aventurat a relacionar la comprensió d'alguns aspectes dels canvis d'estat en certs contextos, amb l'entorn dels nostres alumnes. Ens referim al seu entorn socio-cultural, físic o geogràfic, i a l'acadèmic en si.

S'han utilitzat les taules de contingència i el mètode LOGIT per a estudiar l'associació o la dependència de les respostes respecte de variables de disseny del qüestionari i d'altres variables socio-econòmiques i culturals

Els qüestionaris distribuïts, els fitxers amb les respostes dels alumnes, els llistats de l'aplicació de les tècniques LOGIT i una gran part de les taules, es mostren als annexos d'aquesta tesi.

Les principals conclusions d'aquesta recerca són:

-La certesa amb què els alumnes manifesten respondre a cada pregunta és independent de la bondat de la resposta. Aquesta conclusió és en la mateixa línia a la qual arriben d'altres investigadors, com Carrascosa i Gil, (1987), cosa que relacionen amb les bases per les quals les idees prèvies resulten tan persistents al llarg del temps, com ells mateixos, (així com p.ex. Giordan, (1987) entre d'altres) ens han demostrat.

-Les respostes obertes dels alumnes es poden classificar en categories que resulten coherents. Les principals categories assignades a les frases són:

A)Correctes, de tipus vàlid, científiques i enteses correctament.
B)Gairebé correctes llevat que són imprecises o que s'han entés malament.

F)Inadequades que comprenen les dels tipus C) i D), que eren les que s'indiquen a continuació:

C)Científiques inadequades (intents fallits d'explicacions científiques).

D)Respostes en llenguatge quotidià.

E)Sense utilitat o en blanc.

-Com a conseqüència, també s'han pogut elaborar diversos perfils d'alumne, en funció de les seves respostes obertes. Són bàsicament els següents :

- Alumnes avançats o científics.
- Alumnes coherents, encara que escassament científics.
- Alumnes singulars, categoria que comprèn la dels pseudo-científics i la dels quotidians .
- Grup irrellevant d'alumnes, sense utilitat per la seva manca de respostes utilitzables

-Aquests perfils presenten associacions significatives amb :

- les categories assignades a les seves respostes
- el rendiment obtingut o puntuació global del test final (tests G i L) si considerem les qüestions d'elecció múltiple i les qüestions obertes en conjunt.

-La coherència d'aquests perfils també s'ha pogut demostrar a la tesi.

-El rendiment dels estudiants en el test final , considerant les qüestions d'elecció múltiple i les qüestions obertes en conjunt, presenta associacions globals amb la distribució en 'Perfils' i amb l'entorn socio-cultural en què viuen aquells.

No obstant, a l'únic perfil que apareix independència respecte algun dels factors socio-culturals dominants, és al perfil dels avançats. És a dir per als alumnes del perfil més avançat la influència del seu 'entorn' no és tan determinant com per als dels altres perfils.

-Alguns aspectes que sembla que hagin de tenir una mateixa dificultat que d'altres que hi guarden relació, com és el cas de l'evaporació i la condensació , resulta que són compresos de maneres ben diferents pels alumnes, tal com hem comprovat després d'examinar 30 qüestions sobre aquests temes i de veure que, en general, l'evaporació ha suposat majors dificultats de comprensió als nostres alumnes que la condensació. Aquest és un cas en que els alumnes no enfoquen correctament la reversibilitat, curiosament un dels requisits estudiats per Piaget quan estudia l'accés dels nens/o joves al seu estadi concret o formal.

-El rendiment depèn dels factors de disseny del qüestionari, que s'han considerat : el context ; el concepte o macro-tema de les qüestions ; la intenció , i el tipus de cada qüestió (oberta o d'elecció múltiple).

-També resulta funció d'algunes variables socio-culturals que emmarquen la vida dels nostres alumnes (disposar d'un fàcil accés a llibres i a d'altres "béns" de tipus cultural, utilitzar

activament³ el català usualment a classe, tenir unes aficions lligades a la natura i a la seva conjunció amb el fet de viure a zones metropolitanes o no, assistir a un centre o a un altre i que aquest sigui privat o públic)

Finalment, i abans de la bibliografia, s'inclouen unes consideracions que poden ser d'utilitat als docents de Secundària, que tracten aquest tema dels canvis d'estat i unes altres d'interès general.

Motivacions personals

a) Per què s'ha realitzat una recerca sobre les idees dels alumnes sobre els canvis d'estat ?

L'any 1985 l'autor fou seleccionat per formar part del grup de professors becats per la D.G.E.U de la Generalitat de Catalunya per a l'inici de tesis doctorals en Didàctica de les Ciències, en el marc d'un programa establert amb el Chelsea College (ara King's College) de la Universitat de Londres. L'objectiu a llarg termini era el de disposar d'un grup de professors formats en temes de recerca en didàctica per a ajudar a millorar les possibilitats d'aprenentatge dels nostres alumnes i també capaços de constituir, posteriorment i si convingués, un nucli de formació de professors.

En donar-se la conjugació de circumstàncies que van fer possible que aquesta tesi es realitzés en el camp de la Didàctica de la Química, s'escollí finalment com a tema d'aquesta recerca l'estudi de les idees dels alumnes de batxillerat de 14 i 15 anys, relacionades amb els canvis d'estat. És a dir un estudi per saber com arriben en referència a aquests temes (quines idees tenen?) els nostres alumnes quan arriben al batxillerat, per a tractar (en el futur) de millorar les seves possibilitats d'aprenentatge.

b) Necessitat de la 'recerca en didàctica'

A diferència del que passa en d'altres disciplines universitàries que tenen establerts uns cossos de doctrina o conjunt de conceptes i metodologies que ja se sap per endavant que tindran èxit en la producció de nous coneixements i on els estudiants no trien a cegues les seves línies de recerca, "en el camp de la Didàctica no és estrany trobar cinc estudiants dirigits per un

³ No solament escoltar algunes classes en aquesta llengua, sinó utilitzar-la com a vehicle d'exàmens, etc.

mateix professor treballant amb cinc línies diferents i amb metodologies no connectades entre si. Massa estudiants ja graduats en una disciplina busquen a l'atzar quina línia de treball seguiran i creuen que amb la seva aportació oferiran alguna meravellosa creació de coneixement que sacsegi i sotragui el que era conegut fins ara" (Novak et al., 1986)

Qualsevol recerca s'ha de basar en un conjunt de conceptes, principis, i teories referents a la Didàctica altrament dit, en l'ensenyament, l'aprenentatge, el curriculum i allò que, en un sentit ampli, en podríem dir el medi social; com també un conjunt establert de processos de recollida de dades i de la seva transformació (NOVAK et al., 1986). Calen qüestions de referència comunes, en les quals centrar-se, a l'hora de triar un problema de recerca.

La recerca educativa, com gairebé totes les recerques que es fan en d'altres camps, pretén la creació de nous coneixements. Un camp de recerca esdevé una disciplina quan és guiada per la seva pròpia teoria i la seva metodologia. Fins fa poc temps, en el camp educatiu, els investigadors han pres en préstec teories i mètodes d'altres disciplines com ara la psicologia, la sociologia, la filosofia o la mateixa història de la ciència. Ara bé, els aprenentatges i la construcció del coneixement es poden considerar com a fenòmens que passen de forma natural i en els quals almenys certs aspectes de l'educació tenen certes regularitats. Per tant cal aspirar a comprendre l'ensenyament com un únic conjunt de fenòmens i, llavors, com a disciplina pròpia cal esperar que vagi creant les seves pròpies teories i mètodes. D'alguna manera, en el camp dels aprenentatges genèrics, això ha anat cuallant en un cos de 'doctrina', però en el camp de l'ensenyament de les ciències, a nivell mundial, s'ha de reconèixer que s'està a les beceroles malgrat els més de 30 anys d'esforços i les grans inversions que alguns països hi porten efectuades.

Encara ara és fàcil trobar publicacions de centenars d'articles que utilitzen elegants mètodes estadístics, però molt sovint, de tal manera que violen les pròpies assumpcions prèvies de l'ús d'aquesta estadística. Des dels anys 70 es palpa un desencís per aquests tipus de recerca, i es va cap a una nova perspectiva teòrica més "sòlida" sobre la naturalesa de l'aprenentatge i de l'epistemologia que indueix a esperar que els ensenyaments i per extensió el de les ciències, emergeixi d'aquí uns pocs anys com a una disciplina científica plenament reconeguda.

Malgrat tot, també existeix la possibilitat de reencarnació de les teories conductistes, com l'autoanomenada "Modern cognitive science" que proclama que les riguroses recerques que cal fer en aquest camp han de ser sobre l'aprenentatge humà, l'emmagatzament i el tractament de dades i la solució de problemes. Aquesta ortodòxia ignoraria la naturalesa idiosincràtica de la comprensió conceptual humana i el paper que els significats tenen en

qualsevol nou aprenentatge i en la solució de problemes científics. Una recerca d'aquelles característiques no es basaria en l'epistemologia constructivista, sinó més aviat sobre la de l'empirisme.

c)Cap al "professional" de l'ensenyament des de la recerca

Comencem amb un aclariment i un desig. Possiblement d'aquí a pocs anys les afirmacions que es fan a continuació ja no seran vigents perquè la situació inicial del llicenciat que pretén fer de professor de Secundària serà ben diferent de la que gairebé de manera constant, amb molt poques variacions, ha estat des de fa més de trenta anys. És a dir :

*una llicenciatura inconnexa amb el món de l'educació.

*una etapa més o menys curta de professor contractat (sense cap selecció objectiva en la qual s'hagin justificat les habilitats necessàries per a entrar a treballar)

*en la majoria dels docents de centres públics, una oposició memorística, (que sol ser tot el bagatge que podem presentar per a justificar la nostra cadira "vitalícia" i la nostra vàlua professional),

*algunes vegades un C.A.P., potser fet a les tardes, amb presses i, encara sovint, com una de les tradicionals assignatures que anomenavem les "maries".

És a dir, de moment no existeixen vies INICIALS de professionalització, de preparació específica per a realitzar una feina, per a tots aquells i aquelles que hem volgut entrar al món de l'educació secundària, al batxillerat per concretar, en els casos com el meu.

Com que al cap de pocs anys cada vegada s'és més autocrític, potser un fa cursets a l'escola d'estiu, reciclatges, hores de treball assajant noves tècniques, etc. i no hi ha dubte que a la fi un cert percentatge de professors s'acosten a la figura del professional de l'educació. Potser els ha costat hores de son, diners, temps lliure, i potser també tenir d'un sentiment de baixa autoestima en alguns moments inicials de la seva "carrera" professional. Però això no és gaire comú. El perfil del professional dels docents dels nostres instituts es més aviat el d'una bona persona que per successives proves i ajusts s'ha anat fent un món (seu i poc repetible) que més bé o més malament "funciona" i li permet arribar sense grans patacades als finals de més, de trimestre i de curs...

I del que no hi ha cap dubte entre el professorat és que s'ha de ser un professional en el sentit d'un entès, d'un expert; com en el seu camp ho són els gerents o els acreditats M.B.A.

Com diuen Hernández et al.(1989) ja citats més amunt, ensenyar no és treballar en una cadena, ni en uns magatzems, ni és una activitat qualsevol per a "arribar a fi de mes", ni per a justificar unes "vacances més llargues que les de la mitjana de la població. Ensenyar desgasta psíquicament si no es tenen recursos per replantejar el seu sentit d'una manera professional.

És a dir, resulta imprescindible el coneixement pràctic dels sentits que diferents concepcions psicològiques o pedagògiques donen als intercanvis que es produeixen en la relació "professor-alumne" o "ensenyament-aprenentatge".

L'educació es més que una simple emissió d'informació. Hi ha un intercanvi simbòlic, comunicatiu, entorn a la informació, marcat per determinats processos de culturalització.

I això juntament amb tot el coneixement que trobem a faltar els ensenyants en el descobriment de "llacunes", buits professionals i tota mena de dubtes i qüestionaments, formaria part d'una mena de formació necessària per esdevenir aquell professional que reivindicàvem unes ratlles més amunt.

Sense dedicar-me a escriure sobre el desenvolupament detallat d'una formació per als ensenyants de Ciències de Secundària ni sobre on s'hauria d'impartir aquesta formació, encara que jo penso que podria ser simplement a les facultats de Ciències (a la de Química, en el meu cas), el que sí que m'agradaria és trametre la meua visió que un professor que fa recerca té moltes més ocasions de percebre el problema educatiu globalment i de procurar-se una formació que el professionalitzi. I això ho crec tant si la recerca iniciada és:

- una col.laboració parcial i petita en una peça de recerca d'altres investigadors,
- la realització d'uns estudis reglats com un master o una tesi de llicenciatura
- la realització d'una tesi doctoral en Didàctica.

El nucli de l'argument que proposo és que un professor que fa recerca, si aquesta recerca no correspon als continguts de la seva disciplina, usualment no la comença just en acabar la llicenciatura (almenys als actuals anys 80) sinó quan ja fa uns quants anys que treballa com a "professional". És a dir sol haver passat per les etapes de:

- professor que es recicla.
- professor que assisteix, per tant, a molts cursos i seminaris;
- professor que cerca materials-recepta per millorar les seves classes.
- professor que crea els seus propis materials didàctics.

-... professor que finalment decideix investigar per aprendre de quines altres maneres es pot afrontar el fet del món de l'ensenyament;

-... i professor que tampoc troba solucions definitives als problemes d'aprenentatge amb que ens trobem a les nostres classes. En aquesta darrera situació, creiem que s'hi troba actualment l'autor. No és una posició maravellosa, amb receptes per tots els possibles casos que surgeixin, però tampoc és una situació de desencant per la manca de solucions màgiques o reals. És més aviat un camí en el que s'hi ha guanyat en autoestima, i confiança; i de desmitificació a la vegada. Des d'ara i d'una forma vivencial queda molt clar (per si hi havia algun dubte), que possiblement seguirem tenint problemes (vells i nous), i que caldrà seguir cercant, i amb ulls oberts, ...caldrà seguir investigant.

I tot i que no hi ha una raó causal apriorística que justifiqui la relació "recerca"---> "enfocament professionalitzat de l'educació", el cert és que les raons que porten a un professor a fer recerca en aquest final dels anys 80 (i em fonamento en el perfil dels meus companys del grup "Chelsea" i en els que conec dels que participen en el programa de "Magister en Didàctica de les Ciències" de la UAB) aporten un teló de fons molt adequat al cultiu dels desitjos d'esdevenir un bon professional en el seu camp. A més, pel seu major contacte amb revistes especialitzades, assistència a cursos, reunions a l'estranger, etc. tindrà moltes més possibilitats d'estar ben informat de tot el que envolta aquest multi-aparell que en diem el món de l'educació.

Per posar un exemple és probable que tingui present què passa amb la formació al món de les empreses i que conegui que al Japó es dedica un 12% de la massa salarial a projectes de formació, que als USA la xifra és del 6%, a les CCEE del 4,5% i que a les empreses catalanes com TORRAS PAPEL (sortida de l'antiga TORRAS HOSTENCH), pujà vertiginosament del 0,5% a xifres com el 3,5% el 1988.

I és probable que sàpiga que empreses com la IBM dediquen a reciclar el seu personal fins a 12 jornades anuals de mitjana, que, per cert, gairebé coincideixen amb les 100 hores per professor que al programa de formació del PIE (Programa d'Informàtica Educativa) es posen com a xifra-desig per a avaluar les expectatives de creixement d'assistència de professors de Secundària als cursos d'educació informàtica (que l'any 88/89 passà a ser del 11,5% del "valor-sostre" enfront del 5,6% del "valor-sostre" que tingué l'assistència a cursos el 87/88).

Aquest prototipus de professor-professional, motivat i competent, no pot restar infravalorat, poc apreciat socialment, etc. Potser es qüestió de temps, però la direcció cap on cal avançar sembla clara. A la campanya del 1988 per a l'elecció de president als USA, tots dos candidats majoritaris, Bush i Dukakis, predicaven la necessitat d'incentivar els professors per tal que no

abandonin la seva professió d'ensenyants, i perquè els qui l'han deixada tornin al món educatiu. És una manera d'intentar millorar la qualitat i de no malmetre unes inversions fabuloses que tindrien un forat impossible de mesurar si fallés l'equip humà.

Igualment la reforma educativa impulsada pel parlament britànic pretén aplicar criteris empresarials als centres d'ensenyament, de manera que es primarà els de millor qualitat, o els que tinguin professors que hi desenvolupin les millors iniciatives professionals.

Recordem que aspectes com una reforma grandiosa com la que es vol iniciar a gran escala el 1991 necessita ja de bons professionals. No parlem de l'any 2000 ni del 2025; cal pensar en el 1991 (possible inici de la reforma a gran escala) o en el 1993 (any de l'Europa del mercat únic i de la ferotge competència empresarial i social que els ensenyants no tenim plenament present que s'apropa).

I ja que hem parlat de reforma, un aspecte inseparable n'és el nou disseny curricular, del qual Coll, C. (1986), n'és un conegut especialista. Però, ¿ i en les petites decisions de canvi curricular que afectaran àrees més petites i fins i tot decisions de centre, o d'orientació personal, no fóra bo que també hi tinguéssim petits C. Coll que resolguessin totes les paperetes amb la màxima professionalitat? Jo crec que sí.

Algunes vegades parlem de:

- Les aportacions dels estudis sobre les teories implícites sobre el procés de presa de decisions per part dels professors:
- El coneixement dels processos de planificació.
- El coneixement dels processos d'actuació.
- les consideracions sobre la innovació educativa derivades de les concepcions implícites dels professors.
- El professor com a investigador del sentit de la seva pràctica professional.
- El professor que treballa en corrents de recerca de tradicions psicològiques com la psicologia cognitiva.
- El professor que treballa en corrents de recerca com el constructivisme, que engloba alguns aspectes de l'anterior.
- El professor investigador de corrents etnogràfics o en general de recerca anomenada qualitativa, com la investigació-acció, etc.

Resulta que estem parlant d'un professional integral que per a una bona gestió de la seva pròpia tasca ...

..haurà de ser un investigador.

I si d'aquí a pocs anys, gràcies a plans de formació inicial, de reciclatge, etc., el futur professor ja surt més capaç de professionalitzar-se, el que es pot arribar a veure és justament el procés invers, en el qual la professionalitat el portarà a investigar, de la mateixa manera que avui la recerca l'apropa a la professionalitat.

Efectivament el major canvi qualitatiu i les millors expectatives de continuar fent una feina apassionant en el camp educatiu, hom les troba des del primer moment d'iniciar-se en el camp de la recerca educativa per les implicacions globals que té en la nostra feina.

Com intentaré explicar als apartats següents, amb aquesta recerca es pretén modestament contribuir a la millora de l'ensenyament de la Química.

En canvi, però, voldria ser immensament ambiciós a l'hora de persuadir silenciosament tots els professors, que amb recerques com aquesta obriran portes desconegudes, com ara les ganes de conèixer el fet educatiu des d'una perspectiva més àmplia que inclogui tots els aspectes i àmbits, fins i tot aquells que no estan directament vinculats amb la petita parcel·la de la pròpia recerca. I també que

-amb l'autoconvenciment de la necessitat d'una millor formació dels docents del futur,

-amb la necessitat de realitzar una recerca vinculada al nivell on es treballa i

-amb el desig d'estendre una formació permanent per a tots els qui la pretenguin

arribarem a ser un conjunt de professionals de l'educació competents, socialment respectats i personalment satisfets tal com segur que desitja de nosaltres la societat de final del segle XX.

CAPÍTOL Núm. 1
INTRODUCCIÓ

1 Introducció

Preàmbul

Tots els qui fem de professors d'assignatures de Ciències a Batxillerat, ens trobem amb la necessitat de resoldre problemes quotidians relacionats amb la nostra activitat. Generalment es tracta de problemes d'aprenentatge dels nostres alumnes d'Institut, davant dels quals sovint no tenim més remei que improvisar solucions passatgeres. La causa és, en part, per una manca de professionalització¹ en la docència, en les nostres carreres de Ciències o Tecnologies, que no inclouen una preparació específica en Didàctica de les Ciències amb aspectes multidisciplinars trets d'altres disciplines veïnes com ara Filosofia i Història de les Ciències, Sociologia, Psicologia, Pedagogia, Avaluació i Estadística, etc.

Aquesta necessitat de resoldre els problemes d'aprenentatge² que any darrera any es presenten a les nostres classes han estat l'origen d'afrontar la realització d'aquesta recerca. A la tesi de Llorens(1987) ja se'ns citava a Novak per emfatitzar que el problema crucial de l'aprenentatge és el procés d'aprenentatge "per se", a molta distància, en importància, d'altres problemes addicionals no tan vitals: organització curricular, l'avaluació, l'estructura administrativa i el funcionament d'alumnes i professors.

En el camp en què ens mourem, de la Didàctica de les Ciències, hi destaquen dos corrents principals que generen les principals línies de recerca. Aquests corrents són, d'una banda les orientacions cognitivistes, les quals admeten com a objecte del pensament científic els processos interns d'organització del pensament i que als anys seixanta desplaçaren, encara que no pas totalment, el paradigma associacionista; i d'altra banda les noves aportacions de l'Epistemologia de les Ciències, que accepten la naturalesa provisional del coneixement científic, la

¹ Deixades a part les migrades exigències legals requerides per fer de professor i per ser-ne; comptant només la manca de preparació rebuda i de l'oportunitat de fer recerca en didàctica.

² Es vinculen el problema de l'anomenat fracàs escolar i el del baix rendiment acadèmic dels nostres alumnes, com el que es dona en alguns dels 5 o 6 instituts que conec millor, on cada any 1 de cada 4 alumnes suspen assignatures del Seminari de Física i Química, i això fa que al final de COU l'aprovin (pel que fa a les nostres assignatures), al cap de tres cursos d'haver començat a estudiar "Física i Química", només uns 4 de cada 10 alumnes que van començar segon de BUP.

influència de la teoria en l'observació, i donen atenció preferent al problema del desenvolupament històric dels conceptes i teories científiques (Llorens, 1987).

Les principals línies de recerca que generen neixen com a refús d'un ensenyament basat en els coneixements ja elaborats, com a insatisfacció generada pels resultats de projectes basats en postulats inductivistes, com és el cas de les recerques sobre el descobriment autònom. Aquest plantejament ha evolucionat cap a postures anomenades constructivistes (Driver, 1982 i 1986), on les idees espontànies i alternatives dels alumnes adquireixen major estatus epistemològic i passen a ser eines útils en el procés d'aprenentatge, en comptes de considerar-les com simples obstacles.

La investigació sobre idees dels alumnes o sobre preconceptes (que és com s'anomenaven en els primers treballs d'aquest tipus) té només, una història d'uns 20 anys. Alguns precedents aïllats són fonamentalment les recerques de Piaget i dels psicòlegs de l'Escola de Ginebra, com explicava Osborne, (1983) citant a Karplus i Stage, (1981). Els treballs de Fensham P.J., (1972); Driver R., (1973); Tiberghien i Delacôte (1976), Nussbaum i Novak, (1976); Driver R. i Easley, (1978), o la tesi de doctorat de Viennot L. (1977), entre d'altres han obert un nou camí en el camp de la recerca en Didàctica de les Ciències.

En aquestes recerques s'utilitza tant una metodologia quantitativa (estadística confirmatòria, p.ex.), com qualitativa (qüestionaris oberts, entrevistes, anàlisis de xarxes, etc.). D'altres corrents importants de recerca pertanyen a orientacions més etnogràfico-naturalistes, amb una metodologia consistent en la utilització de tècniques més relacionades amb les situacions reals d'aprenentatge, com ara les entrevistes, l'observació a l'aula, etc.

Un dels focus de recerca sobre les idees dels alumnes és el King's College³ de la Universitat de Londres, on alguns dels seus professors han participat en projectes com els de la Fundació Nuffield⁴, les A.P.U. (Murphy, 1984a i 1984b), conjuntament amb la Universitat de Leeds, S.P.A.C.E. (Russell, Black *et al.*, 1990) conjuntament amb la Universitat de Liverpool, etc., i han dirigit nombroses recerques en Didàctica de les Ciències a estudiants de

³ D'on procedeix la supervisió d'un dels directors de la tesi.

⁴ Que encara continua amb l'important esforç editorial per a cursos de Secundària en el camp de les ciències experimentals iniciat fa més de vint anys, i del qual en coneixem bé, tant la seva evolució com els seus fruits. Citarem com a mostra de la inacabable llista p.ex., el llibre de Stokes (1979).

tot el món.

En l'àmbit de la Química, aquests treballs sobre idees dels alumnes ja han donat lloc a una sèrie de recerques, preferentment de caire descriptiu i de catalogació, dirigides a l'estudi de concepcions alternatives, fruit de l'observació i de les activitats experimentals dels alumnes a l'aula i als entorns socials on viuen. En alguns treballs, s'hi comença a observar tímidament una petita tendència més interpretativa (Rusell, 1989).

En l'ensenyament secundari estàndard "els fenòmens quotidians i les activitats experimentals no permeten d'establir i de distingir categories vàlides que fonamentin un adequat desenvolupament conceptual" (Llorens, 1987). Trobem exemples de confusions en les investigacions sobre la fusió i evaporació (amb la combustió), Meheut *et al.* (1985), sobre la producció de bombolles durant l'ebullició de l'aigua, amb la descomposició en oxigen i hidrogen, Osborne *et al.* (1985b), i sobre l'oxidació del coure per l'àcid nítric i el consegüent desprendiment de diòxid de nitrogen de color marró fosc (amb la formació de vapors de coure) i sobre l'efervescència (amb l'ebullició), citades per Llorens (1987).

La recerca en Didàctica de la Química està massa centrada en la innovació metodològica. Si s'aprofundís en el coneixement químic, adquiriria una orientació més epistemològica. Per a Strike i Posner (1976), caldria major profunditat en l'anàlisi lògica de l'estructura dels continguts que es volen ensenyar.

Així, en les noves versions del projecte Nuffield, ja hi trobem una major interacció entre teoria i experimentació, enfront de la metodologia inicial basada en l'adquisició intuïtiva dels conceptes (RUSSELL, T., 1990).

A més, entre la teoria i la praxi de l'ensenyament de la Química existeix un terreny de ningú, que queda cobert per la Filosofia de la Ciència i les seves implicacions educatives, per les aportacions de les teories de l'aprenentatge en la formació de conceptes, especialment des de la Psicologia de l'aprenentatge, i per les aportacions de la Sociolingüística, la Psicolingüística i la Filosofia del llenguatge, respecte a aquesta formació de conceptes. Això deixant a part, naturalment, el coneixement de la disciplina (la Química en aquest cas) i la seva evolució històrica.

Fixem-nos, per exemple, que en les recerques sobre didàctica pot haver-hi implícita una opció filosòfica, com ens mostren Kouladis i Ogborn (1988), en un treball que discuteix la utilització de xarxes sistèmiques com a base per a la construcció d'un qüestionari sobre la visió de la Filosofia de la Ciència per part dels mestres. Aquestes xarxes són útils en tractar de la validesa aparent i de la de constructe. L'anàlisi utilitzat arrenca d'una

xarxa en la qual els sistemes principals descrits són l'inductivisme, l'hipotètico-deductivisme (de Popper o Lakatos, p. ex.), el contextualisme (de Kuhn, p. ex.), i el relativisme (de Feyerabend, p. ex.). Les majors distincions giren al voltant de la unitat del mètode científic, els criteris de delimitació o demarcació, els models de canvi científic i l'estatus del coneixement científic.

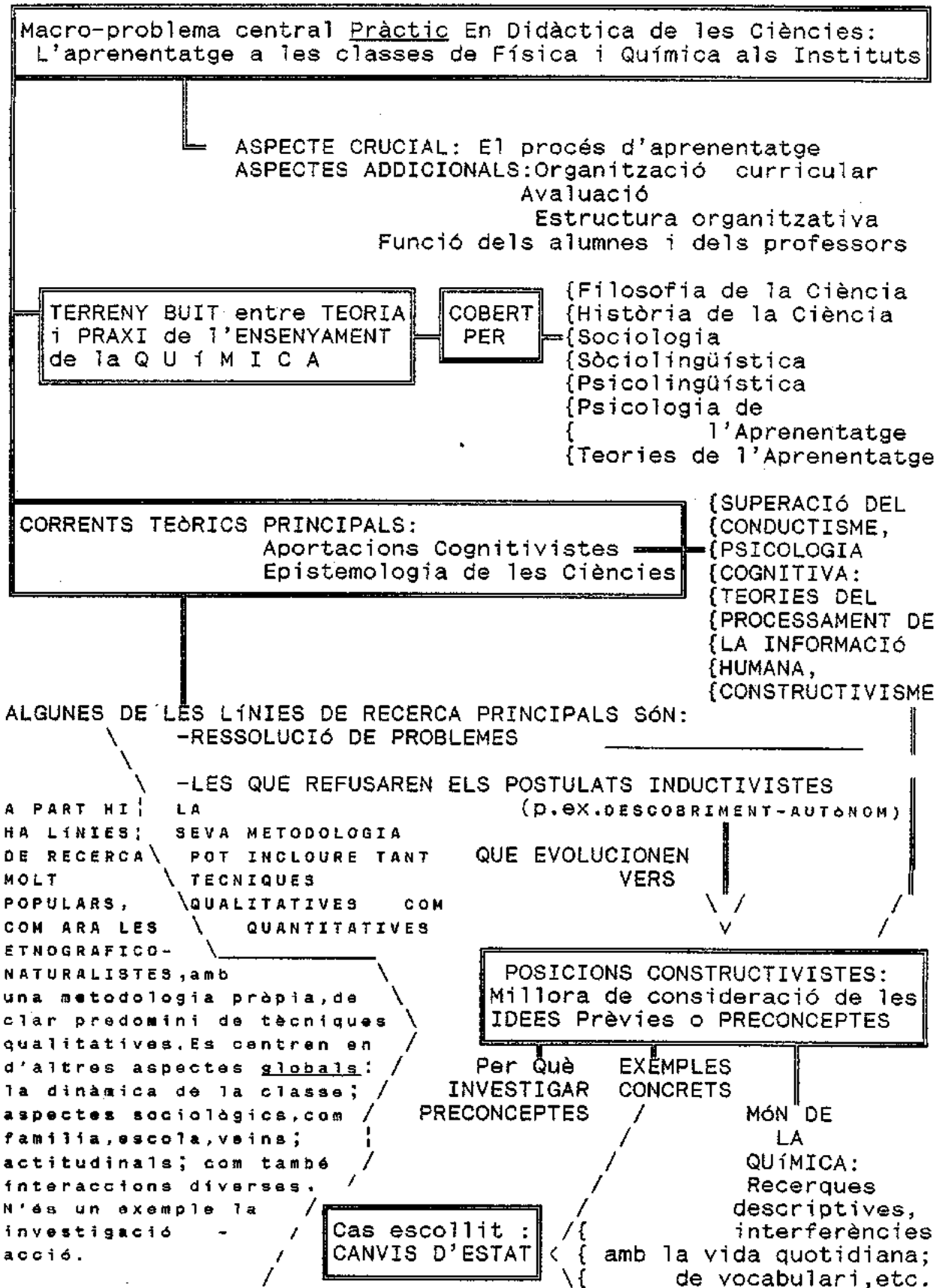
En l'esquema Núm.1, es mostren aquestes influències múltiples per situar mínimament l'entorn de la nostra recerca.

En aquesta tesi, les aportacions teòriques més rellevants que tindrem en compte, seran les de la psicologia cognitiva, concretament des del seu vessant del constructivisme, que recentment alguns anomenen també "reestructuració", (Pozo, J.I., 1989). Quant a les obres de conjunt que més l'hauran impactat seran, si es poguessin posar en un mateix sac, figures de dimensions humanes ben diferents, les d'Ausubel, Driver, Gardner, Norman, Novak, Piaget, Strike, West o White, p. ex.

En aquesta recerca sobre preconceptes al voltant dels canvis d'estat, ens ha preocupat especialment quina és la percepció dels alumnes, quan els professors utilitzem termes tan corrents a l'aula com "gas", "graus" (termomètrics), "pressió", etc. Quina influència té en el seu aprenentatge el domini d'un ampli vocabulari? Quina influència hi té el medi físic i social en què viuen? Quina integració existeix entre les classes de Química i la seva vida diària? Des d'ara la nostra tasca diària personal estarà condemnada i mediatitzada per aquesta recerca, atès que en cada nou tema que treballem amb els alumnes ens farem les mateixes preguntes que citàvem abans, ¿estarem pensant alguna cosa en comú quan parlem d'àcids, d'elements, d'energia, d'enllaç, de massa, de models, de substància, etc?

ESQUEMA Núm.1

MAPA DE LES IMPLICACIONS DEL NOSTRE PROBLEMA DE RECERCA:



Per què investiguem preconceptes?

Una de les tendències més populars de recerca didàctica als països amb més tradició d'investigació en aquest camp, és encara l'estudi de les idees dels alumnes com a instrument del que es val després el professor, precisament, per tractar de millorar les possibilitats d'aprenentatge dels seus alumnes.

Segons quina sigui la seva posició epistemològica (Gilbert i Watts, 1983) els investigadors educatius donen diferents noms a aquestes recerques sobre preconceptes: determinació d'errors conceptuals (misconceptions), conceptes o idees alternatives, representacions mentals, esquemes alternatius ("alternative frameworks"), ciència dels alumnes (o dels nens), coneixement del sentit comú, etc. (Fowler, 1987) i (Hierrezuelo et al., 1988). De fet fins i tot hi ha matisos importants en la nomenclatura utilitzada a cada recerca (Fensham, 1984).

Aquests preconceptes, o idees anteriors a l'educació formal, s'ha demostrat que estan relacionats amb idees que la comunitat científica no considera vigents, (amb errors conceptuals, segons el punt de vista actual de la Ciència), encara que en algun altre moment s'hagin considerat correctes i les solen presentar els estudiants de qualsevol nivell, a totes les disciplines científiques, malgrat que hagin rebut, uns quants anys d'ensenyament sobre el tema. Precisament l'aspecte més preocupant del tema es la persistència dels preconceptes al llarg del temps (Giordan, 1987 i Carrascosa, J. et al., 1982). La dificultat per canviar aquestes idees és desigual, en uns temes i en uns altres, i on la dificultat és major és en les idees lligades als fets més freqüents i més quotidians, com si existís un "divorci" entre la ciència acadèmica i la vida diària.

Lògicament aquesta persistència dels preconceptes ha d'estar lligada tant amb la naturalesa dels preconceptes com amb l'ensenyament "encarregat" de canviar-los.

Hi ha autors com Hashweh (1986) que consideren factors de tipus psicològic (Hierrezuelo, 1988):

-La tendència de l'individu a considerar només les proves que confirmen les seves hipòtesis (hipòtesis-postulat, en el sentit que es consideren certes "per se", més que hipòtesis-conjectura, és clar).

-La consideració de l'anomalia com a cas especial (excepció a la regla).

Aquests factors augmenten l'estabilitat emocional individual, que és el que ens ve a dir Gowin, B. (1983); són la base de la seguretat en un mateix i faciliten la presa de decisions automàtica que constantment hem de fer a la vida.

D'altres factors considerats per Hashweh es vinculen a la manera com es desenvolupa la classe:

-La majoria de professors, que som -teòricament- els encarregats de promoure els canvis conceptuals dels alumnes, IGNOREM els preconceptes dels alumnes, i molt sovint [...] els tenim molt similars als d'ells!. I és clar, per a qui desconeix els preconceptes és realment difícil canviar-los.

-L'avaluació no analitza l'existència de preconceptes. Fins i tot els alumnes brillants tenen sovint els mateixos preconceptes que abans de començar el curs.

Finalment, hi ha d'altres factors que els podríem classificar de tipus 'social':

-Els valors culturals de la societat (a molts diferents països), l'ús de l'ambigu llenguatge quotidià, la seva polisèmia i l'existència d'una epistemologia del "sentit comú" afavoreixen que certs conceptes restin invariables al cap de cadascú, malgrat anys i anys d'aprenentatges durant els quals se suposa que els haurien d'haver superat.

Efectivament el "sentit comú" pot ser un obstacle greu per al canvi conceptual, atès que serveix perfectament a la vida quotidiana, mentre que, massa sovint, ensenyem una ciència conflictiva amb el "sentit comú", com si el contradís. N'és un exemple la frase: "El full de paper i la bola de plom, quan cauen a terra des d'una mateixa altura, és clar que tarden diferents temps a arribar a terra, però... HAURIEN de tardar el mateix temps. Ja hi som!

Després d'uns anys de recerques en aquest camp es troben diferents propostes per a la millora dels resultats dels aprenentatges en ciències:

-Unes sobre la modificació de la manera d'introduir un determinat concepte.

-D'altres sobre la introducció de noves metodologies didàctiques que puguin ajudar a canviar aquests preconceptes dels alumnes.

Consideracions sobre el canvi conceptual

Creiem que la manera com s'opera el canvi conceptual presenta analogies amb la manera com s'avança en el mètode científic. És a dir, partint d'una idea de la Ciència més pròpia de Kuhn (esforços dels alumnes per entendre les seves experiències prèvies, que portarien vers als seus paradigmes particulars,

1982), que de Karl Popper (els errors conceptuals serien deguts a errors d'observació o del procés lògic de pensament, Aliberas,1989).

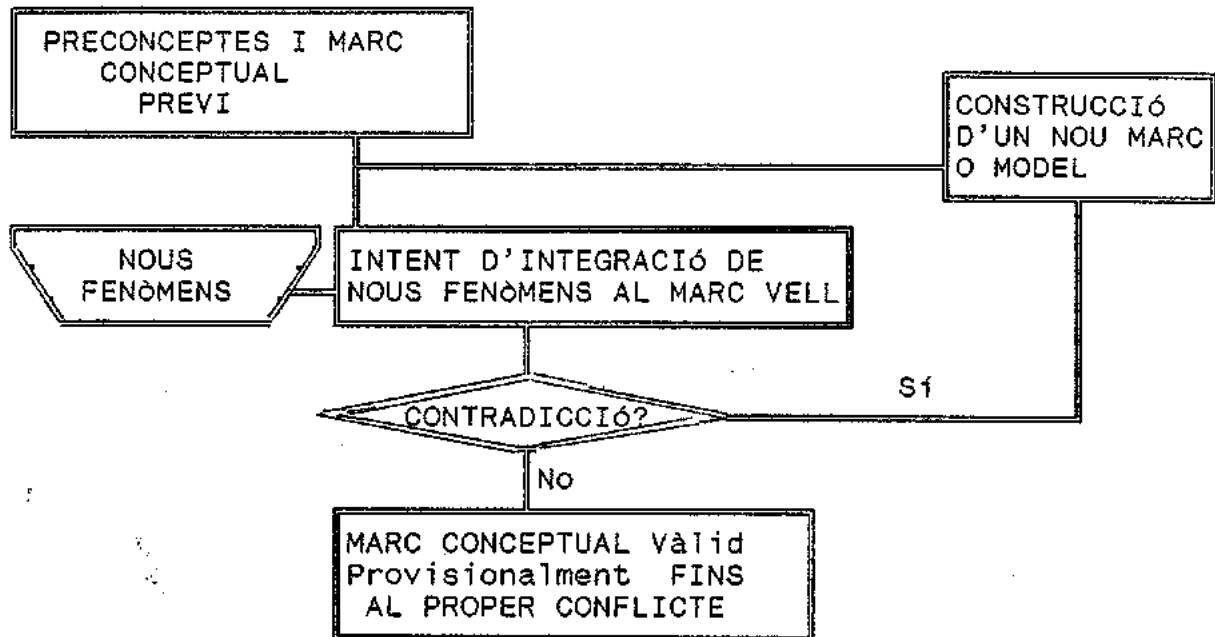


Fig 1. Diagrama de fluxe d'un procés d'aprenentatge superior de preconceptes

D'alguna manera connectem amb Guidoni (1985), i pensem que els nens des de petits, tenen idees pròpies respecte al món físic, abans de rebre classes de Física i Química als instituts. Guidoni, fins i tot, explica que aquestes idees s'estructuren i constitueixen teories.

I d'una manera resumida es mostra una idealització d'aquests processos a la Fig.1, en la qual es presenta en forma de diagrama una representació d'un procés d'aprenentatge(o d'una part) en la qual es mostra una via de possible superació dels preconceptes mitjançant el conflicte i la necessitat de construcció d'un nou marc conceptual, que suporti sense contradiccions l'anàlisi o confrontació del model. De vegades, aquesta construcció, té lloc a través d'una idea ("CONCEPTOR"), que no és pas de "sentit comú", i que unifica un conjunt d'experiències prèvies inconnexes. Aquest fóra el cas de la idea de "massa", tant en la Física i Química com en la Història de la Ciència (Izquierdo, 1987). En qualsevol cas no són negligibles les crítiques de Claxton (1986) a processos de canvi conceptual tan idealitzats. Aquestes crítiques es basen en la constatació que moltes situacions de canvi conceptual només es donen després d'un procés gairebé psicoteràpic, en el qual, a còpia de successives reflexions sobre el problema, es va captant en diferents ocasions un aspecte nou, i gradualment es va produint el canvi, en comptes de canviar d'una manera abrupta i en un sol

episodi. Punt de vista que és compartit per Norman (1987), que també explica la lentitud amb què es donen certs processos d'aprenentatge, de canvi, en certa manera.

Tots nosaltres tenim les nostres pròpies concepcions sobre el fet d'ensenyar (com a professors, i com a persones) . Possiblement també tenim els nostres preconceptes i prejudicis ,com ara:

1)que ensenyar és possible,

2)que els alumnes poden entendre el mateix significat per a moltes de les paraules que utilitzem a classe (per qüestions de llenguatge, de referències comunes,etc.)

3)i una llarga llista de creences, algunes de les quals formen part de les hipòtesis d'aquesta tesi.

Treballem per modificar aquestes concepcions?

La resposta aparent és que per comoditat psicològica no les canviem, si no ens trobem també en una situació de conflicte; en tal cas és probable que ens plantejem la realització d'alguna petita acció de recerca per resituar les nostres concepcions sobre l'ensenyament.

1.1 Presentació

Trobaríem centenars de professors de Química(i de Física, Biologia, Geologia o Matemàtiques) a tot el món, que treballen honestament i que es considera que ensenyen bé en el seu camp, però sense que els seus alumnes aprenguin prou.

És a dir: ensenyament no implica aprenentatge . Aquest és un problema important i una font de recerca a moltes universitats. Fins ara una de les dificultats majors amb què es troba l'investigador, és l'absència d'una teoria global en "Didàctica de les Ciències". Per aquesta raó, els investigadors en Didàctica de la Ciència de tot el món continuen cercant una teoria acceptada, o almenys agafant parts útils de les teories parcials existents, per crear un coneixement comú compartit.

1.1.1 Qüestions crucials prèvies que ens formulem, vinculades al problema central de l'aprenentatge a les classes de Química:

El coneixement

Al cap d'uns vint anys d'assajar nous mètodes en l'ensenyament de la Ciència, no s'ha produït cap resultat espectacular a cap dels països que més s'hi han esforçat. A més del desencís que això ha provocat, hi ha autors com von Glaserfeld (1983), que proposen una revisió de las bases de les teories de l'educació, dels conceptes d'ensenyament i aprenentatge, i de la naturalesa del coneixement.

A començament dels 70, no es dubtava que el coneixement fos traspassable de professors a alumnes. No es qüestionava tampoc el tipus de coneixement que s'introduïa en els caps dels alumnes. I l'activitat principal dels investigadors era la recerca de millors maneres d'assolir aquella comunicació de coneixement.

Deixant de banda l'ensenyament d'habilitats atlètiques, el desencís en d'altres disciplines fou gairebé absolut. Actualment fins i tot es qüestionava si habilitats com les esportives s'adquireixen millor amb aprenentatges propis de l'associacionisme, o bé per reestructuració.

Aquests fracassos indiquen que s'han de qüestionar les bases en les quals s'han fonamentat els esforços educatius, continua dient von Glaserfeld, i que fóra raonable anar definint el coneixement, del qual, en teoria, tracta l'ensenyament.

En l'article de von Glaserfeld (1983), que hem anat citant, s'intenta:

-)fer una revisió històrica del concepte tradicional anomenat "coneixement",
-)conceptualitzar aquest terme (el "coneixement") i

-) aplicar un model de coneixement "en l'art i misteri de les operacions numèriques".

Al primer punt s'introdueixen algunes consideracions sobre 'pensadors, coneguts (des dels presocràtics fins a Descartes , i fins a filòsofs d'aquest segle XX, com ara Hilary Putnam o Karl Popper). També es permet comentar la paradoxa de les primeres teories del coneixement: "per avaluar la veritat del teu coneixement, hauries de saber el que tu pretens conèixer, ja abans de conèixer-ho".

El món on vivim és, de fet, el de la nostra experiència. Aquesta és la referència de les descripcions, explicacions i comprensió que en puguem fer. La imatge que cadascú té del coneixement marca la idea que es pugui formar de l'ensenyament i de l'aprenentatge. Fins i tot els constructivistes consideren que la intel·ligència s'auto-organitza. A més , si els significats de les paraules són de construcció personal i subjectiva, llavors sorgeix un interrogant: com ens és possible de comunicar-nos? Dissortadament, el concepte de comunicació ha estat històricament derivat i moldejat per la noció de "paraules que fan de contenidors de significats". Si aquesta noció fos errònia, també ho seria el concepte de comunicació.

Quan un infant "descobreix" una nova paraula com ara "sirena", li podem explicar que en les sirenes, la cua de peix substitueix les cames d'una noia. En tot cas l'infant serà capaç d'intervenir en converses sobre sirenes durant algun temps sense haver de retocar per a res la seva "imatge" inicial. Només ho farà si per raons de context es veu forçat a fer-ho. I la manera com és produït aquest forçament no es resol en el context de la teoria de la comunicació sola, sino també en el de la teoria del coneixement.

El fet d'interpretar o donar sentit és la mateixa activitat i involucra les mateixes pressuposicions, tant si volem donar sentit a experiències en general, com si es tracta de l'experiència particular anomenem comunicació. El procediment és el mateix però la motivació pot ser diferent. Tal com mostrava David Hume , algunes regularitats són prerequisits per al procés inductiu i per al coneixement que en resulta. Aquestes regularitats es poden detectar en allò que és experimentable , i llavors l'experiència futura s'adaptarà d'alguna manera a aquestes regularitats. Mirant de trobar regularitats hauríem de fragmentar la nostra experiència en peces separades, i així, després d'algunes operacions de crida memorística i comparació, podem dir que aquelles es poden reproduir. La fragmentació i la crida memorística, més l'avaluació d'aquestes similaritats i la presa de decisions són... totes les nostres activitats.

Quan un esquema ha funcionat divrses vegades, creiem que no podria ser d'altra manera, tal com ja remarcava Piaget. Realment nosaltres hem trobat únicament una manera viable d'organitzar la nostra experiència.

Tornem a l'ensenyament de les habilitats atlètiques: al conductisme, per a molts, hi ha una base que cal considerar: la presumpció que tot el que importa són els estímuls observables i les respostes observables. Aquesta presumpció ha tingut molt d'èxit per eliminar una distinció fonamental entre entrenament i educació.

A l'entrenament, s'hi recullen més èxits que a l'educació. En el cas de l'entrenament atlètic, la utilització dels vídeos, etc. fa possible als atletes el seu "feedback" visual. Aquests poden assolir un canvi en la seva rutina ja que es poden adonar dels seus passos individuals en la seva activitat.

Objecte del coneixement científic

"Fins i tot si els propòsits de l'ensenyament de les ciències s'encaminessin a la ciència dels científics, encara ens caldria una filosofia de la ciència com a guia per discernir els seus aspectes essencials" (BLACK, P., 1989).

No obstant el problema esdevé més subtil si s'accepta que l'objectiu de l'ensenyament de les ciències l'ha de constituir la difusió del coneixement i del mètode científics, segons els propòsits que inspirin els dissenys curriculars on s'insereixin.

El concepte ausubelià d'aprenentatge significatiu és aquí útil com a motiu d'aquesta reflexió. Però és un concepte que cal depurar, atenent tant al sentit com al significat de l'aprenentatge escolar, i sobretot cal resituar el procés de construcció de significats i de sentits en el context de relació i comunicació interpersonal, típic de qualsevol situació d'ensenyament (Coll, 1988b). El contingut de l'aprenentatge significatiu ha de tenir una certa estructura interna i una certa lògica per a l'alumne. L'alumne ha de poder situar noves informacions als entramats de significats propis anteriors. Dels factors que hi contribueixen, destacarem, a més dels coneixements previs: les expectatives d'ensenyament; les creences i actituds; les estratègies d'ensenyament; les motivacions i la percepció de l'escola que fa l'alumne.

La contínua acumulació de dades sobre les idees dels alumnes sense un model explícit d'aprenentatge, només es justificaria per una desmesurada fe en l'educació Baconiana. La recollida de dades necessita d'assumpcions explícites. La distància entre qualsevol tipus de dades i una hipòtesi de treball o guia per a l'ensenyament només es pot salvar per mitjà d'una teoria. El constructivisme és la base teòrica de molts treballs recents, però només dona les condicions generals per arribar a una teoria, la qual, presumiblement, pot arribar en els anys venidors.

A més, qualsevol teoria hauria de tenir alguna cosa a dir sobre la significació dels mitjans per recollir evidències. Qualsevol teoria ha de reunir i interpretar la seva evidència dins el seu propi model. La fase de recerca de recollida de dades es pot veure altament limitada per les assumpcions amagades al darrere de la seva metodologia de treball.

Les "expedicions de pesca" obertes a totes direccions, en bona part de la recerca publicada, s'haurien de substituir per estudis dissenyats i analitzats per explorar les idees sobre l'estructura.

Actualment, l'investigador de l'ensenyament de les ciències es formula un conjunt d'interrogants, com ara:

-¿ Les situacions d'aprenentatge de les ciències són similars a les que pertanyen al camp de la psicologia dels aprenentatges generals?

-¿ Existeix una teoria de la construcció de conceptes científics que expliqui les anteriors diferències?

-Quins són els propòsits i l'objecte de la recerca en l'ensenyament de les ciències?

El missatge de conclusió és força senzill. Aquest camp de recerca sobre l'ensenyament de les ciències ha de clarificar quin és l'objecte de la seva recerca. Això implicaria moure's vers un nivell més ambiciós en el qual, les teories, encara que siguin poc profundes i detallades, haurien de guiar el disseny i la interpretació de la recerca, i criticar la metodologia.

Algunes teories de l'aprenentatge. Aspectes generals i de nomenclatura

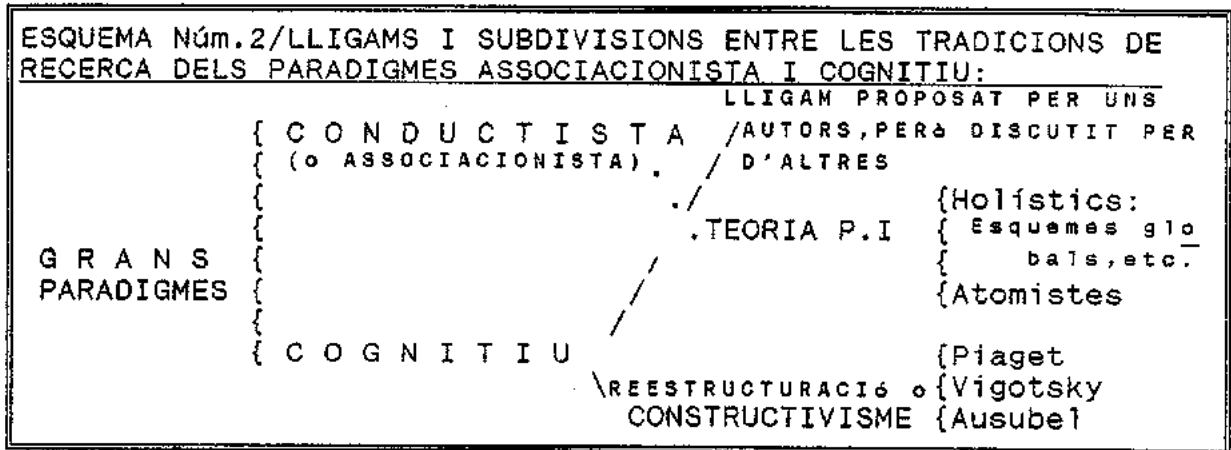
Hem de fer unes primeres grans distincions, almenys una vegada, ara, en començar a parlar d'aspectes generals d'aprenentatge¹ i ensenyament: és entre els mètodes per ensenyar, i les teories de l'aprenentatge, d'una banda; i les teories d'instrucció, d'una altra, encara que existeixen lligams entre uns i altres.

Dit això, hem de distingir els paradigmes psicològics d'aprenentatge, de les teories filosòfiques de l'aprenentatge: Popper, Chalmes, Bruner, Lakatos, Kuhn, Feyerabend, Toulmin, etc.

¹ Que en les pròpies paraules de Johnson-Laird (1988) "és un canvi relativament permanent que té lloc quan, com a resultat de l'experiència, un es torna capaç de fer alguna cosa nova, o de fer-la millor".

Com a grans paradigmes psicològics citarem el conductista, també anomenat associacionista, i el cognitiu. En aquest últim s'hi engloben tant els psicòlegs de la tradició del Processament de la Informació o Teoria "P.I.", tot i que, alguns la consideren com un nou brot del conductisme, encara que en el seu naixement fos molt clara la seva adscripció al paradigma cognitiu i també la seva idea de refús de l'associacionisme --com els constructivistes Piaget, Vigotsky (treballs psico-lingüistes), o Ausubel (important pel concepte de l'aprenentatge significatiu, atès que l'ensenyament per descobriment de Bruner pot no ser significatiu²). En l'aprenentatge significatiu s'admet que dels conceptes grans en surten de més petits; just al contrari que en el model de Gagné⁴. Per a Gagné existeixen 8 aprenentatges bàsics, reductibles a 5, p.ex.: els motrius, els verbals, la resolució de problemes, etc.). A Gagné, s'acostuma a situar-lo entre conductistes i neoconductistes.

A l'esquema Núm.2 es mostren els lligams i subdivisions existents entre les tradicions de recerca d'aquests paradigmes.



² I com diu Driver a "The pupil as a scientist"³, els conceptes (entesos com a classes culturals, codis socials o convenis) no es poden descobrir.

³ Treball presentat a la conferència de la GIREP de 1979, a Revohot, Israel.

⁴ El qual és conegut per les seves teories d'instrucció, com la teoria de l'elaboració o pel seu treball d'anàlisi de tasques

1.1.2 Breu pinzellada de l'eclosió del constructivisme en l'aprenentatge de les ciències

Fonamentat en la psicologia cognitiva (i en oposició al conductisme), el constructivisme s'ha anat convertint, com assenyalava Novak, J. (1987), en una paraula d'ús comú entre psicòlegs, filòsofs i educadors, encara que no és una teoria feta.

Això no obstant, durant tres quartes parts d'aquest segle, el punt de vista dominant sobre l'aprenentatge era que un estímul, en un determinat ambient, produïa una resposta per part de l'organisme i que, per repetició, es formava una associació entre estímul i resposta, de tal manera que, donat aquell estímul, gairebé inevitablement es produïa la resposta associada. Aquesta teoria conductista (basada sobretot en l'experimentació amb animals de laboratori), no va ser gaire popular enlloc del món, llevat dels Estats Units, on aquests punts de vista van ser àmpliament acceptats i en conseqüència es ridiculitzaren d'altres teories alternatives de l'aprenentatge.

Aquesta teoria psicològica resultava consistent, i es sostenia amb els punts de vista dels positivistes (o empiristes) sobre la naturalesa del coneixement, fets populars per sir Francis Bacon en el segle XVII i més tard pels filòsofs de l'"Escola de Viena" a començaments d'aquest segle XX. L'hegemonia del positivisme s'assolí cap als anys 30 i 40, pels esforços dels principals filòsofs de començament de segle.

A l'obra de final dels anys 30 de Skinner "Behaviour of Organism" es preparà la unió entre la psicologia conductista i la filosofia positivista. Aquesta aliança es considera la causa de l'hegemonia de la psicologia conductista a l'ensenyament. Conegut per la seva aplicació de les teories conductistes al món de l'educació, cal destacar Gagné. Treballà en el model d'aprenentatge anomenat jeràrquic acumulatiu.

Fins als anys 70, continua el predomini del model conductista o associacionista. Durant aquells anys, sempre als Estats Units, comença el 'boom' de la psicologia cognitiva i l'interès pels significats del coneixement, que és sostingut per cadascú en particular. A Europa, aquesta teoria ja era la dominant uns anys abans gràcies als treballs de Piaget i de l'"Escola de Ginebra".

A Piaget se'l considera el primer constructivista. Tot i això algunes vegades se l'anomena en la "literatura" sobre ensenyament de les ciències com si només hagués elaborat la teoria dels estadis cognitius i d'una manera severament fixada a l'edat (Pope i Gilbert, 1983).

La figura de Piaget és evocada pels autors de tota recerca en el marc del constructivisme, i més encara si és sobre les idees dels alumnes, atesa la línia de treball del biòleg suís. Inicialment

havia treballat al laboratori de Théodore Simon, un antic col·lega d'Alfred Binet, el qual havia inventat els test d'intel·ligència (I.Q.). Piaget es mostrà interessat en les classes d'errors que els nens feien en els tests d'intel·ligència, i es prengué una mena d'excedència a la feina per estudiar el desenvolupament del pensament dels nens. Aquest període, com li agradava de comentar, li durà tota la vida.

Piaget, durant els 65 anys de la seva carrera, va presentar gran nombre de descripcions del curs del desenvolupament mental infantil sobre un ampli ventall de terrenys. A gairebé tots els seus treballs mostrà 2 característiques:

-Piaget, com a científic cognitiu, hi tractà els grans temes de l'epistemologia occidental: la naturalesa del temps, l'espai, la causalitat, el nombre, la moralitat i d'altres categories kantianes. Cercava aquestes categories, no com a donades a la ment, sinó com a categories per construir.

-Unes acuradíssimes observacions dels nens, tant en tasques lliures i jocs, com durant experiments controlats.

D'altra banda també va realitzar importants aportacions metodològiques, com ara el mètode de les entrevistes-clíniques per constatar les idees dels nens.

Ningú abans de Piaget no sospitava que els infants creuen que un objecte es troba en la seva posició original, si aquest s'ha mogut davant dels seus ulls a una posició nova; o que quan encara són al jardí d'infants, creuen que la quantitat de líquid varia en traspassar-lo de recipient.

S'autoconsiderava un epistemòleg genètic, i no pas un psicòleg; però aportà contribucions notables a la Psicologia, com el descobriment de les estructures bàsiques de pensament que caracteritzen els infants a diferents edats o estadis de desenvolupament, o el suggeriment dels mecanismes que possibiliten als nens "transitar" vers els més alts nivells de desenvolupament des de l'estadi sensomotor passant per l'etapa intuïtiva de la primera infància, i l'estadi operacional de pensament concret cap a l'estadi formal de l'adolescència. Per a Piaget la millor base lògica d'aquestes propostes es fonamenta en els canvis dels mecanismes biològics que s'experimenten amb el temps.

Les grans proclames de Piaget, però, han resultat menys robustes que les seves demostracions experimentals específiques. Els mecanismes lògics que subratllen els estadis específics, alguns autors, els consideren invàlids; els estadis en si i les descripcions dels processos biològics lligats a la transició entre estadis han estat àmpliament criticats. Fins i tot l'epistemologia genètica ha caigut en desús. Potser es tracta d'un repte massa ingent.

De qualsevol manera Piaget ha fet alguna cosa més que mantenir la flameta del cognitivisme encesa durant l'hegemonia conductista. De fet creà un nou i sencer camp en Psicologia, el del desenvolupament de la cognició humana. Fins i tot les proves en contra que s'acumulin sobre el seu treball no fan altra cosa que un tribut a la seva influència general.

Piaget ja havia observat que la lògica dels nens algunes vegades tracta aspectes globals. Però moltes altres vegades tracta parts aïllades en comptes de l'esquema, més típic dels adults, d'analitzar la totalitat a partir de les parts. Tanmateix ressaltava la conveniència d'encoratjar els nens a parlar de les seves idees i a ser-ne conscients, i a gaudir-les per poder realitzar noves connexions d'idees en el futur.

En recerca sobre Didàctica de les Ciències, també ens interessa remarcar el que distingeix el treball de Piaget de les posteriors aportacions de Driver (1983, 1985, 1986 i 1987), Osborne (1983, 1985a i 1985b), Posner *et al.* (1982), etc. Una primera diferència es fonamenta en la manca de creença d'aquests últims, en els diferents estadis com a tals i no pas únicament en el seu lligam a una determinada edat biològica. Sobretot hi ha desacord en l'extensió i permanència en l'estadi formal. Per a aquests darrers autors, es poden tenir idees molt ben conceptualitzades en un cert camp i a la vegada tenir idees molt poc estructurades en un altre. Ben al revés de com ho entenen Shayer i Adey (1981), seguidors molt més fidels del model piagetia.

Cal considerar també unes quantes implicacions essencials, com ara que els alumnes interaccionen activament amb el medi en comptes d'aprendre d'una manera passiva (Driver i Odham, 1986), i que una manera de comprovar les pròpies construccions mentals és a través del seu acoblament a la pròpia experiència. D'altra banda, el fet d'entendre no equival al de creure, de tal manera que podem entendre la teoria del "Big Bang" amb independència de creure-la o no. De fet el que determina més l'èxit de qualsevol aprenentatge nou, és el que ja s'ha après amb anterioritat.

En definitiva, un dels intents més reeixits de creació del coneixement compartit i comú del qual parlàvem en la presentació, és el constructivisme (entès com a estratègia d'ensenyament de les ciències i les matemàtiques, però sobretot com a teoria sobre l'aprenentatge).

Precisament hem pretès realitzar aquesta recerca en aquest marc teòric de referència, entenent-lo precisament com ho fan d'una

manera àmplia alguns autors¹ (Novak, 1987; Driver, 1983; Osborne i Wittrock, 1983) entre d'altres. El considerem principalment en el sentit que l'alumne va edificant el seu propi i idiosincràtic entramat conceptual. D'altra banda, hi tenen cabuda les aportacions de la psicologia cognitiva, tant les fetes des de l'epistemologia genètica de Piaget, com les fetes des de les jerarquies conceptuais d'Ausubel, i des del model del canvi conceptual de Posner, Strike *et al.* (1982). No obstant, Strike (1987), suggereix que el constructivisme no es pot considerar com un paradigma de treball i de recerca en l'ensenyament de les ciències. Tot i això, l'entendem com a un corrent de treball molt ric i integrador, del qual hom espera que surtin les bases d'una millor teoria global sobre l'aprenentatge en general, però molt especialment sobre l'aprenentatge de les ciències en particular. Aquest corrent queda ben presentat a treballs com el de Moreira i Novak (1988), i el de Novak (1987); i són un índex de la seva vigència les nombroses comunicacions fetes dins d'aquesta línia de recerca al "2ⁿd Intl. Seminar on Misconceptions" celebrat a la Universitat Cornell, a Ithaca, N.York, a l'estiu del 1987.

En aquest corrent de recerca són molt interessants les respostes que ens donen CALATAYUD *et al.* (1988), a les següents qüestions:

- ¿ Per què orientar l'aprenentatge com a construcció de coneixements?
- ¿ Es pot imaginar que els alumnes puguin construir els coneixements que tant de temps i esforç exigiren als científics més creatius?
- ¿ Com elaborar "programes-guia"?
- ¿ Quins inconvenients poden presentar-se amb el seu ús?

Un aspecte típic de la recerca en Didàctica és la seva interacció i retroalimentació amb d'altres disciplines. Així no és estrany que els moderns constructivistes considerin ja l'aprenentatge essencialment lligat al context (Pozo, 1984; Song J., 1990), en

¹ Integrant principalment aspectes de l'epistemologia genètica de Piaget i de l'aprenentatge receptiu d'Ausubel, i alguns aspectes d'altres teories, com ara la psicologia del processament d'informació.

Malgrat tot, s'han fet moltes crítiques al model d'Ausubel. Tal vegada una de les més dures és la feta per Driver i Easley (1978), que en paraules de la traducció d'Aliberas, J. (1989), diuen que "una taxonomia dels errors conceptuais no proporciona poder interpretatiu. Mentre no es compreguin les raons dels errors, no es podrà progressar en termes d'ensenyament".

comptes de passar per alt l'efecte del context sobre l'aprenentatge o sobre qualsevol altre resultat com feren els grans teòrics de diferents models d'aprenentatge dels anys 60: Ausubel, Gagné, Bruner o Skinner (White, 1988). És més específic que els aprenentatges generals (lectura, escriptura, etc.); en aquells podíem parlar de transferència, però prèviament a la transferència s'ha d'estudiar la capacitat d'aprendre referida altre cop al context; com indica el ja esmentat J. Song.

De fet el "constructivisme", és una de les no gaire nombroses línies de recerca educativa. Com tampoc no són massa nombrosos els diferents significats que per a diferents autors té la paraula "aprenentatge" (com es pot veure en una mostra de fitxes-resum, al final d'aquesta secció).

Curiosament, Novak, que també s'ha autodefinit com a constructivista, designà a final dels anys 50 la seva tesi doctoral basada en el model "cibernètic" (un dels models preferents d'avui dia en recerca educativa, si deixem a part el constructivisme). Aquest model d'aprenentatge considera la ment com una U.P.I. (Unitat de Procés de la Informació) on l'emmagatzament de coneixements i el processament de coneixements (o d'informació) es consideren components separats.

Per a Novak la principal dificultat trobada en aquest model cibernètic era que les seves dades suggereixen que les capacitats d'adquisició i processament són altament dependents dels coneixements rellevants anteriors.

En la dècada següent l'equip de Novak s'ha sentit més còmode gràcies a una nova teoria, la d'Ausubel. La seva principal contribució fou l'èmfasi posat en la potència de l'aprenentatge significatiu, oposat al memorístic rutinari, com també el paper donat al coneixement anterior, considerat crucial en l'adquisició de nous coneixements.

En el citat treball de NOVAK (1987), hi resalten les aportacions de Kelley ("la Psicologia dels constructes personals") i d'Ausubel ("la Psicologia de l'aprenentatge significatiu"). Gràcies a ells la llavors popular idea de l'aprenentatge per "descobriment" es va aparcar, i Ausubel demostrà que un "ensenyament didàctic (de recepció) també pot conduir a l'aprenentatge significatiu".

La proposta de Novak és la d'examinar d'aprop els lligams existents entre la psicologia de l'aprenentatge humà i el coneixement filosòfic. El coneixement -la teoria- s'inventa, no es descobreix.

A més, la creació de nou coneixement és una forma d'aprenentatge significatiu (pel qui l'inventa). Requereix poder reconèixer noves regularitats, inventar o ampliar conceptes, reconèixer noves relacions entre conceptes, i fins i tot una reestructuració

dels esquemes conceptuals. Aquests processos es consideren part del procés de l'aprenentatge assimilatiu que inclou "subsumció" (addició), i aprenentatge supraordenat, com també noves reconciliacions significants i integradores entre esquemes.

El constructivisme humà és per a Novak "un esforç per integrar la psicologia de l'aprenentatge humà i la filosofia (millor diguem l'epistemologia) de la producció de coneixements". En elles cal centrar-se en la producció de significats, que inclou l'adquisició o la modificació dels conceptes, i les seves relacions. Per a Novak també va apareixent un consens creixent, en Psicologia vers el paper crucial que els conceptes i les seves relacions tenen en la producció de significats, com també el paper del llenguatge en la codificació.

El que queda per veure són resultats acadèmics positius quan s'apliqui àmpliament el que se sap sobre el constructivisme. Les escoles encara estan utilitzant esquemes positivistes. Les situacions d'instrucció i d'avaluació de les dicotomies vertader/fals, correcte/incorrecte justifiquen i recompensen els aprenentatges memorístics i, fins i tot, sovint, penalitzen l'aprenentatge significatiu.

En un altre ordre, Novak i Gowin (1986) consideren que tota recerca educativa s'ha de fonamentar en un conjunt de conceptes, principis i teories relatives a l'educació, considerada com l'ensenyament, l'aprenentatge, el currículum i l'entorn social, a més d'un conjunt de tècniques adequades de recollida i manipulació de dades.

Alguns dels principals representants d'aquell corrent de recerca amb el qual s'inicià Novak --el del processament de la informació humana-- són Gardner (1987), i Norman, D. (1987), amb els seus famosos 12 aspectes que creu essencials en ciència cognitiva: sistema de creences, atenció (consciousness), desenvolupament, emoció, interacció, llenguatge, aprenentatge, memòria, percepció, rendiment, aptitud o entrenament, i pensament.

Gardner ens explica en la citada "The mind's new science" com es van posar els fonaments a l'"edifici" de la ciència cognitiva i l'evolució fins a les tendències actuals, vers una ciència cognitiva integrada. Efectivament, les lectures de John von Neumann (amb una colpidora comparació entre la computadora electrònica i el cervell), de Warren McCulloch ("Why the mind is in the Head") i Karl Lashley ("The problem of Serial Order in Behavior") dins la conferència "Cerebral Mechanisms in Behavior" celebrada el setembre de 1948 a l'Institut de Tecnologia de Califòrnia, van servir per assenyalar els components principals necessaris per a una ciència cognitiva i al mateix temps per posar en dubte la doctrina (el conductisme) que havia dominat les anàlisis psicologistes durant dècades.

Les aportacions teòriques clau vers la ciència cognitiva foren "matemàtiques i computació", el model Neuronal, la síntesi cibernètica, la teoria de la informació i les síndromes neuropsicològiques. Així i durant un Simposium al M.I.T. al setembre de 1956, sobre Teoria de la Informació, la ciència cognitiva va ser oficialment reconeguda, atesa la presentació de tres fets: un, una primera prova completa d'un teorema portat a terme per una computadora; dos, el treball "Three models of LAnguage" de Noah Chomsky ,on mostra que un model de producció lingüística derivat de l'aproximació sobre informació teòrica feta per Claude Shannon no es pot aplicar exitosament al "llenguatge natural" (que li va permetre mostrar la seva pròpia aportació a la gramàtica, basada en transformacions lingüístiques); i tres, el treball seminal de George Miller en el qual destaca que la capacitat humana a curt termini es troba limitada a unes set entrades per terme mitjà.

A l'estiu del 56 s'havia donat un altre fet simbòlic i crucial, unes quantes setmanes abans de la trobada del Simposi del M.I.T., la trobada al Darmouth College de Hanover, N.H. d'acadèmics experts en lògica i en matemàtiques d'universitats americanes, (John McCarthy, Marvin Minsky, Herbert Simon i Allen Newell), i de programadors de la casa IBM (Alex Bernstein, que llavors treballava en un programa per jugar a escacs; Arthur Samuel i Nathan Rochester). Fins aleshores es creia que els ordinadors podrien portar a terme processos de manera semblant al pensament humà. I discutir sobre aquest fet, va ser el "leit-motiv" que va portar a la majoria d'investigadors a prendre part en la trobada del Darmouth College. Ha esdevingut simbòlica pel fet d'estar constituïda per membres d'una nova generació (posterior a la dels Wiener, von Neumann, McCulloch, Turing, etc.), que ja'entreveïen les "màquines" i l'escriptura de programes capaços de processar símbols, en lloc de simples masses de nombres, que obririen un potencial insospitat fins aleshores. La trobada al Darmouth es considera una fita bàsica en el camp de la intel·ligència artificial.

Posteriorment i durant els anys 60 es clarifiquen les relacions entre Filosofia, Psicologia, Lingüística, Intel·ligència artificial, Antropologia i Neurociència. Es consideren fortíssims lligams interdisciplinars en qualsevol combinació de cadascuna d'aquestes disciplines amb les 5 restants, excepte en els casos dels lligams entre Intel·ligència Artificial amb Filosofia o amb Antropologia, com també entre Filosofia amb Neurociència o amb Antropologia, en les quals els lligams es consideren més fluïxos (GARDNER, 1987, o.c.).

Actualment es considera que la Psicologia Cognitiva s'ha enriquit amb la influència del Neoconductisme, de l'aprenentatge verbal, de l'Enginyeria Humana, l'enginyeria de comunicacions, de la Ciència dels ordinadors i de la Lingüística.

Delclaux i Seoane (1982), a la seva introducció al processament de la informació (P.I.), ens expliquen les aportacions de Newell i Simon els quals implementaren el seu model, mitjançant un programa d'ordinador que constitueix un exemple antològic de determinats aspectes de la conducta humana, utilitzant tècniques de simulació.

Quant a les qüestions bàsiques d'aquesta teoria P.I., la idea central radica en la consideració dels processos cognitius humans com una manipulació de símbols, i per tant aptes per ser analitzats com un sistema de processament de la informació. Una altra idea fonamental és la de la representació dels símbols. A més en el P.I. es considera els humans cercant activament informacions addicionals, i com a dissenyadors d'unes finalitats pròpies, inexplicables si no s'utilitzen únicament termes anomenats "mentalistes". Es considera que els humans dirigeixen els seus processos cognitius vers aquestes finalitats, i també es considera que cerquen la informació per la informació, per tal de generar allò que en diem "el saber". D'altres components importants (com ara els components fisiològics del cos humà, els processos mentals superiors, l'ambient extern, els grups socials als quals pertanyen, etc.), es consideren com una conseqüència de les influències de la Teoria General de Sistemes. Hi ha una tendència a estudiar processos que corresponguin als de la vida normal i quotidiana.

La crisi de la Psicologia acadèmica actual en opinió de Delclaux i Seoane, ja citats, és deguda a dos fets simultanis: l'un, que el conductisme no pot ser el paradigma dominant per l'exclusió que fa dels aspectes cognitius; i l'altre, que la Psicologia Cognitiva tampoc no ho pot ser per la seva diversitat teòrica. Tampoc no ha estat viable cognitivitzar el conductisme, i llavors ens trobem amb opinions que neguen l'existència de la Psicologia, atès que avui es disposa d'un gran nombre de dades contrastades experimentalment, però manquen teories efectives per interpretar-los. Per cert, que la majoria d'elles tenen més de 40 anys.

També és problemàtica la relació entre la cognició i la conducta. Per aquesta raó el P.I. no resulta homologable per a tota la Psicologia.

Però també és veritat que s'han fet esforços per unificar criteris. Els més coneguts, els de Neisser (que publicà el 1967 una revisió dels seus treballs sobre percepció "Cognitive Psychology"), i els que cerquen una línia d'apropament a través de la terminologia, com ara Miller (interessat en el desenvolupament conceptual de la ciència dels ordinadors), i Pylyshin (interessat pels problemes psicològics). De fet, el sistema conceptual i teminològic utilitzat per als ordinadors resulta molt pràctic per descriure i representar models cognitius psicològics, tal com ens diuen Zaccagnini i Delclaux (1982).

Segons la sistematització del P.I. a la qual ens han portat nombroses obres, en la tradició de l'esmentada de Neisser, "el més característic de la psicologia cognitiva radica en el seu concepte de processament de la informació, que codifica, emmagatzema, transforma i recupera una informació emesa com llistes de símbols abstractes, al marge dels seus continguts concrets". A més, al P.I. es considera l'ésser humà com a part activa, que aporta quelcom a tota informació de sortida. D'altra banda en el P.I. es fa un replantejament del problema cos-ment. Newell afirma que "la ment és un sistema de P.I. realitzat sobre un suport físic, on la neurofisiologia és gairebé irrellevant per a la naturalesa de la ment, com també ho és l'electrònica per a la naturalesa de la intel·ligència artificial", (DELCLAUX i SEOANE, 1982).

L'anterior afirmació de Neisser és considerada inadequada per Jerry Fodor, a qui Gardner anomena el cognitivista complet. El qui fou deixeble i és ara col·lega de Noah Chomsky no considera adequat concebre el llenguatge del pensament com un simple mitjà formal de manipulació de símbols. Considera que hi ha d'haver alguna manera a través de la qual els "continguts" del món es representin mentalment. Nosaltres pensem sobre objectes reals, objectes que existeixen en el món. S'han fet crítiques molt serioses a Fodor, potser les de Richard Rorty, que es qüestiona el paper sencer de l'epistemologia, són les més severes. Aquest últim considera que només les aportacions neurològiques i humanístiques tenen interès. Amb Fodor i Chomsky es torna a la tradició cartesiana i es posa de manifest l'abisme que separa els diferents corrents del pensament filosòfic.

D'altres aspectes importants que estudia el model del P.I. fan referència a les distincions entre memòries sensorials, estructures transitòries de memòria o memòria a curt termini, i memòria a llarg termini, estudis sobre el fenomen de l'oblit, etc.

El marc teòric del P.I. admet l'anàlisi del rendiment cognitiu. Per aquesta raó alguns investigadors, principalment als anys 70, pretenen explicar les actuacions dels humans a partir d'una petita col·lecció d'aptituds de P.I. que han de ser fiables i mesurables independentment, generalitzables a una àmplia varietat de tasques, i tenir validesa de constructe.

Les diferents tasques es consideren com una combinació de les següents operacions:

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| a) Codificar la informació | e) Recuperar |
| b) Construir | f) Cercar |
| c) Transformar | g) Comparar |
| d) Emmagatzemar | h) Seleccionar i executar |
- l'acció motora adequada (la resposta).

Els resultats s'avaluen correlacionant-los amb els dels tests psicomètrics tradicionals.

De moment, però, la resposta a si es poden establir components o aptituds elementals de P.I. per explicar els rendiments en les tasques intel·lectuals és pesimista des de les correlacions cognitives. L'alternativa a l'anàlisi de processos elementals i ràpids (tendència "molecular" (o atomista) de l'esquema Núm.2) és acudir a processos de major complexitat, que possiblement deuen estar lligats a estratègies centrals i generals del P.I. (tendència "molar" o holística de l'esquema Núm.2).

Efectivament, a l'esquema Núm.2 es presenta la ubicació de diferents línies de recerca dins els paradigmes d'aprenentatge predominants actualment: l'associacionista (neconductista) i l'aprenentatge per reestructuració, en el qual s'inclouen la Gestalt, certs aspectes de la teoria del P.I. i les teories de Piaget, Vigotsky i Ausubel, que fins fa ben poc hem designat amb el nom del constructivisme.

Acabarem aquesta secció comentant, precisament, alguns diàlegs "epistolars" entre autors del corrent constructivista que es critiquen els seus punts de vista sobre l'ensenyament de les ciències. Aquest és el cas del treball de Driver et al. (1985), rebut per Claxton (1986) ; seguit encara d'un "adicional" article de Driver et al. (1987), en resposta a l'anterior crítica de Claxton.

En opinió de Claxton s'han de discutir alguns aspectes del treball de Driver et al.:

Claxton és un autor que considera, bàsicament, que cada ser humà elabora les seves pròpies explicacions, de vegades molt vagues, però que aquestes són coherents i que no cal donar-los noms massa especials.

Claxton també apunta que no cal una major quantitat de llistes d'esquemes alternatius dels alumnes, i que en comptes d'això, el que caldria és que funcionés una senzilla psicologia de l'aprenentatge.

La resposta del grup de Driver és que no pretenien fer una llista amb una col·lecció de falses però divertides idees dels alumnes. Reivindiquen que s'analitzi la seva tasca vers la utilitat d'obtenir informació adequada per a un ensenyament eficaç.

El problema més gran de tot aprenentatge pot estar en l'adquisició de coneixements però, per a una majoria d'estudiants, l'etapa més difícil en l'aprenentatge és la recuperació d'informació, diu Claxton; i els seus "oponents" accepten que no és pas nou per als investigadors sobre la cognició que qualsevol nova informació s'interpreti en funció de les ja conegudes, encara que això no es reflecteixi a les classes de ciències. Ells resalten, però, que els mestres tenen els seus propis preconceptes i/o conceptes alternatius que dificulten

l'adquisició de coneixements per part dels seus alumnes, tant en continguts, com sobre la naturalesa del coneixement i sobre els processos d'aprenentatge.

Per a Claxton ni tan sols és clar que " existeixin els esquemes alternatius". Considera que són una resposta dels alumnes a la pressió social per produir una resposta, en una enquesta o en alguna altra mena d'instrument de recollida de dades, com ara en un test, (tal com considera Preece (1984); però que no explicaria prou bé, la coincidència d'ídenticos esquemes alternatius, els qual continuament apareixen a la bibliografia, en treballs realitzats a diferents llocs del món, ni la seva coneguda persistència al llarg dels anys).

Driver es mostra més optimista ("things are not so bad"); en canvi Claxton considera la situació com a desesperada, atesa la presència de les ciències en els currículums escolars des de fa molt de temps, atès que la comprensió de les ciències no és assolida ni pel 50% dels alumnes.

Per a Claxton tampoc és clar que "els mestres entenguin el que ensenyen". Els veu amb una idea de la naturalesa de la ciència esquifida i passada de moda sobre els conceptes bàsics (força, massa, temperatura, energia, etc.), com també amb una "fe exagerada, en el mètode científic el qual, de passada, mai no ha anat paral·lel a la manera de progressar de la ciència"(sic). I això sense mencionar els aspectes personals i sociològics que configuren l'actitud del mestre i que constitueixen la base d'un nombre creixent de "fracassos".

En el treball de Driver els esquemes alternatius sempre es refereixen als alumnes, i no pas als mestres. Però Claxton veu els mestres en el mateix vaixell i amb les mateixes necessitats de canvi que els alumnes. Considera que "Children's ideas in science" és un bon punt de partida, però que a la vegada, hi ha una necessitat urgent de reeducació dels mestres.

Així, respecte a la frase sobre la importància "que la ciència es conegui millor a l'escola", Claxton considera que no hi ha cap evidència que mostri el valor que tenen per a la vida real algunes nocions com energia, calor o força, tal com s'aprenen a l'escola.

Però que fa a l'argument que "el més important és la comprensió dels fonaments", l'argument en contra de Claxton, és que aquests conceptes sovint s'ha demostrat que són falsos i obsolets, atès que havien presentat la ciència de manera prominent, abstracta i neutral. A més, alguns aspectes laterals, com ara la tecnologia de la informació, la influència social i política i les pressions de tota mena que rep el científic, es passen per alt en el treball de Driver et al.

Claxton va més enllà en la seva crítica i tampoc no considera evident que es produeixi cap desenvolupament d'habilitats importants mentre es fa ciència, almenys gràcies a la classe de ciències, com també que no es pot observar la transferència d'habilitats ni de coneixement cap a d'altres àrees properes específiques. ¿Això vol dir que no s'han d'"ensenyar" ciències? Creiem que vol dir que s'han de plantejar els motius del seu ensenyament, i de quina manera.

Així, si ens preguntem per què cal ensenyar Ciències, respondrem que per tres raons (com a mínim):

-Per culturitzar la societat (objectiu divulgatiu).

-Per introduir els alumnes (inclosos els que no estudiaran ni treballaran en àmbits científics) en el mètode científic, que és un mètode que s'ha demostrat útil per:

resoldre problemes

predir comportaments no experimentals

quantificar fenòmens

explicar mecanismes, etc. (objectius metodològics).

-Per donar bases generals d'anàlisi i disseny dels processos tecnològics -actuals i futurs-, (objectiu professional).

Com a complement d'aquesta secció, en els propers fulls, tractarem, a manera de fitxes-resum, cadascun dels tres models d'aprenentatge següents: el de Gagné, el de Piaget i el d'Ausubel, basant-nos en uns resums de Sanmartí, N. (1986), comentats en una sessió del Seminari Permanent d'intercanvi d'experiències Didàctiques que anomenem grup Chelsea.

Aprenentatge jeràrquic

Autor principal: Gagnè.
Tradicció: Conductista.
La teoria queda racionalitzada a "Las condiciones del aprendizaje" de 1965 (publicada per Aguilar, Madrid.)
Model d'aprenentatge: Jeràrquic acumulatiu.
Lògica aplicada: intrínseca als conceptes; considera els requisits com una necessitat lògica.
Subjecte: No admet diferències individuals.
Criteri de competència: extern; l'adquisició de continguts depèn de la posició del subjecte en una determinada seqüència d'aprenentatge; no hi ha dependència de l'edat en l'aprenentatge.
Què se li critica: confusió entre seqüència lògica i psicològica. No té en compte els aspectes cognitius. No diferencia entre necessitat de tipus lògic i de tipus empíric. És un paradigma inductiu. No és una teoria d'aprenentatge sinó sobre el canvi conductual.
Tendència: alguns corrents del model de processament de la informació.

Aprenentatge i desenvolupament mental

Piaget és el pare d'aquesta tradició cognoscitivista. Pel que fa a l'etapa del pensament formal, la teoria queda racionalitzada a "De la lógica del niño a la lógica del adolescente" de 1958, versió castellana del 72.
El model d'aprenentatge: El de la "Teoria constructivista".
El nen construeix el seu entramat conceptual.
Piaget no va donar visions pròpies de l'ensenyament.
Lògica aplicada: extrínseca als conceptes, les estructures lògiques del subjecte condicionen l'aprenentatge.
Subjecte: S'admeten diferències individuals.
Criteris de competència: estructures mentals jerarquitzades (etapes de desenvolupament) i la dependència psicoevolutiva en l'aprenentatge de conceptes (maduració lligada a l'edat).
Se li critiquen: que existeixin estructures mentals amb independència de continguts:
Donada una estructura mental (un conjunt d'operacions defineix un estadi) es pot aprendre "tot", independentment del contingut. I això es critica, atès que es pot dominar conceptualment un tema, i en canvi tenir idees molt "naïf" en d'altres temes.
Els subjectes es diferencien bàsicament per les diverses operacions que realitzen i per les seves estructures mentals.
Mancança d'una estructura fina en la seva teoria (crítica dels ausubelians). Tendències actuals derivades:
piagetians purs, neopiagetians, (aspectes de ciència cognitiva), i la psicologia constructivista (Ausubel, Driver, etc.)

Aprentatge receptiu

Autor principal: Ausubel
Tradició: Cognoscitivista (oposada a la conductista)
La teoria queda racionalitzada a "Psicologia educativa. Un punto de vista cognoscitivo" de 1968, versió castellana del 76 (Publicada per Trillas, a México, D.F.).
Model d'aprenentatge: Constructivista.
Lògica aplicada: Extrínseca als conceptes, l'experiència que té el subjecte d'un concepte, en condiciona l'aprenentatge.
Subjecte: admet diferències individuals.
Criteris de competència: intern i extern; no hi ha dependència de l'edat per a l'aprenentatge; l'aprenentatge de conceptes depèn de la història del subjecte, no de la seva maduració biològica
Què se li critica: falta d'estabilitat en els esquemes (cada dia el subjecte, pot donar una nova resposta); existència d'"obstacles epistemològics"; falta de definicions operatives d'alguns termes (organitzadors de l'aprenentatge); empiricisme
És només un aspecte de la teoria piagetiana.
Tendències: Treballs de Cornell (Novak -que aplica el model d'Ausubel a l'ensenyament-, etc.); Generativisme; Psicologia Constructivista (Driver, etc.). Tornada al 'Mastery learning' de Bloom (que el nen aprengui com sigui).
Teoria del Processament de la Informació.

1.1.3 Els canvis d'estat en la nostra vida

S'escollí el tema dels canvis d'estat, atès el seu interès científic i cultural que fa que s'inclogui en gairebé tots els Currículums de Ciències de l'escola primària o als de Física i Química de la secundària, des de 7è d'EGB fins a COU. Concretament els equilibris líquid-vapor i especialment el cas concret del cicle de l'aigua, és un dels fenòmens naturals essencials més importants (Bar, V. 1989), i que per la seva vinculació a la vida quotidiana és motiu d'interaccions culturals i lingüístiques, ja des de la primera infància (ben abans dels 4 o 5 anys) amb unes grans possibilitats de condicionar l'ensenyament dels conceptes científics que es rebran a l'escola o a l'institut.

Les primeres passes acadèmiques que fan actualment els estudiants en les matèries de Física i de Química van vers l'estudi de la matèria, la seva naturalesa i unes primeres nocions de canvi físic i de canvi químic. Tanmateix, si s'allarga l'escolarització obligatòria fins als 16 anys, caldrà cercar uns nuclis temàtics interessants per a tota la població escolar. Efectivament, l'estudi de la matèria en constitueix un.

Realment al voltant nostre tenim un gran nombre de materials en els quals ens hem anat fixant des de ben petits: teixits, plàstics, metalls, aliatges, combustibles, materials de construcció, etc. El nostre propi cos pot semblar-nos una fàbrica de cicle continu on es fabriquen milers de productes. I la presentació i ubicació, tant d'aquells materials com dels éssers vius, és un apassionant trencaclosques digne dels millors capítols d'en Holmes de Conan Doyle.

Tradicionalment des de punts de vista merament operacionals hem vist classificar la matèria en homogènia i heterogènia.

En la Física i la Química la utilització de models resulta sovint indispensable per aproximar-se a la descripció interna dels materials.

Així, a més de diferenciar les barreges entre substàncies de les espècies químiques o substàncies pures, cosa a la qual s'arriba operatòriament, si utilitzem els models correctes podrem concebre el caràcter corpuscular de la matèria i la seva estructura segons el seu estat d'agregació:

ESTAT ORDENAT i ESTAT DESORDENAT

Classificació, aquesta, de caire més general i que inclou la que s'usa tradicionalment de sòlids, líquids i gasos. Aquest aspecte general s'evidencia en el fet que en l'esquema dels tres estats, costa d'encabir-hi els cristalls líquids, els gels de bany i tantes i tantes dispersions que coneixem operativament des dels primers anys de la vida i que mereixen estudiar-se.

Els alumnes que ens arriben als Instituts de Batxillerat, han sentit parlar, a l'escola primària, dels estats d'agregació de la matèria. De fet, però, només coneixen els estats SOLID, LIQUID i GASÓS. No coneixen suficientment els VAPORS, ni per descomptat el Plasma, les Mesofases, la Matèria Viva, els COL.LOIDES ni, en general, cap tipus de DISPERSIÓ.

Com a conseqüència de conèixer només els sòlids, els líquids i els gasos, com a màxim, els nostres estudiants solen sentir parlar dels sis canvis d'estat següents, que també es mostren a l'esquema 2: Solidificació Sublimació Condensació de gasos
Fusió Des-sublimació i Ebullició.

A la vida diària s'utilitzen com a sinònims els mots gas i vapor i això comporta que no es coneguin suficientment els VAPORS. I per tant, ni la vaporització, ni la condensació dels vapors.

El terme vapor s'aplica a un gas en equilibri amb el seu líquid (tenim el que en diem vapor saturat), o a un gas a temperatura inferior a la seva temperatura crítica (T_c), o aquella en la qual els volums específics del gas i del líquid resulten iguals. O

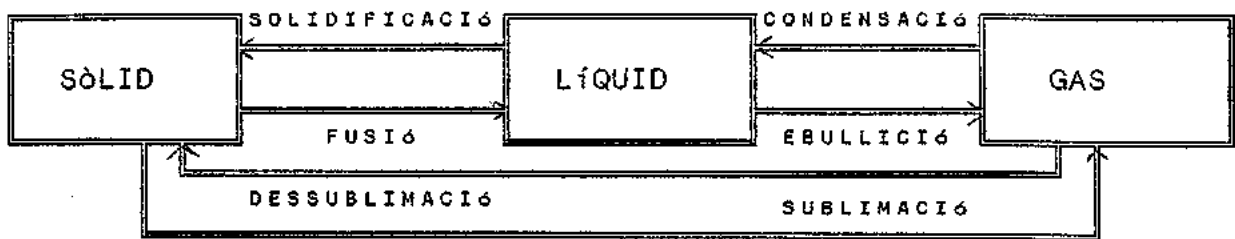
encara dit d'una altra manera, l'estat líquid és impossible per sobre d'una determinada temperatura(crítica o T_c) en la qual l'energia cinètica de translació molecular és igual a l'energia potencial màxima d'atracció molecular. Per sobre d'aquesta temperatura crítica l'energia cinètica de translació molecular supera l'energia potencial màxima d'atracció molecular i només tenim gas.

De fet, la distinció entre gas i vapor és artificial, atès que les propietats d'un gas no difereixen essencialment de les del seu vapor (HOUGHEN, 1964).

Una altra utilització confusa del vocabulari es fa entorn de la condensació. A més del seu significat equivalent a liquació o canvi d'estat gasós a líquid; alguns autors utilitzen aquest terme per referir-se també a la dessublimació (canvi de l'estat vapor (gasós) a l'estat sòlid). Com a alternativa menys confusionista proposem la nomenclatura de l'esquema Núm.3.

A la nostra recerca no hem estudiat alguns problemes derivats del diferent comportament (dilatació o contracció) de la solidificació dels líquids, excepte en algunes proves pilot previes al pre-test. En el disseny del test final a la secció 5.1 ja s'explica que ens hem limitat preferentment als equilibris líquid-vapor. Els diagrames generals de pressió, volum i temperatura corresponents, però, es mostren a les Figures Núm.1.1 (substàncies que es contrauen en solidificar) i 1.2 (substàncies que es dilaten en solidificar).

ESQUEMA Núm.3.: ELS SIS CANVIS D'ESTAT MÉS CONEGUTS PELS ALUMNES



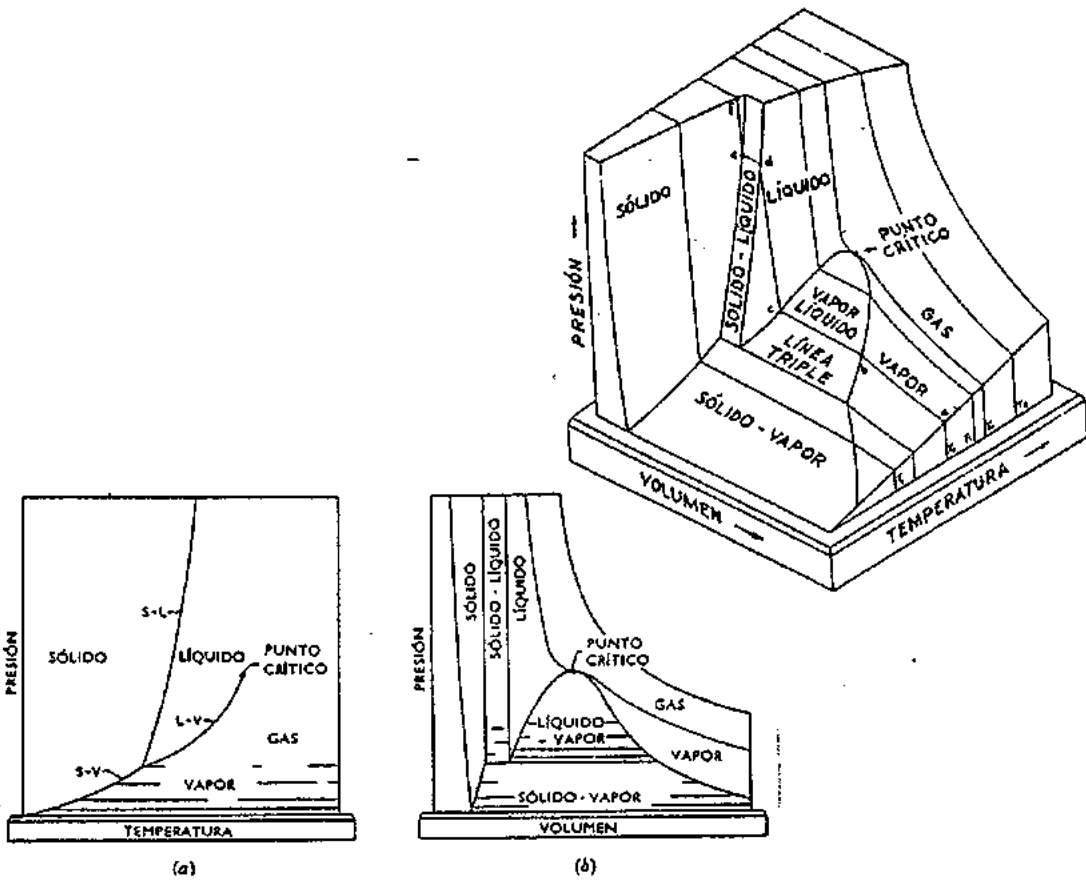
Actualment va apareixent una bibliografia incipient de preconceptes sobre els canvis d'estat (Rafel, 1987; Renström, 1987; Stavy et al. 1985; Stavy, 1987); Stavy, 1988a; Stavy, 1988) a més a més de recopilacions com la de Hierrezuelo (1988). En canvi era gairebé inexistent, o no disponible encara, quan s'inicià aquest treball l'any 1985.

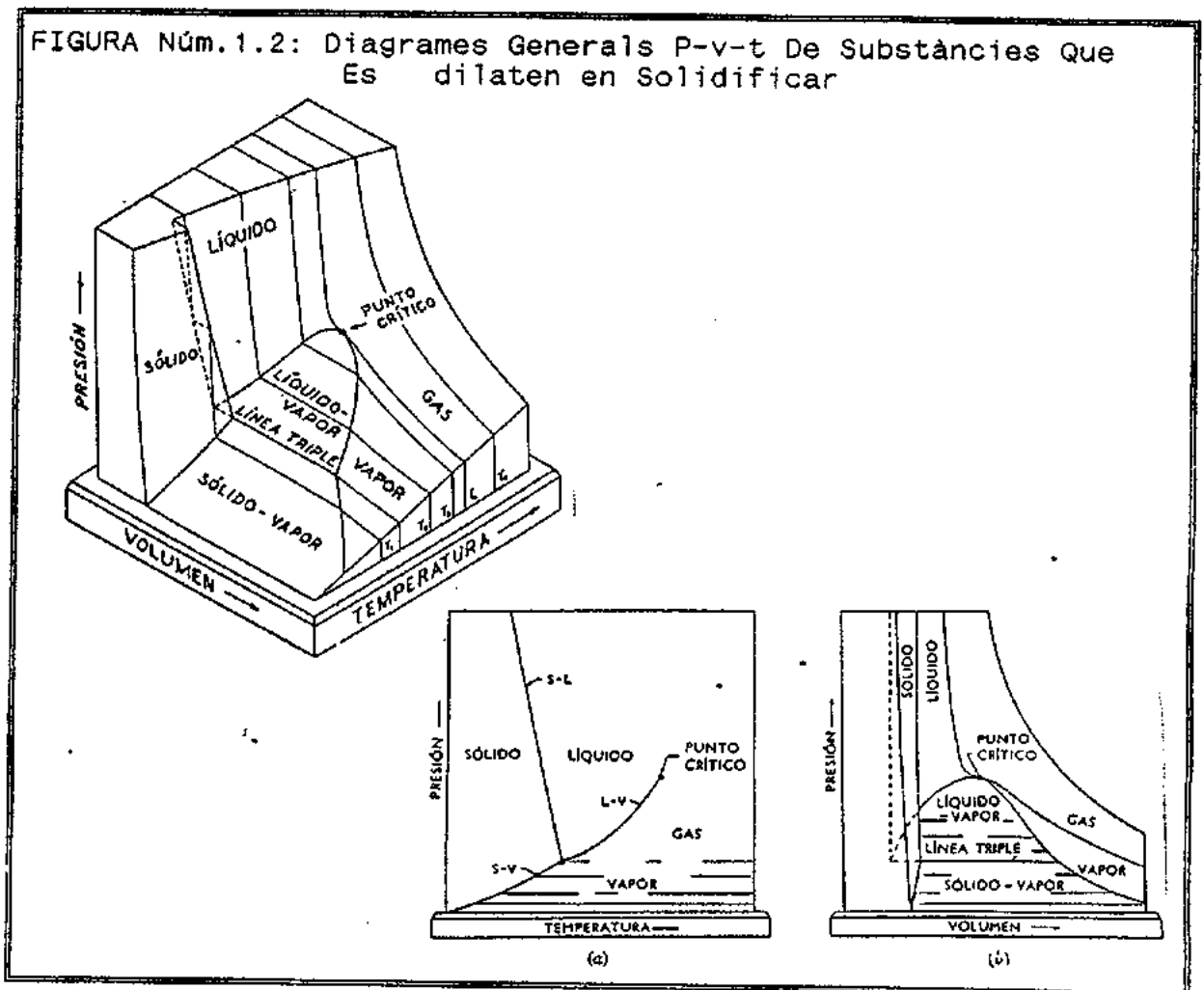
A la majoria de recerques publicades es pretén que els alumnes coneguin els aspectes següents sobre els canvis d'estat:

- que la temperatura en la qual es realitza el canvi d'estat d'una substància pura és constant a una determinada pressió, i és independent de la quantitat de substància, i
- que l'energia subministrada a un sistema en el qual es produeix un canvi d'estat s'inverteix bàsicament, en produir-se aquest canvi, i no en canviar la temperatura del sistema.

I resulten p.ex. que un escassíssim nombre d'alumnes d'11 i 12 anys (de l'ordre del 20%) assenyalen la independència de la temperatura d'ebullició d'una substància pura com l'aigua, respecte a diversos factors, com ara la quantitat de substància (Tiberghien, A. et al., 1984). A la nostra recerca, més de la meitat dels alumnes de BUP assenyalen la independència de la temperatura d'ebullició del benzè respecte a la quantitat de substància. Potser si tractéssim de l'aigua, com fan la majoria de recerques, veuríem com els alumnes es deixen portar per altres consideracions .

FIGURA Núm.1.1: Diagrames Generals P-v-t De Substàncies Que Es Contrauen En Solidificar.





També es troben recerques (Tiberghien,A. et al., 1984) que indiquen que hi ha substàncies que poden fondre (com l'or, el ferro o el plom) i d'altres que mai no poden estar en estat líquid (com el diamant o la sal), i l'argument que donen [...] és que són molt dures.

-Alguns alumnes consideren que els gasos no pesen
(coincidint amb el que diuen d'altres autors (Bar, V., 1989))

-La confusió dels graus alcohòlics amb graus centígrads (per exemple quan diuen que l'alcohol s'evapora a les nostres mans perquè 'té' més graus).

-La confusió sobre la procedència de la humitat de la rosada sobre una tenda de campanya (la qual atribueixen a les plantes, el terra (el sòl on és plantada), etc.

-El terme 'GAS' l'associen principalment amb combustible i font d'energia.

-El fred --per a alguns alumnes-- fa que l'aire es condensi i es formi humitat...

1.1.4 Antecedents i punt de vista del professor de ciències: algunes dificultats en la didàctica d'aquests conceptes

Tot i que el tema de la recerca sobre les dificultats més específiques en el terreny de la didàctica dels canvis d'estat no ha estat gaire treballat (Düit, R., 1987), comencen a trobar-se alguns treballs aïllats, especialment pel que fa a les propietats i estructura dels gasos (Séré G., 1985; Furió, C. i Hernández, J., 1983), on bàsicament s'ha treballat amb infants de més de 10 anys i amb adolescents, i s'ha pretès determinar:

- Si conceben que els gasos pesen, o si suposen que no pesen, apropant-se així a les idees aristotèliques.
- Si suposen que el pes és una propietat accidental que depèn de l'estat físic de la substància.
- Si, en la vaporització, creuen que el gas obtingut ocupa tot el volum del recipient que contenia el líquid que ara s'ha vaporitzat.
- Si conceben una estructura corpuscular o bé atomística per als gasos.
- Si admeten l'existència de zones buides en el seu model de gas.
- Si accepten el moviment caòtic de les partícules d'un gas.

També els treballs de Rafael J. i Mans C. (1985, 1987a i 1987b) poden aportar petites contribucions a la recerca en aquest camp.

Quan es parla de l'estructura de la matèria no es pot deixar de pensar en el seu corresponent estat físic, en el seu "com" (ordenat i desordenat) i en el seu "perquè?" (les teories com ara la teoria corpuscular). Pel que fa al "com" i al "perquè?" podem fer llistes respectives dels conceptes que hi ha entrelligats.

Respecte al "perquè?" (Teoria 'Corpuscular'):

- Els elements de base dels models d'estructura: àtoms, molècules, ions, etc.
- Moviment a l'atzar (moviments de translació, vibració i rotació), col·lisions elàstiques (conservació de l'energia), Llei de Graham, velocitat mitjana, distribució de velocitats i energies moleculars i difusió.

I respecte al "com" (Estats d'agregació):

-Propietats físiques, pressió, temperatura (incloent-hi la idea del zero absolut), volum, nombre de mols, masses atòmiques i moleculars, densitat, etc. Lleis dels gasos, incloent-hi el model de gas perfecte.

Qualsevol unitat temàtica en ciències experimentals pot considerar-se a diferents nivells:

Escola Primària : Nivell més operatori dels tres que tractem
Secundària: Nivell més descriptiu i petita interpretació.

(D'interpretacions, en major o menor grau, se'n poden arribar a donar a tots els nivells).

Tercer Nivell o Universitat: Interpretació més profunda.

Major nivell d'abstracció.

Aleshores, resultarà que per a alumnes de 12 a 16 anys, podrem arribar com a màxim a la descripció i a la petita interpretació, i donar a conèixer perfectament uns fets que existeixen, però que ben sovint no podrem explicar amb la profunditat amb què l'especialista desitjaria.

D'altra banda, els conceptes de fase i estat d'agregació es solen utilitzar indistintament, però l'un és un concepte termodinàmic i l'altre és descriptiu. D'aquells conjunts físics materials independitzables que se'ns presenten de manera homogènia, en diem f a s e s i així, des dels primers anys d'escola hem sentit parlar, tant de les fases SÒLIDA, LÍQUIDA i GASOSA, com dels estats SÒLID, LÍQUID i GASÓS, cosa que fomenta el seu ús indistint, que comentàvem anteriorment.

Les majors dificultats per a l'estudi de les propietats de la matèria es troben en la necessitat prèvia de discernir "substància pura" de les "barreges" i en el fet que aquestes poden ser homogènies i heterogènies.

En parlar de les substàncies pures és relativament senzill tractar de resumir els estats d'agregació de la matèria en ordenat i desordenat:

A l'estat ordenat, hi encabiríem: els sòlids cristal·litzats (bé siguin iònics, metàl·lics o moleculars).

I a l'estat desordenat, bàsicament: els líquids i els gasos (i vapors).

És a dir, de fet, parlant de sòlids, líquids i gasos gairebé n'hi ha prou.

Efectivament, les espècies químiques (les substàncies pures) es poden presentar en dos estats:

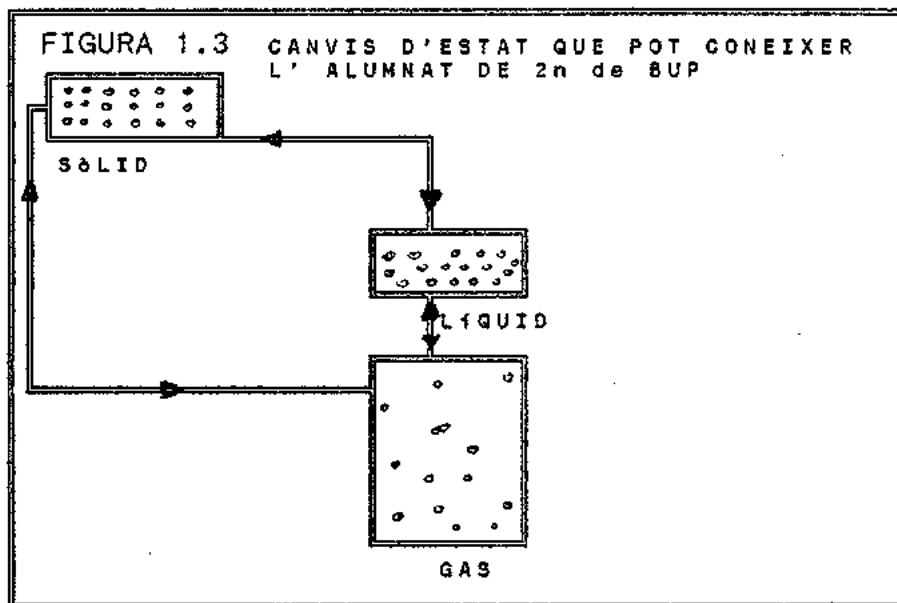
ESTAT ORDENAT. Com és el cas dels SÒLIDS cristal·lins, tant si són iònics, metàl·lics, moleculars o reticulars.

ESTAT DESORDENAT. Bàsicament LÍQUIDS I GASOS ,amb una continuïtat entre ells, com s'aprecia en els diagrames d'estat (P-V) de la matèria; podem parlar d'un punt crític entre líquis i gasos, per damunt del qual hi ha continuïtat, però no es coneix l'equivalent entre sòlids i líquids.

En gairebé qualsevol exemple que prenguem del món quotidià serà ben fàcil que sortim de l'esquema tradicional dels sis canvis d'estat propiciat pels tres estats: sòlid, líquid i gasós i que hàgim d'estendre'ns a models amb un nombre més ampli de canvis d'estat.

Si a més d'estudiar les propietats macroscòpiques de la matèria, ens interessem per la seva estructura atòmico-molecular haurem de parlar d'una ordenació en estats d'agregació addicionals als característics de sòlid, líquid i gasós.

Per aquesta raó hem dibuixat a la Fig. 1.3 l'esquema en el qual es presentaria l'ordenació de la matèria, en base als tres estats d'agregació tradicionals de sòlid, líquid i gasós, que permeten parlar de sis canvis d'estat; i a la Fig.1.4, com a mínim de 10 estats d'agregació, cosa que permet parlar de 24 canvis d'estat pel cap baix.



Així en el cas de les substàncies pures i de les barreges homogènies, a més dels sòlids, líquids i gasos parlarem de:

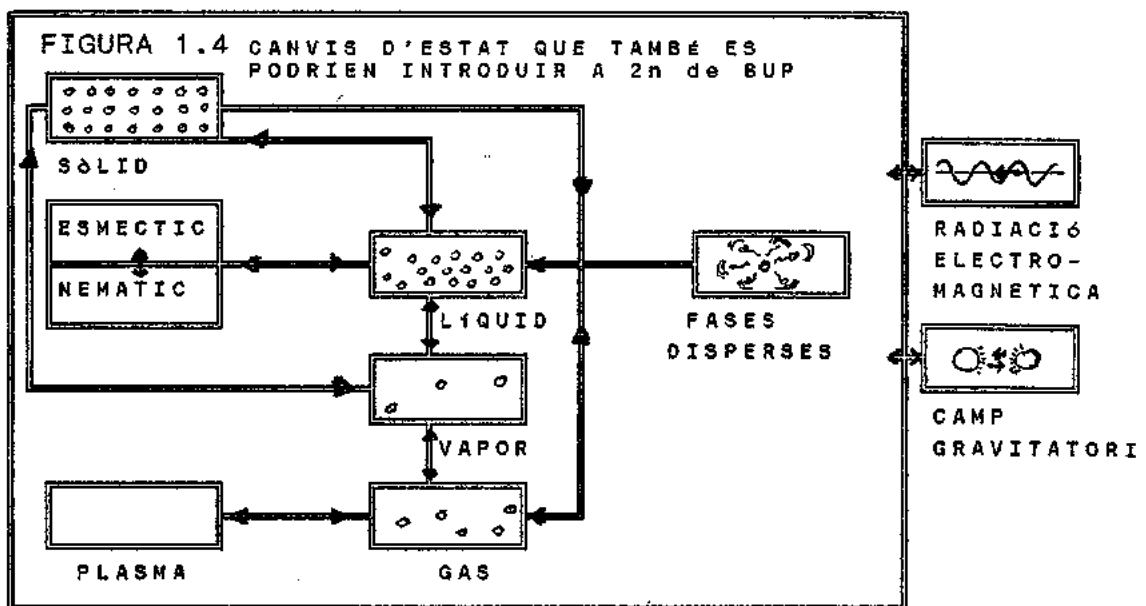
PLASMES, a l'espai intergalàctic (amb estats gasosos fora d'equilibri, on les "partícules" estan carregades --ions i electrons-- per l'efecte de camps elèctrics intensíssims); i en certs aparells de laboratori o/i per l'efecte d'altíssimes temperatures.

MESOFASES, com els cristalls líquids (usats a les pantalletes dels rellotges digitals).
SOLIDS AMORFS o vitris.
DISSOLUCIONS VERTADERES ,com l'aigua del mar.
MICROEMULSIONS.
COL.LOIDES, com la clara d'ou.

I en el cas de les barreges heterogènies : parlarem d'altres tipus de DISPERSIONS, com:
EMULSIONS, com les de les maioneses.
SUSPENSIONS, com els núvols, pols a l'aire, etc.
MATERIALS COMPOSTOS (COMPOSITES).
MATÈRIA VIVA, organitzada.

Les propietats de les barreges de substàncies són molt diferents de les de les substàncies pures, i és inapropiat comparar-les amb el mateix esquema que fem per a les substàncies pures. De vegades hi ha continuïtat en determinades propietats macroscòpiques cosa que induiria a creure que es passa de quelcom anomenable líquid a quelcom que anomenaríem sòlid, sense discontinuïtat.

Molts dels objectes que ens envolten són d'aquest tipus (flams, maioneses, salses, sabons, detergents, gels de bany, cristalls líquids com les pantalles dels nostres rellotges digitals, etc.). Una fase és cadascun dels grups de matèria, que té propietats homogènies, en els quals es pot subdividir un sistema pel seu estudi termodinàmic (malgrat que pot no ser continua). Així, un sistema pot estar tot ell en un sol estat, però en diverses fases: com és el cas de les barreges d'aigua i d'oli.



Qualsevol d'aquests canvis d'estat de la Fig.1.4. comporta transferència de matèria i transferència d'energia, i els que s'han estudiat a la tesi, òbviament, també les comporten.

Només alguns de tots els canvis d'estat de la Fig.1.4. són presents a la vida quotidiana, i l'alumne en té experiència al marge de la classe. I d'aquests, l'equilibri líquid-vapor és el que més senzillament pot explicar-se a partir d'un model elemental; té lloc entre fases fluides i homogènies d'una substància pura o barreges; els canvis energètics i de densitat són considerables i apreciables sense instruments especials i es donen en tota mena d'ambients climàtics.

Hi ha una llarga llista de fenòmens naturals lligats als canvis d'estat que estem acostumats a veure des de la infància. Així p.ex., del medi natural, coneixem l'evaporació a llacs, rius i mars; la pluja, la rosada, i la gebrada. Dels éssers vius la respiració, l'evapotranspiració, la suor, i la dessecació. En l'àmbit domèstic tenim referències del que passa a la cuina, al lavabo (colònia, etc.) i a l'automòbil. I de l'àmbit industrial, coneixem l'asseccament de materials, la destil·lació, l'evaporació, la vaporització, la concentració, les màquines de vapor i les turbines. I amb moltes substàncies diferents, com ara l'aigua, les dissolucions aquoses inorgàniques (aigua de mar p.ex.), orgàniques (d'aigua i alcohol, colònies, vins, licors, etc.), les dissolucions no aquoses (hidrocarburs -gasolines-, alcohols), a més d'innombrables dispersions, emulsions, etc.

Per tot això, quan en el camp dels canvis d'estat encara no es disposa d'una bibliografia abundant sobre preconceptes, creiem gairebé obligat començar a utilitzar precisament els exemples i les situacions contextuais que més hagin influït en la construcció de conceptes, i d'entre totes elles sobresurten les que fan referència als equilibris líquid-vapor, que efectivament tenen un tractament detallat en aquesta tesi.

1.2 Antecedents

1.2.1 En la recerca de preconceptes sobre els canvis d'estat

En començar aquesta recerca, a la segona meitat del 1985 la majoria de recerques en preconceptes en l'àmbit de les Ciències Experimentals es donaven en el camp de la Física, i particularment en temes de Mecànica. Les recerques publicades a les revistes internacionals més importants que tractaven sobre preconceptes referits als canvis d'estat es podien comptar amb

els dits². Hi trobem les de Pella i Voelker (1968), Anderson (1980), Shepard, R. (1982) o la de Jones, B. (1984) del projecte TRIPS, basada en dades recollides en unes quantes entrevistes amb alumnes de primària i que es refereix a propietats dels sòlids i a la fusió, però sobretot descriptivament.

A la recerca d' Osborne, R.J i Cosgrove M.M. (1983) del projecte LISP i que és una referència obligada dins aquest tema, car es refereix específicament a canvis d'estat de l'aigua, hi trobem una breu, però molt correcta, presentació del tema dins la línia de recerques sobre preconceptes. També es basa en dades recollides en setze entrevistes. Els seus resultats són bàsicament descriptius de les respostes obtingudes a les entrevistes fetes amb certa profunditat (30 min.), i la seva coherència o no respecte a les seves primeres respostes sobre el tema. És molt interessant la persistència de preconceptes en els quals insisteixen en les seves conclusions.

Igualment han estat una font d'inspiració a l'hora d'abordar la nostra recerca, les implicacions didàctiques d'identificació dels punts de vista dels alumnes per tal de dissenyar-los un ensenyament d'acord amb aquest punt de partida. Cal destacar com emfasitzen que és molt necessària la comprensió dels fenòmens dels canvis d'estat en el món quotidià i també en el científic, i que no s'ha de deixar passar per alt el divorci entre el món científic i el quotidià, car entorpiríem l'aprenentatge i la comprensió posterior d'altres fenòmens físics (la màquina de vapor), químics (la destil·lació), o de les ciències de la terra (el cicle de l'aigua) o de biologia (la vida dels peixos, als llacs que es congelen superficialment).

Els citats autors també treuen conseqüències útils per al disseny curricular. Especialment les lligades a l'edat i a la motivació, en el sentit que l'intent per produir respostes als 10 i 11 anys és molt elevat, i demostra una gran preocupació i ganes personals d'obtenir respostes, enfront de l'enorme desinterès que tenen als 14 anys, pels mateixos temes, cosa que suposen que deu estar relacionada amb l'ensenyament que aquests alumnes han rebut. ¿ No

² Per aquesta raó vam cercar també (i hem continuat fins a 1990), nombroses referències sobre temes propers (Tiberghien i Delacote, 1976; Novick, S. i Nussbaum, J., 1978 i 1981; Erickson, G., 1979 i 1980; Stavy, R i Berkovitz, 1980; Tiberghien, A., 1980; Shayer i William, 1981; Schöllum et al., 1982; Furió i Hernández, 1983; Hewson, M.G i Hamlyn, D., 1984); les del projecte EKNA, d'Andersson i Renström, 1981 i d'Andersson, 1986; les del projecte CLISP, de Brook et al., 1983 i 1984; Stavridou, H i Solomonidou, C., 1990). Els temes que tracten són calor, energia, temperatura, dilatació, etc., i fins i tot de tipus més general, per tal de conèixer la metodologia que utilitzaven els investigadors en aquest camp.

es això mateix el que trobem en els nostres alumnes de BUP, que sembla que ja hagin perdut totes les il·lusions per apropiarse al món científic ?

D'altres recerques sobre preconceptes s'apropaven als canvis d'estat només indirectament, és el cas de Meheut *et al.* (1985), que estudiant idees dels alumnes d'11 i 12 anys sobre la combustió, troben que tres de cada quatre alumnes creuen que la cera de les espelmes no es crema, sinó que únicament es fon, atès que no es produeix canvi de color.

D'altres recerques proposaven activitats relacionades amb els canvis d'estat, però sense tractar específicament sobre preconceptes (Gilbert, G.L., 1981; McBryde, 1985). Alguns treballs els referenciem únicament com a font d'informació sobre els continguts o la metodologia, i es recolliren amb l'interès d'utilitzar-los com a divulgació o/i per a la nostra actualització (Tabor, D., 1979; Brown G.H, i Crooker, P.P., 1983); Walton, A.J., 1983; Guinier, A. 1984 i 1989; Duran, X., 1986; Strange, R.S., 1990)

Tot un altre apartat es mereixeria l'obra de Piaget, el qual ja abans del 1929 recollí idees espontànies dels infants i respostes a qüestions com l'origen dels núvols i la pluja. A l'obra de Piaget (1978), se'ns presenta una secció sencera sobre l'artificialisme infantil i les etapes ulteriors de la causalitat. En aquesta secció hi ha un capítol sencer sobre la meteorologia i l'origen de les aigües, on es parla de l'origen dels núvols, i de la formació de la pluja; d'explicacions sobre la neu, el gel i el fred; dels rius, els llacs i el mar que tant d'interès tenen per a nosaltres, quant als canvis d'estat en que és involucrada l'aigua.

En aquesta recerca ressalta que per als nens petits no hi ha distinció entre astronomia i meteorologia. Alguns aspectes de meteorologia ens interessen especialment, com ara l'origen dels núvols. Es van recollir dades de nens de París, Niça, Savoia, el Valais, la ciutat de Ginebra, del Vaud i d'Espanya. Es donaren tres tipus essencials de respostes, amb l'única variant de l'edat mitjana en la qual cada tipus era majoritari a diferents zones. Els tipus de resposta es consideraren propis de diferents etapes de maduració. Resumint, en general, però: a la primera etapa (fins als 5-6 anys), el núvol era considerat com un sòlid fabricat pels homes o per Déu. A la segona (fins als 6-9 anys), els núvols s'expliquen pel fum de les teulades, de tal manera que sense cases no hi hauria núvols. I a la tercera (a partir dels 9-10 anys de mitjana), els núvols tenen un origen plenament natural: o bé es tracta d'aire condensat, o de la humitat, el vapor (fins i tot el que surt de les olles), la calor, etc. Les dues primeres etapes tenen un fort component d'artificialisme, encara que més mitigat a la segona. (En alumnes d'institut no trobem, però, respostes de les primeres etapes, però resulta curiós que també parlin d'aire condensat. És un paral·lelisme que no hauríem sospitat pas, en començar la recerca).

A l'apartat de l'origen de la pluja també es repeteixen les tres etapes: artificialista, artificialista-mitigada i d'explicacions naturals. La major sorpresa és la de les respostes en què es parla dels núvols com a predecessors de la pluja, com a avisadors, però sense considerar que portin la pròpia aigua de la pluja. No té paral·lelismes amb els nostres alumnes de batxillerat. S'hauria de treballar en etapes anteriors per tal de corroborar aquesta indicació.

Seguint aquest treball, alguns investigadors han tractat de comparar-hi els seus propis resultats. És el cas de Bar, V (1989), que observa sis nivells de resposta, segons el grau de coneixement del principi de conservació. Al primer nivell no es conserva ni l'aire ni l'aigua. Al segon i al tercer, l'aigua sí i l'aire no; i en aquest darrer es considera que els canvis de fase només passen durant l'ebullició, és a dir, ignoren encara l'evaporació. A partir del quart, es conserven l'aigua i l'aire, però l'aigua es conserva en un contenidor (4^t nivell), l'aigua canvia a vapor (5^a nivell). I finalment, al sisè nivell s'atribueix pes a l'aire, al vapor d'aigua, i a les petites gotetes d'aigua. Després es resumeixen a tres, aquestes categories, i comparen la connexió entre l'ús de la "conservació", la comprensió de conceptes i l'explicació de fenòmens naturals.

A les conclusions, destaquen que els esquemes estructurats són persistents i resistents a les contradiccions manifestes. També hi ha un recull de frases d'aquestes contradiccions com ara que el sol escalfa molt l'aigua [...] quan és molt lluny de la vora.

El més important torna a ser que com en el cas del treball d'Osborne et al. (1983) ja comentat, ens recomanen ensenyar aquests temes, d'acord amb les idees que es descobreixen; però sobretot hi ha l'originalitat que les respostes pertanyen a uns esquemes lògics i coherents, quan es consideren els mateixos alumnes que responen a qüestions relatives a d'altres temes. Si els esquemes no s'identifiquen correctament, la dificultat del professor per provocar el canvi d'esquema vers un de més acceptat en el món de la ciència serà major que en cas negatiu. Així, es destaca com el mateix autor/a realitzà un treball previ on es demostra que els conceptes relatius als "canvis de fase" (sic) depenen de la capacitat d'aplicar el principi de conservació a l'aire i a l'aigua.

També ens deien que l'alumne construeix les seves teories amb les eines que té; p.ex. que només parla d'ebullició si no coneix l'evaporació, però que reconstrueix la seva teoria, si coneix aquest concepte, i la torna a reconstruir, "si atribueix pes" (sic) a l'aire, al vapor d'aigua o a les gotetes d'aigua, i arriba a distingir la condensació de la pluja.

En canvi, des de 1985, l'any de l'inici d'aquesta recerca, el nombre de treballs, sense ser aclaparador ja no ha deixat de créixer, però el que és més important és que hi ha nombrosos equips a tot el món que en aquest moment investiguen sobre preconceptes.

Així apareix la sèrie de treballs de Stavy, R. (1985a, 1985b, 1987 i 1988), sobre els canvis d'estat, el més interessant dels quals (pensant en la nostra recerca) és el de 1988, referent a les concepcions dels gasos, que presenta uns resultats de gran similitud amb les respostes obtingudes a la qüestió 3 del nostre test-G, i que es mostren a la Taula G3, de l'Annex 6E.

També trobem treballs addicionals com el de Jelski, D.A i George, T.F. (1988), i el de Jones, B. (1989), (aquest últim és una continuació del seu propi treball de 1983 sobre els sòlids). Torna a basar-se en entrevistes a nens de Tasmània de 7 a 12 anys. Les principals interferències conceptuals es presenten lligades al llenguatge i a l'experiència de la vida quotidiana.

El de Dibar, M.C. (1989) té una finalitat social i lligada a observar les idees desenvolupades per adults del Brasil no escolaritzats, o que han oblidat l'època escolar. Pretén saber què entenen els adults del món en què viuen, i consideren l'educació en tota l'amplitud del seu fenomen d'interacció social, i sobre el qual es reben tota mena d'influències, com les que provoquen l'analfabetisme. Quant als objectius, és una recerca ben allunyada dels nostres interessos per saber què passa a l'aprenentatge a l'aula. Curiosament, però, utilitzen una sèrie de qüestions que sense ser idèntiques, pertanyen a l'àmbit del nostre test final. Així, la seva primera activitat sobre el vas amb cubets de gel amb aigua, recorda la nostra setena qüestió del test-L. A les seves respostes troben que "el vas sua" que és un concepte que no hem trobat a les nostres qüestions obertes. La seva segona activitat sobre una olla amb aigua bullint ens recorda les nostres qüestions onzena i dotzena del test-L. Les seves troballes d'idees més remarcables es refereixen al pas d'aigua a aire i viceversa. A la seva tercera activitat, sobre la condensació sobre un mirall, que ens recorda la nostra qüestió setzena del test-L, les seves troballes es refereixen a la no distinció de l'aigua en forma d'aire (suposem que volen dir el vapor d'aigua), de l'aire pròpiament dit. Curiosament, a continuació de les activitats anteriors, fan una etapa de discussió, i proporcionen pistes [...] les quals són refusades per la majoria dels entrevistats que continuen mantenint les idees inicials. Tenim aquí un cas més de persistència de preconceptes. Fins i tot, aquells entrevistats que canvien d'opinió, continuen donant explicacions molt poc assentades (cas dels qui diuen que l'aigua de condensació es forma gràcies al contacte del fred amb la calor) i aquí sí que en alguns casos trobem gran similitud amb les respostes dels nostres alumnes.

Un altre gran projecte de recerca en curs és l'SPACE (Science Processes and Concept Exploration), que durant dos anys s'ha centrat a recollir idees d'infants de primària en diferents àrees de coneixement del currículum nacional del Regne Unit, i una d'aquestes ha estat el món de l'evaporació i la condensació (Rusell, T(1989 i 1990). El projecte s'ha preocupat d'obtenir idees d'infants fins i tot amb noves tècniques. Resulta que els infants de 5 anys ja tenen les seves idees degut als seus raonaments i a l'experiència diària, com passa a edats superiors. Amb aquestes idees dels infants, el projecte s'ha centrat a crear descripcions i a identificar models entre les idees dels nens de diferents edats, perquè els mestres prenguin aquestes idees com a base per a la seva activitat docent. L'any 1989, el projecte es va estendre per a tres anys més i es va centrar en el desenvolupament curricular dels mateixos 12 temes que tracten des del començament. En el treball de'n Rusell (1989), realitzaren tres activitats^a, la segona de les quals ens recorda les qüestions Núm.9 del nostre test-G i Núm.13 del pre-test; es tracta dels següents seguiments: a) nivell de l'aigua en un dipòsit transparent de 12 litres; b) roba humida deixada a assecar; i c) dissolucions de sucre i café en teteres. La seqüència d'activitats inclou una primera fase d'exploració de les idees; una segona, d'intervenció, en la qual es dóna ocasió als nens de desenvolupar el seu pensament; i una tercera, de reentrevista per provar si hi han aparegut canvis d'idees.

En definir tres grups d'edats, pogueren resumir en taules i gràfics l'evolució d'idees d'unes categories a unes altres, per cada activitat, des de "no és necessària la conservació", o "l'aigua canvia de lloc sense canvis físics -ja sigui transportada per un animal o l'home o transportada a distància, p.ex. pel sol-", fins a les categories de "canvi físic en la naturalesa de l'aigua, associat a un canvi de lloc -bé incloent conservació i transformació de forma perceptible, o bé de manera imperceptible-"

A part dels aspectes metodològics i dels que es refereixen a la realitat psicològica dels nens, algunes idees dels infants que podem retenir per comparar-les a les nostres recerques són: en el cas del dipòsit de 12 litres, l'aigua es concentra a la part baixa del dipòsit; i en el cas de la roba humida, si s'asseca penjada d'un fil, els nens destaquen la compressió física de la roba, i sobretot el goteig que es produeix al principi, en

^a Dins una recerca guiada per tres principis: 1) l'entrevista amb els nens, amb la que es pretén recollir dades, s'ha de centrar en experiències recents dels infants. 2) els nens han de tenir temps per observar i interactuar amb els objectes o fenòmens que es discutiran a l'entrevista, i 3) s'assumeix un desenvolupament conceptual vers la generalització i l'abstracció.

penjar-la, però passen per alt l'evaporació, que confonen amb la funció absorbent d'un paper o d'una tovallola, és a dir, com si l'aigua hagués passat a ser retinguda pel mateix teixit.

1.2.2 Antecedents en les aportacions d'altres disciplines com ara les teories de l'aprenentatge

És de domini públic l'esforç pressupostari en ensenyament de les ciències que els Estats Units realitzaren, a partir del final dels anys 50, quan consideraren un "fracàs" que els soviètics possessin el primer satèl·lit en òrbita terrestre, el famós Sputnik l'any 1956. D'altres països com el Regne Unit, França; Alemanya, etc. també llançaren ambiciosos programes d'ensenyament de ciències per a tota la població escolar.

Malgrat el somni de Paul Langevin, que el 1926 ja manifestava que les ciències havien de ser el component essencial d'unes noves humanitats, els avenços i els resultats en l'aprenentatge de ciències a tots els països esmentats, no han estat pas gens encoratjadors vist el nivell assolit per tota la població escolar. Potser cal cercar un motiu en l'obsessiva presència del conductisme com a fil conductor de les recerques principals, realitzades sobretot als USA.

Dels anys 50 als 80, l'objectiu primordial que presidí la innovació en l'ensenyament de les ciències fou, sens dubte, el desenvolupament d'aptituds científiques, amb la introducció dels mètodes de la ciència, per tractar de superar un ensenyament tradicionalment centrat en els continguts i caracteritzat per l'absència gairebé total de treballs experimentals.

L'aplicació, però, de propostes sobre el "Mètode Científic" o sobre "l'ensenyament per descobriment", incorren en visions simplistes, allunyades de la forma com realment s'elaboren els coneixements científics, i existeix en el professorat que les duu a terme, una visió marcada per un empirisme extrem, que oblida el paper central de les hipòtesis del treball científic i de tot el pensament creatiu, com també el caràcter social i dirigit de la ciència, en contraposició al "descobriment autònom" propugnat per les noves propostes.

Un intent de solució nasqué amb el que es coneix com a mètode del "descobriment dirigit", però igualment no reeixí quant a metodologia, i sobretot quant a resultats.

Una de les darreres crisis en l'ensenyament de les ciències es dona els anys 70. D'aquesta mateixa època són les tesis de Driver, R., presentada a Urbana, Ill. l'any 1973, i de Viennot, L., presentada a París el 1976, basades en l'estudi d'errors conceptuals i preconceptes. En aquesta època té lloc,

doncs, el començament d'una nova línia de recerca en didàctica de les ciències, que encara continua clarament en vigor l'any 1990.

Les propostes més actuals inclouen l'aprenentatge científic com a canvi conceptual i metodològic, el seu aprenentatge com a "aventura", i el nou paper del professor no aliè a tot el procés --car d'altra manera ja només sentiríem parlar del disc interactiu, dels programes informatitzats, robotitzats, etc. i prou--, i sobretot la interacció dels quatre aspectes centrals de l'educació: l'ensenyament, l'aprenentatge, el currículum i el medi social com es fa des del constructivisme, Gowin (1987).

1.3 Finalitats d'aquesta recerca

Es pretén una millor comprensió de les idees dels alumnes en els àmbits conceptuals lligats als canvis d'estat d'agregació de la matèria, començant des d'un punt de vista descriptiu, i continuant fins a un enfocament interpretatiu.

Per aconseguir-ho s'han dissenyat qüestions obertes i qüestions d'elecció múltiple, des de la primera prova a petita escala.

Amb les primeres, es pretenia inicialment realitzar una catalogació de les principals "famílies" d'idees prèvies que cal considerar en l'ensenyament d'aquests temes. També es preveïa d'obtenir uns possibles esquemes coherents, i tractar d'arribar a determinar unes tipologies cognitives dels alumnes, gràcies a la utilització de les tècniques d'anàlisi de xarxes conceptuals de Bliss et al. (1983).

Amb les qüestions d'elecció múltiple es tindrà un accés més ràpid a dades quantitatives per a la comparació de dificultats entre qüestions per a l'estudi de rendiments globals, etc. i es realitzaran estudis de les possibles associacions entre qüestions. També es podrien realitzar estudis sobre la influència de la metodologia utilitzada, comparant la coherència entre qüestions idèntiques plantejades com a qüestions obertes i com a qüestions d'elecció múltiple.

També ens preocupa l'associació entre la comprensió dels temes, exemplificada pel rendiment, i els factors socio-educatius de l'entorn dels alumnes, és a dir, els aspectes culturals, econòmics, i fins i tot del medi físic on viuen.

Com a finalitats menys importants, gairebé indirectes, cercarem la relació entre la seguretat i l'encert de les qüestions plantejades, i l'associació entre el fet de tenir uns determinats conceptes al voltant d'un tema i el de viure en unes geografies determinades, p.ex. conceptes sobre la formació de la boira, i el fet de viure en una comarca humida o en una de seca i ventosa.

L'obtenció d'implicacions didàctiques ompliria de sentit addicional la realització d'aquesta recerca. Vam pensar d'obtenir-ne de referents a la seqüenciació --en el tractament o presentació dels temes--, a l'ús dels materials, a les dificultats que presenta el fet d'utilitzar unes determinades frases o paraules conflictives per a l'alumne --per la seva polisèmia o per d'altres aspectes socio-lingüístics--.

Al capítol de generació d'hipòtesis es trobarà un complement adequat a aquesta secció de finalitats, atès que algunes de les hipòtesis de treball s'han generat durant el curs de la recerca. Finalment, a les conclusions es presenta el resum de les realitzacions assolides , que permeten realitzar el balanç quant a l'assoliment de fites d'aquest treball.

2 Metodologia per a l'anàlisi de dades:

2.1 Aspectes previs

Algunes qüestions que se'ns presenten exigeixen la nostra resposta i el nostre posicionament, i tot i que en part ja s'han discutit al Capítol Núm.1, serà convenient que ara que parlarem de Metodologia donem ben explícitament les respostes a les següents qüestions:

i) A quina línia de recerca pertany aquesta investigació?

ii) Quin tipus de recerca s'ha realitzat?

iii) Quina mena d'hipòtesis tenim?

i) La resposta al primer punt es troba al Capítol 1, on queda establert que aquesta tesi s'emmarca dins del corrent 'constructivista'. Aquest corrent admet una gamma molt àmplia de recerques, tan les empíricistes i quantitatives com les basades en metodologies més qualitatives i ja gairebé naturalistes.

De la mateixa manera que un antropòleg pot fer una enquesta basada en milers de qüestionaris distribuïts a famílies d'una zona o país seleccionat, o bé pot fer un estudi 'de casos' molt més detallat, a l'estil dels recercadors etnogràfics, també els ensenyants poden tenir grups nombrosos d'alumnes en una classe o bé un tutor pot educar UN SOL alumne. De la mateixa manera que es poden dibuixar mapes 1:500000 o, a la manera d'un 'zoom', es pot estudiar una zona més detalladament, en casos límit en mapes 1:1, (i fins i tot 10:1, 20:1, etc., si es tracta d'ampliar una imatge, com ho fem en el cas d'una observació amb lupa o microscopi).

Tot i l'interès per a l'estudi en profunditat d'algunes respostes personals, tot entrant a un nivell individual de recerca, bàsicament hem utilitzat unes metodologies que ens permetessin arribar a unes conclusions quantificables tan pel que fa als resultats basats en els encerts a qüestions d'elecció múltiple, com als obtinguts en resumir numèricament les anàlisis qualitatives de qüestions obertes i d'algunes entrevistes. Hem intentat portar a terme la nostra recerca utilitzant algunes tècniques d'anàlisi qualitatives (tot reconeixent la riquesa d'informació que ens proporcionen), però intentant cenyir-nos a esquemes i planificacions semblants a les que portariem a terme al laboratori químic.

ii) La resposta al segon punt la tenim en certa manera al Capítol de conclusions. Hem tractat d'harmonitzar la narració dels aspectes confirmats quantitativament i de quantificar els aspectes qualitius. Ho hem fet així gràcies a la relativa llibertat metodològica que admet la nostra línia de treball,

CAPÍTOL Núm. 2
METODOLOGIA

incorporant algunes tècniques de recerca naturalista i tècniques quantitatives tant de l'estadística descriptiva com de la confirmatòria.

Algunes tècniques utilitzades en el tractament de la nostra informació constitueixen una aportació metodològica, atesa la manera específica com s'han aplicat. És el cas de la tècnica LOGIT aplicada a la nostra recerca sobre preconceptes, o les maneres 'inventades' de classificar respostes a qüestions obertes dels nostres qüestionaris, on la validesa de cada forma de classificar escollida vindrà donada per la consistència interna entre les nostres diferents categories (donant per descomptat que es podien haver triat d'altres maneres de classificar aquelles respostes). Al darrera de la manera de definir-les hi ha les nostres pròpies hipòtesis (explícites o implícites), que fóra interessant que algú ens ajudés a identificar. Serien les sub-hipòtesis o hipòtesis secundàries de les anteriors.

iii) Les respostes al tercer punt les tenim al Capítol 4. Però hi podem afegir algunes reflexions:

Existeixen diferents classes d'hipòtesis: explícites, implícites, i de les que en direm generades.

-La major part de les hipòtesis formals, degudament explicitades, les hem derivat de creences prèvies sobre els problemes que analitzem.

-D'altres s'han elaborat durant la pròpia recerca. Són el que en diem hipòtesis generades a partir de les anàlisis prèviament portades a terme en el pre-test, atès que la generació d'hipòtesis (o més exactament la formulació de noves preguntes) es dona usualment, com en tot treball en què es disposi de nombroses dades experimentals, de petites peces d'informació.

Algunes de les propostes generades, de fet, no seran res més que material amb el qual suggerir l'inici de futures recerques. Només ben rarament es convertiran en objectius addicionals de la present tesi. De qualsevol manera alguns dels resultats addicionals (col.laterals) pertanyen a aquesta mena d'hipòtesis.

-Quant a les hipòtesis implícites, en el camp de l'educació és fàcil d'anar-ne creant al llarg del temps. Algunes són mers prejudicis, i totes elles acaben considerant-se 'evidents' sense que mai no s'hagin demostrat. Creiem que algunes d'aquestes hipòtesis poden ser certes, però que requereixen validar-se i ser comprovades o refutades. Per aquesta raó alguns dels nostres punts de sortida intenten d'explicitar algunes hipòtesis amagades.

Finalment, pel que fa als aspectes previs, cal remarcar que en una recerca com aquesta, si no es dedica la preparació suficient al disseny de les qüestions, és possible que la consistència de

què parlàvem desaparegui i que les hipòtesis explícites no es puguin comprovar, i que només es vagin acumulant hipòtesis de les generades durant la recerca, i de les implícites però sense una possibilitat de refutació o comprovació clara.

2.2 Objeccions metodològiques a la recerca

Una objecció metodològica crucial és la següent:

Per què ens refiem de la nostra metodologia?

I si els alumnes ens contesten sense atenció i amb desinterès?

Aquesta objecció se'ns ha formulat explícitament en seminaris, presentacions a congressos, etc. i també es troba a la bibliografia sobre preconceptes (PREECE, 1986).

Dit en altres termes:

És possible que els alumnes responguin, en les nostres proves, únicament en sentir-se pressionats per les preguntes? Podria succeir que la resposta no fos mai vàlida o almenys que per a l'investigador resultés molt difícil de saber quan ho és o no.

La resposta a aquesta qüestió de la validesa passaria per preguntar-nos: trobem algun conflicte en les respostes als diferents tipus de qüestions?, es complementen les seves informacions?

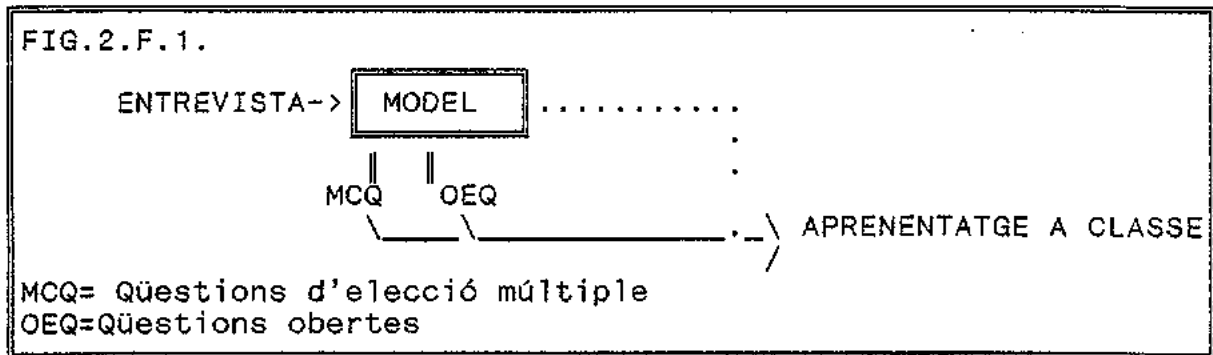
Una possible solució la trobaríem realitzant més entrevistes. N'hem fet algunes en el pre-test i com que la línia de les qüestions formulades és la mateixa que les del text escrit, les respostes obtingudes ens permeten admetre que la nostra creença en la sinceritat de les idees dels alumnes és correcta, que el mecanisme que utilitzem per explicitar-les és adequat.

D'altra banda, la repetició d'arguments a diferents cultures i la persistència de preconceptes que s'han demostrat al llarg dels gairebé 20 anys d'història de la recerca sobre preconceptes, ens inclinen a refusar l'objecció que comentàvem.

Els psicòlegs conductistes dirien que qualsevol resposta és funció d'un estímul previ. Ara bé, és segur que ells pensen exactament això? Realment no hi ha cap seguretat. Per contra, si nosaltres mateixos fóssim psicòlegs conductistes aquest problema no existiria. Ens limitariem a esbrinar com obtenir respostes útils a aquests estímuls.

Nosaltres estem cercant explicacions, models, perfils, etc., que s'ajustin a les idees dels alumnes, als seus esquemes de pensament relatius al seu aprenentatge a la classe (justament per a potenciar aquest aprenentatge), i totes les eines de què disposem són entrevistes, tests amb qüestions d'elecció

múltiple i qüestionaris amb preguntes obertes. L'aspecte central que cerquem, relatiu a l'aprenentatge a la classe, l'imaginem vinculat directament al model que pretenem definir. Per contra, entre les nostres eines i l'aprenentatge a la classe no hi ha cap lligam evident ni directe. Utilitzant la imatge de la Figura 2.F.1, les línies entre les nostres eines i l'aprenentatge a la classe en realitat no existeixen.



Estem, per tant, limitats a acceptar la validesa del model només a través de la comprovació de la coherència entre les respostes a les preguntes del tipus de test d'elecció múltiple, a les qüestions obertes, i entre les entrevistes que puguem realitzar amb els requisits del model proposat. És l'únic camí de cercar la validesa de qualsevol model que hàgim proposat. No és gaire, però per ara és tot el que podem aconseguir. Ens satisfarà molt poder assolir-ho.

2.3 Eines utilitzades en aquesta recerca.

2.3.1 Recollida de dades

Les eines de recollida de dades utilitzades en aquesta recerca són els tests amb qüestions d'elecció múltiple, els qüestionaris oberts, les entrevistes, i indirectament les enquestes (per a les dades personals demanades als fulls de dades).

Amb eines velles i conegudes, en ocasions hem hagut de desenvolupar la nostra pròpia metodologia per al tractament de dades. Especialment a l'hora d'escollir i d'aplicar tècniques molt diverses (des de taules de contingència a les anàlisis de xarxes i les tècniques LOGIT).

Peri que fa a la recollida:

-Les qüestions d'elecció múltiple s'han utilitzat molt àmpliament ja des del pre-test. Han estat una eina poderosa amb la qual després hem pogut obtenir importants resultats quantitatius,

p.ex., gràcies a les taules de contingència. En qualsevol cas, no es podria haver realitzat aquesta recerca si només haguéssim utilitzat aquesta tècnica de recollida de dades.

Com a exemple de qüestió d'elecció múltiple tenim la qüestió Núm.7 del test -L:

Una llauna, sense obrir, d'un refresc es treu de la nevera. La paret exterior del pot de la llauna s'eixuga perfectament amb una tovallola, i al cap d'uns minuts la paret exterior del pot està humida.

D'on creus que prové l'aigua?

- A) D'aigua que ja estava a l'aire i que s'enganxa a la paret del pot.
- B) De gel que es fon a través del pot.
- C) De fred que es converteix en aigua.
- D) De la tovallola que no ha assecat bé el pot.
- E) No ho sé pas.

La majoria de les maneres de validar qualsevol proposta de model d'aprenentatge està lligada a l'ús d'una senzilla tècnica de recollida de dades: els qüestionaris amb preguntes obertes que ens aporten aspectes amagats de les idees dels alumnes. Gairebé es podria dissenyar una recerca completa sobre preconceptes, utilitzant aquesta eina de recollida. La riquesa que ens proporciona assoleix alguns dels principals objectius que es marquen en començar qualsevol treball de recerca d'idees alternatives o d'esquemes conceptuals alternatius dels alumnes. En qualsevol cas necessitarem d'altres tècniques per a harmonitzar el procés de quantificació dels aspectes qualitatius amb el de descriure qualitativament els quantitius.

Com a exemple de qüestió oberta tenim, la qüestió Núm.14 del test -L:

Describeix la sensació que tens quan et poses colònia o alcohol a les teves mans. Després, explica el que creus que passa.

-Les qüestions mixtes donen una informació més rica de la que donen les qüestions d'elecció múltiple soles, i es poden redactar fàcilment afegint la petició d'unes explicacions curtes dels motius pels quals s'ha seleccionat una o altra resposta de la pregunta del test que s'estigui treballant. D'aquesta manera les preguntes d'elecció múltiple es converteixen addicionalment en qüestions obertes.

Com a exemple de qüestió mixta (d'elecció múltiple i a la vegada oberta) tenim la qüestió Núm.9 del test -G:

Si volem que una pilota de ping-pong una mica aixafada recuperi la seva forma esfèrica, quina solució triaríem?

- A) Refredar-la ràpidament, p.ex a -70°C.
- B) Introduir-la en aigua bullent a 100°C.

C) Punxar-la amb una xeringa i injectar-hi aire.

D) Deixar-la en remull unes 6 hores.

E) No ho sé.

Al full de respostes indica detalladament els motius pels quals has triat la teva resposta.

2.3.2 Tractament de dades

Tant si volem analitzar els motius explicats per a la tria d'un determinat distractor en una qüestió de tipus 'test', com per analitzar les respostes donades a les qüestions obertes, el primer pas ha consistit en l'aplicació de les tècniques d'anàlisi de Bliss et al. (1983) per intentar d'obtenir una xarxa conceptual a través de la tècnica anomenada anàlisi de xarxes. Aquest primer estadi l'hem treballat al pre-test de 1985 i al test final.

De tota manera l'ambició de qualsevol anàlisi qualitativa que utilitzem, inclourà l'intent de captació de la complexitat i el detall del pensament de l'alumne. És una ambició difícil de satisfer.

L'anàlisi de xarxes de la qual parlàvem es troba a mig camí de les dues principals estratègies d'anàlisi de dades qualitatives:

1. Resumir els resultats en un simple esquema.
2. Conservar les dades originals íntegres, només modificades pels necessaris "entre cometes" i/o la utilització d'alguns codis.

Efectivament, l'anàlisi de xarxes utilitza una notació que fixa els noms de les categories de tal manera que les interdependències es mostren explícitament. Aquesta notació crea una estructura del tipus d'una xarxa on les categories descriptives estan situades en un teixit que mostra les categories a les quals pertanyen les respostes, lligada a d'altres categories en uns casos, o com a totalment independents en d'altres. Però les anàlisis de xarxes no donen uns esquemes ràpids d'anàlisis.

Hem utilitzat aquesta tècnica en les anàlisis de dues preguntes aïllades del pre-test, però hem pensat que fóra més útil per a l'anàlisi i la comparació d'un nombre elevat de respostes del test final, descriure cada resposta dels estudiants per categories exclusives

(simbolitzades a les anàlisis de xarxes per E i no per $\{E$,
ni per d'altres
combinacions que portin a categories multidimensionals, refusades
no per manca d'interès sinó pel temps que fóra necessari per

analitzarles). , escollides en nombre reduït després de resumir a uns epígrafs comuns l'ample varietat dels encapçalaments dels possibles fragments de xarxa ,(així s'obtingué un nombre reduït de conjunts de respostes). Aquestes respostes es compararen amb les respostes donades a les qüestions d'elecció múltiple, mitjançant taules de contingència. Aquests objectius són clarament lluny dels que s'assoleixen a les genuïnes anàlisis de xarxes.

A més a partir d'aquestes informacions podrem considerar cada alumne com a pertanyent a una tipologia determinada d'entre unes quatre generals de predefinides. També comprovarem si aquests perfils o tipologies es repeteixen quan considerem diferents grups de qüestions.

Conclourem aquesta secció de consideracions prèvies remarcant l'obvietat que amb les entrevistes s'obté la millor font d'informació directa sobre les idees dels alumnes. (Millor que amb qüestions de tipus 'test' o amb qüestionaris oberts). El que passa, és que malgrat la seva utilitat (que ja es va demostrar al pre-test), té la limitació de ser una tècnica consumidora de molt de temps. No és apta per ser utilitzada amb centenars d'alumnes, perquè requereix :

a)centenars d'hores entrevistant-los i

b)milers d'hores més analitzant les entrevistes realitzades, cosa completament inviable en una recerca com aquesta que durant cinc anys ens deu haver consumit un total d'unes 5000 hores.

Com a contrapartida hem hagut d'afrontar pèrdues d'informació, cada vegada que hem acabat resumint a taules i a gràfics la riquesa de la informació qualitativa obtinguda directament a les respostes obertes dels qüestionaris, o a les entrevistes del pre-test.

A la Fig.2.F.2. es mostra un resum de les eines utilitzades en aquesta recerca tant pel que fa a la recollida com al tractament de dades.

2.4 Altres aspectes generals.

El fet d'emmarcar aquesta recerca en el constructivisme en comptes de fer-ho en corrents naturalistes, ens permet d'utilitzar tècniques "dures" de recollida i anàlisi de dades, talment com si gairebé es tractés d'una recerca empírica al laboratori químic o a la planta pilot. És a dir, ens basarem fonamentalment en dades que recollirem en qüestionaris que distribuïrem a centenars d'estudiants. Els resultats dels quals els analitzarem utilitzant tant l'estadística descriptiva (exploratória), com (i especialment) la confirmativa.

Al mateix temps utilitzarem algunes anàlisis típiques de les investigacions socials, com seran l'anàlisi qualitativa de xarxes conceptuais o network anàlisi, per a les qüestions obertes dels nostres qüestionaris; o els models logarítmic-linials en el cas de la tècnica LOGIT. Ocasionalment també realitzarem algunes entrevistes, com fan els etnogràfic-naturalistes, per aclarir alguns aspectes que poguessin quedar confusos en els qüestionaris.

Fig.2.F.2. QUADRE RESUM DE LES EINES UTILITZADES EN AQUESTA RECERCA I D'ALTRES ASPECTES GENERALS

EN LA RECOLLIDA DE DADES:

QÜESTIONS D'ELECCIÓ MÚLTIPLE

QÜESTIONS OBERTES

ENTREVISTES
i ENQUESTES

(NOMÉS PER A LES DADES PERSONALS)

EN EL TRACTAMENT:

-FREQUÈNCIA D'ENCERTS(RDT.)
-TAULES DE CONTINGÈNCIA
ENTRE CONFIANÇA I ENCERT
-TAULES DE CONTINGÈNCIA
ENTRE RDT. i FACTORS DE
DISSENY, i VARIABLES SOCIALS
-TÈCNiques 'LOGIT'

-ANÀLISIS DE XARXES
-CLASSIFICACIÓ DE RESPOSTES
EN CATEGORIES
-TÈCNiques 'LOGIT'

-ANÀLISIS DE XARXES

-TAULES DE CONTINGÈNCIA
-TÈCNiques 'LOGIT'

Un cop acabada la recerca, el que s'ha evidenciat és l'enorme utilitat d'haver utilitzat tant les tècniques més "quantitatives" per a les respostes a les qüestions d'elecció múltiple, com les més qualitatives de les "anàlisis de xarxes" per a les respostes a les qüestions obertes dels qüestionaris, i a les entrevistes (encara que aquesta tècnica només la vam utilitzar al pre-test). Amb les dades massives quantitatives hem pogut esbrinar tendències d'un grup d'estudiants força nombrós (de l'ordre dels 500 alumnes al test final) i les seves relacions amb dades de tipus social, econòmic o cultural dels alumnes. I amb l'anàlisi qualitativa de xarxes utilitzada tal com es va fer en el pre-test, o la seva derivació cap a la categorització jeràrquica de respostes realitzada al test final hem pogut arribar a aspectes més amagats que ben segur que passen desapercebuts amb la simple distribució i recompte de tests.

2.5 Anàlisi quantitativa (qüestions d'elecció múltiple)

A les qüestions d'elecció múltiple s'estudiarà :

--Primerament l'encert en cada pregunta.

--A continuació s'estudiarà:

- l'ús de cada distractor, qüestió per qüestió
- l'associació entre confiança i encert
- la facilitat i la popularitat de cadascun dels distractors
- com fraccionar la mostra i la proporció d'èxits entre diverses fraccions
- les associacions entre resultats de diverses qüestions

2.6 Anàlisi qualitativa (de "networks" per a les qüestions obertes) i anàlisi mixta.

Les preguntes obertes són molt riques en la informació que subministren. A més, les seves respostes mostren possibles camins per trobar-ne molta més; per exemple, tot entrevistant alguns alumnes sobre unes idees determinades ,especialment aquelles més allunyades dels criteris científics.

Al començament es disposava només dels escrits dels alumnes en els qüestionaris. Posteriorment també s'ha pogut anar disposant de la informació obtinguda en algunes entrevistes personals que s'han realitzat a alguns alumnes.

Aquesta riquesa de dades es resumí en llistes de frases i posteriorment en classes de llistes, i s'arribà a poder assignar uns codis segons els conceptes més rellevants trobats en cada cas. Aquesta és la tècnica d'anàlisi qualitativa de dades anomenada de l'anàlisi de xarxes (network analysis) que fou descrita per Bliss et al. (1981).

Aquesta traducció de la informació qualitativa a valors quantitius :

--permet que es pugui estudiar l'associació entre encerts a les preguntes tancades (d'elecció múltiple) i la utilització de conceptes, dels més elementals fins als més elaborats i abstractes,

--com també classificar els tipus de respostes en models, en funció de la qualitat de la resposta (donada per aquestes anàlisis de xarxa) i de la quantitat d'encerts (donada per l'anàlisi quantitativa de les preguntes tancades).

2.7 Anàlisi quantitativa utilitzant la tècnica LOGIT per a tota mena de qüestions

Un cop fet el disseny del nostre treball, quedava clar que els nostres resultats serien susceptibles d'analitzar-se amb les proves de significació (Paràmetre Pearson de Xi-quadrat)

aplicades a les taules de contingència resultants de les anàlisis creuades de dades, i que només en una primera aproximació podríem utilitzar les tècniques ANOVA (Anàlisi de la varianza) atès que les nostres variables (rendiment, etc.) no són, en rigor, variables contínues, sinó discretes que depenen de factors categòrics. De fet, les anàlisis de varianza s'utilitzen per a estudiar la relació entre diversos caràcters qualitius i un de quantitatiu, amb la condició que a aquest caràcter quantitatiu se li pugui associar una variable contínua, que no és precisament el que tenim com a resultats del rendiment obtingut a les qüestions d'elecció múltiple, que són categòriques i dicotòmiques atès que només admeten els valors correcte ('1') i incorrecte o fals ('0').

Es poden realitzar diferents tipus d'anàlisis de la varianza (ANOVA-s) segons el problema a analitzar:

- ANOVA per a proves de comparació de dues mitjanes observades en mostres amb dades aparellades.
- ANOVA per a plans factorials de dos factors sense repeticions.
- ANOVA per a plans factorials de dos factors amb repeticions, etc.

Les condicions d'aplicació varien d'uns casos a uns altres, així si els efectes dels factors són additius, (quan es diu que no hi ha interacció entre ells), el tractament és relativament senzill, tal com ho presenta Domènech (1977). Aquesta situació més senzilla es dona en el cas de 2 factors, A i B, quan l'efecte del factor A és el mateix per a qualsevol nivell del factor B i viceversa. En canvi, en el cas que el resultat de combinar els 2 factors no sigui la suma dels efectes específics de cada factor, diem que hi ha interacció entre els factors. Aquest fet de la interacció es complica a mesura que augmenta el nombre de factors.

S'han de tenir en compte dos aspectes crucials: l'un, que el terme d'error a qualsevol model d'ANOVA, és una variable normal de mitjana zero i de varianza constant en qualsevol de les mesures realitzables per qualsevol de les combinacions possibles entre els factors; i l'altre, que el caràcter quantitatiu que s'ha d'analitzar s'ha de distribuir segons la llei normal, cosa que implica que es tracti d'una variable contínua, tal com ja hem indicat més amunt.

L'ANOVA és, però, una prova molt "robusta", i a la pràctica, fins i tot els manuals (DOMENECH, 1977) expliquen que es poden acceptar les seves conclusions, malgrat que les condicions d'aplicació estiguin una mica allunyades de les limitacions teòriques indicades. A la nostra recerca, ho hem pogut comprovar en obtenir resultats pràcticament equivalents pel que fa, p.ex., a la significació estadística dels factors que s'ha estudiat si

presenten associació amb el rendiment , tant en utilitzar les anàlisis basades en el paràmetre χ^2 a les anomenades taules de contingència, com les ANOVA.

En qualsevol cas, i per a ser conseqüents amb les limitacions de tractament que imposaven les nostres dades hem cercat tècniques alternatives.

Per aquesta raó es va estudiar quines tècniques que ens fossin útils es podrien aplicar. Les possibilitats addicionals més interessants resultaren "les anàlisis de correspondències" (Cornejo, J.M, 1988) i 'els models LOGIT' (Knoke i Burke, 1988; Aldrich i Nelson, 1985). Totes dues obren nous ventalls d'oportunitats de treball amb les dades de la nostra recerca.

Deixant de moment les anàlisis de correspondències per a estadis posteriors a aquesta recerca , s'ha treballat amb la tècnica LOGIT tant amb les dades del pre-test com amb les de les dues parts en que es dividí el test final i que anomenem test-L i test-G. Aquesta tècnica es comenta breument a continuació.

Qualsevol grup de dades considerables com a "resposta" als efectes d'un conjunt de factors o variables independents pot ser susceptible que s'hi apliqui un model LOGIT, que era denominat per L.A. Goodman "un enfocament modificat de la regressió" (Sánchez-Carrión , 1984).

La regressió (usualment en parlar de regressió, hom sol referir-se a la regressió lineal), dona efectivament molta potència explicativa i es considera una tècnica robusta (hi ha la creença que és un procediment raonable fins i tot si algunes assumpcions no es donen a les dades). Però la robustesa no salva d'errors, com ara utilitzar variables qualitatives en lloc de contínues (i a les hores els test d'hipòtesi o parlar de límits de confiança no tenen sentit) o com ara d'efectuar extrapolacions fora dels límits adequats. Afortunadament, però, també existeixen procediments de regressió no lineal multivariada per a variables qualitatives.

Efectivament Aldrich i Nelson, (1986) desenvolupen alternatives no lineals al model de probabilitat lineal, atès que les anàlisis de regressió ordinària no són les més indicades, segons aquests autors, per analitzar variables aleatòries dependents, com ara el rendiment d'una prova (com sovint volem fer a la nostra recerca) que s'assumeix binària i que agafarà només dos valors, com ara 1 i 2. Són més indicats els mètodes PROBIT (per a variables dicotòmiques) o els LOGIT (per a les polinòmiques (i per descomptat, per inclusió, també les dicotòmiques).

Taula 2.1 Exemple teòric d'aplicació del mètode LOGIT				DE LA VARIABLE DEPENDENT	FREQUÈNCIA amb què es dona la Resposta
N	I	V	E L L S		
DE LES V A R I A B L E S I N D E P E N D E N T S				Variable-3 ó Resposta(R)	
Variable-1(X)		Variable-2(Y)			
1		1		1	F ₁₁₁
1		1		2	F ₁₁₂
1		2		1	F ₁₂₁
1		2		2	F ₁₂₂
2		1		1	F ₂₁₁
2		1		2	F ₂₁₂
2		2		1	F ₂₂₁
2		2		2	F ₂₂₂

En el cas de treballar amb un conjunt de DOS factors categòrics que puguin assolir 2 nivells cadascun (diguem-ne 1 i 2), i una variable resposta que també es pugui dividir en 2 nivells, ens justificarà una matriu de disseny com ara la de la Taula 2.1., on 1 i 2 són els nivells de cada variable i els valors F_{ijk} són els de les freqüències de les respostes.

En el model LOGIT sempre podem expressar el logaritme dels valors de les freqüències de la resposta com a resultat d'una equació en la què intervinguin els efectes de cadascuna de les variables, els de les seves interaccions també anomenades associacions, i els deguts a la mitjana de casos en cada casella (μ) .P.ex.:

$$\log (F_{111}) = \mu + L_1^X + L_1^Y + L_1^R + L_{11}^{XY} + L_{11}^{XR} + L_{11}^{YR} + L_{111}^{XYR}$$

$$\log (F_{112}) = \mu + L_1^X + L_1^Y + L_2^R + L_{11}^{XY} + L_{12}^{XR} + L_{12}^{YR} + L_{112}^{XYR}$$

$$\log (F_{212}) = \mu + L_2^X + L_1^Y + L_2^R + L_{21}^{XY} + L_{22}^{XR} + L_{12}^{YR} + L_{212}^{XYR}$$

Però aquesta solució (de la qual en diem model saturat) no interessa gaire, atès que no queda prou especificat quin o quins són els factors importants per predir els nivells de resposta.

Ens recorda el cas de qualsevol representació gràfica y=f(x) en les què sempre s'acaba trobant una equació polinòmica que l'ajusti gairebé a la perfecció, però que si és de cinquè, sisè o setè grau moltes vegades està mancada de significat físic per al problema que volfem afrontar.

Ens interessaran molt més els models en què hi hagi independència mútua entre les variables .

Així en el nostre exemple tindriem:

$$\log_e (F_{111}) = \mu + L_1^X + L_1^Y + L_1^R ,$$

$$\log_e (F_{112}) = \mu + L_1^X + L_1^Y + L_2^R , 0$$

$$\log_e (F_{212}) = \mu + L_2^X + L_1^Y + L_2^R , \text{etc.}$$

o com a mal menor que no hi hagués totes les interaccions possibles sinó el menor nombre possible.

Així en el nostre exemple tindriem:

$$\log_e (F_{111}) = \mu + L_1^X + L_1^Y + L_1^R + L_{11}^{XY} ,$$

$$\log_e (F_{112}) = \mu + L_1^X + L_1^Y + L_2^R + L_{11}^{XY} , 0$$

$$\log_e (F_{112}) = \mu + L_1^X + L_1^Y + L_2^R + L_{12}^{XR} , 0$$

$$\log_e (F_{212}) = \mu + L_2^X + L_1^Y + L_2^R + L_{21}^{XY} , \text{etc.}$$

D'altra manera tindriem un model que ens prediria perfectament els valors de les freqüències experimentals, però amb l'inconvenient de disposar d'unes equacions força emmaranyades i de les quals resulta extremadament difícil trobar-hi el significat pràctic.

És la diferència que hi hauria entre dir que la comprensió d'un exemple sobre l'evaporació depèn del context en què es presenta l'exemple, del nivell cultural dels alumnes, del sexe i del nombre de llengües que es domini (factors tots ells avaluable); o bé dir que depèn d'aquests mateixos factors i de la interacció del context amb el nivell cultural, més la del context amb el sexe, més la del nivell cultural amb el sexe, etc. (que ja s'ha convertit en un problema, els factors del qual són gairebé impossibles d'avaluar, ... això sí, amb un perfecte model saturat que el descriu... d'una manera perfectament inútil).

Els models més interessants seran els que s'allunyin del model saturat vers el model d'independència mútua, donant-ne almenys algú d'independència múltiple, i donant un nombre limitat de factors rellevants, de major "pes".

S'ha de subratllar que tant al saturat com als models intermedis l'existència d'interaccions d'un grau determinat implica la presència de totes les combinacions implicables de grau inferior en els models anomenats jeràrquics. És a dir, que si n'hi ha de triples, en rigor, s'hi han de posar totes les dobles i senzilles implicades. Això, en algú dels nostres LOGIT, no s'ha portat a terme. La pèrdua de precisió teòrica que implica, es compensa per l'estalvi de càlculs llargs que haurien estat motivats per interaccions que, algunes vegades, són negligibles i que per la curta experiència que tenim en els LOGIT, veiem que es poden estalviar. Una estimació del pes d'aquestes interaccions es pot obtenir a les taules de probabilitat que generen alguns informes estadístics de paquets potents, com ara el SPSS^x. L'opció 'backward' dins la tècnica logaritmico-lineal jeràrquica (HIERARCHICAL LOGLINEAR o abreujadament HILOG) selecciona automàticament els factors més adients per treballar després amb la tècnica LOGIT.

Així és com s'ha fet amb les nostres dades i els resultats dels HILOG són els que generalment usem després als LOGIT.

CAPÍTOL Núm. 3

EL PRIMER INSTRUMENT
EXPERIMENTAL

3.1 Qüestionari Núm.1 o pre-test.

3.1.1 La mostra

Per al pre-test s'ha disposat d'una mostra de 103 alumnes de 14-16anys de segon de BUP¹ (49 nois i 54 noies), 33 dels quals anaven a l'IB "Bernat Metge" (18 eran nois i 15 noies) i 70 a l'IB "Carles Riba" (31 nois i 39 noies). Tots dos són institus públics de batxillerat de Barcelona. El seu professorat prové d'un mateix sistema de contractació i selecció i té més o menys la mateixa formació bàsica. Els alumnes també tenen entorns similars, atès que tots dos centres són a districtes amb predomini de classe mitjana baixa. Van passar l'examen de graduat escolar als 13-14 anys, però no se'ls seleccionà per habilitats específiques. Representen un grup estàndard d'alumnes urbans de batxillerat dels barris de Barcelona.

Prèviament es van repartir unes proves a petita escala a tres grupets de 12, 12 i 9 alumnes de l'IB "Carles Riba" tal com s'explica a la Secció 3.1.2.a.

3.1.2 Disseny i preparació del primer qüestionari

3.1.2.1 Introducció

Per tal d'obtenir dades que ens ajudessin a descobrir influències de tipus operacional, les típiques de les descripcions superficials de fenòmens i d'altres aspectes conceptuals i llurs relacions, es va creure oportuna la distribució d'un qüestionari com a primera font de recollida de dades. Així, una primera llista de qüestions ja es va preparar durant l'estada al Chelsea College a l'estiu de 1985.

b. Preparació de tres proves a petita escala, prèvies al pre-test

Immediatament després de començar el curs 1985/86 es va comentar un model de qüestionari amb un reduït grup d'alumnes, (tots voluntaris) de segon de BUP de l'IB "Carles Riba" de Barcelona, durant una sessió d'una hora de durada, tots ells voluntaris, per a detectar dificultats de context i de vocabulari que moltes vegades passen per alt al professor. Com a conseqüència d'aquesta sessió, algunes preguntes es van canviar i se'n van eliminar d'altres.

¹A segon de BUP es troba per primera vegada l'assignatura de Física i Química al batxillerat i l'edat dels alumnes sol ser al voltant dels 15 anys

Amb la llista final revisada, es van preparar tres proves a petita escala. Es van repartir a tres grupets de 12, 12 i 9 alumnes de l'IB "Carles Riba". Tots tres qüestionaris tenien algunes preguntes comunes, d'altres eren de similar dificultat (des del punt de vista del professor), però en contextos diferents malgrat pertànyer als mateixos temes bàsics.

Aquestes tres proves pilot (A, B i C) contenien la següent proporció de preguntes:

Obertes o OEQ: 6, 4 i 2
D'elecció múltiple o MCQ: 9, 10 i 11
La resta fins a 16 (respectivament 1, 2 i 3) eren qüestions on es tractava de veure la capacitat de l'alumne de fer estimacions. Aquestes darreres qüestions finalment no s'han tingut en compte.

Amb prioritat a la construcció d'una versió final del que n'anomenarem el pre-test, encara es van realitzar unes primeres entrevistes amb alumnes, que van donar informacions força singulars i van ampliar les dades de les proves pilot, i es van obtenir així un bon conjunt d'explicacions interessants, i útils pel disseny del pre-test.

c. Agrupació de les respostes de les proves pilot

Les llistes amb els principals aspectes que es van tractar a les proves pilot (les fetes a petita escala), es mostren (per a les qüestions acceptades directament o bé després de petites modificacions, i que constitueixen el pre-test que es mostra a l'annex 2) a la Taula 3.1.1, i a la Taula 3.1.2 (per a les refusades, els enunciats de les quals finalment no s'han inclòs en aquesta memòria); també hi consta el nombre assignat a cada pregunta a les proves a petita escala, precedit per la lletra (A, B, o C) que indica a quina prova es van distribuir, i el percentatge d'alumnes que les encertaren.

Aquesta informació va ser utilíssima en dissenyar el pre-test que es distribuï a major escala.

La valoració de l'encert en cada qüestió va ser molt útil per poder escollir aquelles preguntes que es volia tornar a repetir en un qüestionari a més gran escala.

Efectivament, la decisió final d'acceptar algunes qüestions s'ha basat en els encerts obtinguts i en el consens assolit en discussions amb col·legues sobre el seu valor per a obtenir informació interessant en posteriors qüestionaris.

TAULA 3.1.1 QÜESTIONS ACCEPTADES I ENCERTS AGRUPATS PER TEMES

Compressibilitat	C9/75
Pressió de vapor	A11/66*;B9/40;C10/41
Conservació de la massa i influència de la temperatura en el comportament dels gasos:	A2/44;A1/0;B2/25;C1/66;B1/16;C7/25;A19/15
Eq. L=V;Infl de Temp.	B4/66;A10/22;A4/57;C5/44
Eq. L=V;(Boires)	C4/88;B5/33;A5/11
Eq. L=V;Assecat(roba)	C3/50
Eq. L=V;Altres exemples	B3/66
Eq. L=V;Punt de rosada	A3/11*
Eq. L=V;preguntes sobre olles ,com a les APU	A8/0
Eq.V=L=S.Infl de Temp.	A7/33;B7/25
Props.dels sòlids.Infl. de la Tempe.	C11/71;A12=71
Crioscòpia,etc	B11/58;C12/16
Estimacions(Explorant el grau d'observació i d'atenció quotidianes	<u>A13/16;B12/16;C14/16</u>
(*=Qüestions obertes)	

TAULA 3.1.2 QÜESTIONS REFUSADES :

<u>T E M E S</u>	<u>QÜESTIONS</u>	<u>/ENCERTS</u> <u>COMENTARIS</u>
Mesophases (LQD)	A6;C6;B15	/Mínims valors d'encert=MSV
Eq L=v.Infl de P.	A14;B14	/MSV
Miscibilitat	C8/MSV	
Estats matèria,incl. (plasma q ests.)	B6;C13/ MSV	(B13;B16;C16; C14[Flams]
Naturalesa Gasos	A15/33;B10/0	
<u>Diagrames eq.S=L=V</u>	<u>A16/0;C15/44</u>	

d. Avaluació de les proves a petita escala

Els 3 qüestionaris els van contestar nois i noies de les tres classes següents,de l'IB "Carles Riba"

- Grup A: 2 nois + 7 noies
- Grup B: 5 nois + 7 noies
- Grup C: 5 nois + 7 noies

També es demanava als alumnes quin grau de certesa (en percentatge) tenien en les respostes que havien triat. La majoria triava valors extremadament baixos. Les seves respostes es passaven a una graella amb 5 graus diferents de certesa entre 0 i 100, de 20 en 20%. D'aquesta manera es va comprovar la reluctància dels alumnes a expressar la seva certesa en xifres. Això portà a unes conclusions provisionals distorsionades, de baixa certesa en les respostes, de la qual a la resta de la recerca no se n'ha tingut més confirmació, després d'haver canviat la manera de preguntar les seguretats d'aquest tipus.

A la qüestió C7, 7^a de la prova C, (que amb un redactat lleugerament modificat es va incloure al pre-test), s'hi dibuixava un erlenmayer tapat i l'enunciat deia: Es deixa una petita quantitat d'acetona en un recipient ben tancat com el de la figura adjunta (l'erlenmayer). La massa total del recipient, més l'acetona, és de 200 g. Al cap d'uns minuts d'exposició al sol, ja no s'observa líquid a l'interior. Quin pes esperes obtenir? Escull la resposta correcta i el grau de certesa amb què contestes. Digues per què l'escullis i explica què succeeix. Respostes a triar: Menys de 200 g, Més de 200g, 200g, Falten dades.

En analitzar les respostes vam trobar un fet curiós. Alguns dels qui donaven la resposta correcta ho feien amb arguments erronis, i alguns dels qui triaven distractors erronis utilitzaven arguments absolutament coherents. Ja teníem una implicació didàctica important: La dicotomia "cert-fals" algunes vegades amaga arguments que són tan o més importants que la resposta.

A aquesta conclusió hi arribàvem després de codificar les respostes de manera similar a com ho fan Murphy et al., (1984a i 1984b) a les A.P.U. (assessment of performance units), preparant una taula com la 3.1.3.

Efectivament només els qui triaven el distractor C, i donaven explicacions codificades com a K entenien bé la qüestió. Però els qui triaven C i donaven explicacions codificades com a L, al nostre entendre, estaven més errats que els qui triaven el distractor 'A' però donaven explicacions que codifiquem com a 'B' i fins i tot, i segons com, que els que les donaven de les que codifiquem com a 'A'.

Entre les respostes peculiars a aquesta qüestió, no incloses a la Taula 3.1.3, ressaltarem la que deia "els raigs de sol destrueixen les molècules, o les seves unions, etc." i sobretot: "l'acetona s'ha evaporat perquè no ha aguantat (no ha resistit) els raigs solars"

Taula 3.1.3 Codificació de les respostes obertes donades com a explicació de l'elecció dels distractors escollits com a resposta a la qüestió d'elecció múltiple Núm. C7:

DISTRACTORS D'ELECCIÓ MÚLTIPLE	TIPUS DE RESPOSTA	CODIFICACIÓ
A) Menys de 200g	-L'acetona travessa el tap	A
	-L'acetona se'n va perquè el recipient està mal tapat	B
	-L'acetona s'ha evaporat. Només cal considerar el recipient	C
	-L'acetona evaporada és menys densa, i això fa que hi hagi menys pes	D
	-Explicacions incoherents	E
B) Més de 200g	-Triat sense explicacions	F
	-El pes augmenta en escalfar	G
	-Hi ha major pressió al recipient	H
	-Explicacions incoherents	I
C) 200 g	-Triat sense explicacions	J
	-El conjunt continua pesant igual	K
	-L'acetona evaporada pesa tan poc que no es detecta el canvi	L
D) Falten dades	-Explicacions incoherents	M
	-Triat Sense explicacions	N
	-Triat Sense explicacions	P

El fet de posar un exemple tan detallat obeeix a l'interès didàctic que creiem que pot tenir el procés seguit per arribar a constatar la riquesa d'informació que de vegades queda amagada quan s'utilitzen 'tests' amb qüestions d'elecció múltiple i que creiem que s'hauria de tenir en compte en tot disseny de proves, tant si són de recerca com de rendiment.

e. Disseny del pre-test (i tractament escollit)

e1) De les proves pilot al pre-test o Test Núm.1

Després de refusar les qüestions menys atractives, preferentment les menys encertades en les proves pilot:

-Per a cada pregunta seleccionada per a les qüestions d'elecció múltiple, es van elaborar 4 distractors.

-Les qüestions d'elecció-múltiple incloïen una escala de Likert sobre la confiança en les respostes triades, atès que fer donar un nombre en percentatge per indicar la certesa en les respostes dels alumnes va resultar poc satisfactori. Aquesta escala incloïa els mots: molt segur; parcialment segur; no gaire segur; i gens segur. i així es pogué estudiar després l'associació entre confiança i encert.

-Es va tractar d'ordenar les qüestions en funció de la seva dificultat, situant-hi primer les qüestions del tipus Sí-No; a continuació les qüestions obertes i finalment les qüestions d'elecció múltiple, com també aquelles que calgués acabar amb dades quantitatives, que haguessin de calcular els alumnes. Tot això per grups de temes o conjunts de temes relacionats.

-Finalment, però, el test es preparà amb qüestions en una seqüència ordenada en 3 pàgines, segons els següents criteris:

Primer les qüestions de coneixements sobre fenòmens corrents, després aquelles que demanaven un primer i elemental nivell d'explicacions, i finalment aquelles en les quals era precís un nivell intermedi d'explicacions (interpretacions).

-La selecció es completà tractant de minimitzar les possibles dificultats derivades d'una redacció incorrecta .

Arribat aquest punt, encara es van fer dues noves revisions. Això dona un total de 6 revisions de les proves pilot i tres més del pre-test abans de ser distribuït a més de 100 alumnes. Una còpia es presenta a l'Annex Núm.2.

El test consistí en onze qüestions d'elecció múltiple, en les quals els alumnes eren preguntats també sobre la seva certesa en la resposta, tres qüestions obertes, i una qüestió en la qual es demanaven algunes estimacions. Els resultats de totes les qüestions d'elecció múltiple i de dues qüestions obertes s'analitzen per separat:

Primer les qüestions d'elecció múltiple i després les qüestions obertes; i finalment s'analitzen de manera conjunta més endavant.

Aquest pre-test o "Test 1", un cop analitzat s'ha utilitzat com a font addicional de les hipòtesis de treball d'aquesta tesi.

e2) Objectiu de cada una de les qüestions

Els principals aspectes que s'ha pretès estudiar en cada pregunta queden establerts a la Taula 3.1.4

TauJa 3.1.4.- OBJECTIU DE CADA UNA DE LES QÜESTIONS DEL PRE-TEST

<u>QUESTIO NÚM.</u>	<u>TEMES</u>
1	Condensació.Refredament.Idea del punt de rosada
2	Conservació de massa.Naturalesa dels gasos.
3	Conservació de massa i influència de la temperatura en les propietats dels gasos.Lleis
4	Naturalesa de vapors & gasos .Propietats i lleis.Influència de la temperatura.
5	Vaporització per escalfament (agafant calor, i per tant ,refredant un cos calent)
6	Crioscòpia. Equilibris sòlid-líquid. Propietats de les dissolucions.
7	Equilibris sòlid-líquid-gas .Influència de la Temperatura
8	Equilibris sòlid-líquid-gas.Manipulació de taules i grafics.Idea de canvi d'estat.
9	Equilibris líquid-vapor .Influència de la temperatura
10	Equilibris L-V.Constància de la temperatura durant els canvis d'estat de les subst.pures
11	Equilibris líquid-vapor ,Condensació.
12	Aquesta no era una qüestió sobre canvis d'estat. Els alumnes només tenien de fer unes estimacions
13	Equilibris líquid-vapor. Influència de la Tempe. Refredament.Conexions amb fets quotidians.
14	Equilibri líquid-vapor .Influència de la Tempe.
15	Propietats dels líquids. Lleis dels gasos.

3.1.3 Anàlisi (I): Estudi de les qüestions tancades (MCQ) del pre-test

a. Com es farà l'anàlisi?

En aquesta primera part de l'anàlisi es comença amb l'estudi dels encerts a cada pregunta, i gairebé al mateix temps s'analitza l'ús de cada distractor, qüestió per qüestió. A continuació es fracciona la mostra i s'estudia la proporció d'encerts en les diverses fraccions. En aquesta primera part també s'analitzen les associacions entre resultats de diverses qüestions, la facilitat i popularitat de cadascun dels distractors, i l'associació entre confiança i encert mitjançant la confecció de taules de contingència.

b. Facilitat i popularitat dels distractors de les qüestions d'elecció múltiple

L'anàlisi exploratoria d'aquestes dades comença amb l'estudi que es mostra a la Taula 3.1.5, on la facilitat és el quocient entre el nombre d'alumnes que encerten una pregunta i el seu nombre total. A la Taula 3.C.1 de l'Annex 3 es mostra el fitxer amb les dades i resultats dels 103 alumnes que realitzaren el pre-test.

Taula 3.1.5 (*= Resposta Correcta)

ITEM	DISTRACTORS		ESCOLLITS		CAP	FACILITAT (%)	POINT BISERIAL CORELATION (P.B.C. 'r' coeff.)
	A	B	C	D			
2	4	66*	25	7	1	64	.163
3	44	40*	6	8	5	39	.166
4	2	72*	15	13	1	70	.156
6	29	61*	12	1	0	59	.167
7	6	9	29	59*	0	57	.168
8	47	31*	13	7	5	30	.156
9	3	34	63*	1	2	61	.166
10	35	26	21*	19	2	20	.136
11	1	15	78*	7	2	76	.145
13	0	23	66*	13	1	64	.163
14	47	0	13	43*	0	42	.168

MITJANA: 53 .159
($s^2=17,63$ & $st=4,20$)

FACILITAT RELATIVA = $\frac{\text{Mitjana d'encerts o facilitat}}{\text{Valor més alt(*)}}$ = 58%

(*) = 10 qüestions encertades d'entre un total d' 11 possibles.

S'han calculat els coeficients de la Fòrmula 20 de Kuder Richardson (KR-20) i també el de la PBC "Point Biserial Corelation" (Guilford, et al., 1983): KR-20=0.42 i r=0.16.

A les questions 3, 8, 10 i 14 els distractors incorrectes han estat els més escollits pels alumnes.

c. Proporció d'èxits entre fraccions de la mostra

El conjunt dels alumnes que contestaren la prova s'ha fraccionat en tres grups o fraccions:

L'inferior (LF), pels qui tenien 4 o menys encerts: 27 alumnes

La mitjana (MF), pels qui tenien 5 o 6 encerts: 41 alumnes

I l'alta (TF), pels qui encertaven 7 ó més preguntes: 35 alumnes

La taula resultant es mostra a l'Annexi (Taula 1.A.1).

d. Associació entre confiança i encert

Igual que han fet d'altres autors com Carrascosa, J. i Gil Pérez, D. (1987), es volgué averiguar la seguretat que manifesten a les seves respostes els nostres alumnes. Tal com indiquen els esmentats Carrascosa i Gil, aquesta seguretat podria estar relacionada amb la llarga persistència dels preconceptes (Hierrezuelo, 1989). D'altra banda suposem que és un tret característic de la psicologia dels adolescents, que també ens interessa conèixer i confirmar.

Per a estudiar-ho s'introduïren al qüestionari escales d'ordre (Likert), referents al grau de confiança amb què es respon cada qüestió d'elecció múltiple.

Posteriorment, amb les dades recollides s'han preparat taules de contingència per estudiar l'encert a cada pregunta associat a la confiança.

Aquestes taules de contingència (repetides qüestió per qüestió), es presenten a la Taula 1.A.2. de l'Annex I. S'han trobat associacions positives entre confiança i encerts a les qüestions Núm.4, 6, 11 i associació negativa a la Núm.14 (p.ex.més encerts on la seguretat és menor o menys encerts on la seguretat és més gran).

També s'investigà la confiança mostrada i els nivells (alt o baix) mostrats en el rendiment; entenent per alt un mínim de 7 encerts. Els nivells de significació resultaren, però, inferiors al 90%.

Concluïrem aquest apartat dient que la certesa en la resposta donada en general, no està relacionada amb la manera correcta de respondre.

De tota manera això requereix una matisació atès que de les onze qüestions d'elecció múltiple del pre-test, només en tres apareix associació significativa.

L'associació a la qüestió 4, deu estar en relació amb el fet de ser una qüestió directament relacionada amb l'experiència. En canvi té molt menys interès que d'altres qüestions.

D'altres associacions que no arriben a ser significatives també han aparegut en altres preguntes .

D'altra banda, hem volgut estudiar també la possible associació entre l'encert a cada qüestió d'elecció múltiple i el fet d'encertar un nombre mínim de 7 qüestions.

Per fer-ho hem definit una nova variable que en direm 'Notable', que es codifica '1' en cas de 7 o més encerts, i '0' en cas contrari. Aquesta variable presenta associacions significatives ($p < .05$) amb els resultats de totes les altres qüestions Q1 a Q14, excepte per a les qüestions Q10, Q14 i Q4 , segons s'indica a la taula 3.1.6.

Taula 3.1.6 Errades o encerts a les qüestions d'elecció múltiple aïllades:

NOMBRE DE LA QÜESTIÓ:	2	3	4	6	7	8	9	10	11	13	14
SIGNIFICACIÓ DEL SUCCÉS DOBLE D'ENCERTAR 7 o MÉS QÜESTIONS D'ELECCIÓ MÚLTIPLE, i la QÜESTIÓ AÏLLADA QUE S'INDIQUI 'p'	.01	.01	.07	.01	.02	.01	.01	.25	.02	.01	.19

En conclusió s'observa una bona coherència entre els encerts a cada qüestió i el fet d'encertar més del 60% de les qüestions d'elecció múltiple.

e. Idees científiques i idees dels alumnes

Les respostes que escullen els alumnes a les qüestions d'elecció múltiple podrien estar d'acord amb els conceptes que utilitzen els científics, i per tant, que existís una certa coherència entre les respostes a qüestions relacionades entre sí, més o menys, com es pretén a les classes de ciències, on les semblances entre aspectes propers semblen òbvies al professor. I malgrat l'abundància de cites que preveien el contrari, en començar la recerca no es presumia que els punts de vista dels alumnes tinguessin que ser gaire diferents dels del professor.

Però el resultat fou ben diferent:

De les 11 qüestions d'elecció múltiple, 8 preguntes giraven directament entorn del tema dels canvis d'estat, amb dos grups de qüestions distingibles:

a) format per les preguntes Núm. 8, 10, i 13 i el

b) format per les preguntes Núm. 7, i 9

Mentre que les qüestions Núm. 11 i 14 tenen aspectes comuns amb aquests dos grups a) i b).

Respecte al grup a)

Els alumnes obtingueren el major nombre d'encerts a la qüestió Núm.13 (64 %), i els més baixos a les Núm.10 i Núm.8 (20 i 30%). Una explicació acceptable pel baix nombre d'encerts a la Núm.8 podria ser l'exigència que s'hi feia de manipular taules o gràfics.

Tres preguntes (Núm.8, 10 i 13) es referien a vaporització o a ebullició. En canvi els resultats han estat molt poc homogenis atesa la gran diferència d'encerts observada. Entre les preguntes 8 i 10 d'una banda i la 13 de l'altra. Especialment entre la 10 (la menys encertada d'aquestes) i la 13, malgrat que totes dues es referien a fets quotidians. Això resultaria molt sorprenent pels qui esperen trobar la mateixa homogeneïtat en aquestes respostes que en els llibres científics que tracten d'aquest problema aïllat.

Considerant les qüestions que tenen aspectes comuns amb els dos grups anteriors a) i b), (les Núm.11 i 14) torna a fer-se evident la manca d'homogeneïtat. Només hi ha un valor alt d'encerts (76%) per a la Núm.11, mentre que similars encerts es podrien esperar per a la Q14 que fou escrita per analitzar els coneixements dels alumnes sobre condensació, sota criteris paral·lels als del món dels llibres científics. Malgrat tot, només apareixen uns percentatges d'encert del 42%, cosa que torna a suggerir l'existència d'esquemes alternatius en les concepcions dels alumnes.

3.1.4 Anàlisi.(II):Estudi de les qüestions obertes.

a. Anàlisi de xarxes:

a1) Successius canvis de les xarxes

A partir de les respostes a les preguntes obertes Núm.1 i 5 es van preparar sengles xarxes conceptuals.

Les preguntes obertes són molt riques en la informació que subministren i mostren el camí per trobar-ne molta més, per exemple quan s'entrevista alguns alumnes i se'ls interroga sobre

unes idees determinades ,especialment aquelles més allunyades dels criteris científics.Les primeres versions es van preparar utilitzant només els escrits dels alumnes en els qüestionaris.En les successives noves versions, s'hi anà introduint la informació obtinguda en algunes entrevistes personals que també s'han anat realitzant. Als esquemes 1.A.1 i 1.A.2 de l'Annex Núm.1, es resumeixen algunes d'aquestes modificacions.

a2) Xarxes actuals i codis utilitzats

Després d'anar categoritzant les respostes segons l'esquema de BLISS et al.(1983) s'han codificat aquestes categories amb uns nombres que han estat del C1.1 a C1.20 per a la pregunta Núm.1 i C5.1 a C5.13 per a la Núm.5.

Les versions més depurades de les xarxes realitzades succesivament per aquestes dues preguntes, es mostren a les Taules 3.1.7 i 3.1.8. Prèviament es mostra l'enunciat de cada pregunta oberta del qüestionari a la qual es preten aplicar l'anàlisi de xarxes i tot seguit es presenta un esquema de les categoritzacions proposades.

L'enunciat de la primera qüestió era:"Algunes vegades,quan es va de càmping , la tenda apareix mullada a la matinada. D'on creus que prové aquesta aigua?"

-En aquestes qüestions obertes si volem tenir un valor numèric de la seva facilitat, resulta gairebé indefugible el fet de seguir uns criteris discutibles i subjectius. Partint d'aquest punt, nosaltres hem considerat, però, un bon indicador la freqüència de la categoria 1.2 de la Taula 3.1.7., que resulta que és del 36%.

Evidentment, l'obtenció d'un valor numèric de les facilitats de les qüestions obertes no és en absolut l'objectiu que es persegueix. Entre d'altres raons la riquesa del ventall de respostes diferents és molt més gran que allò que ens digui un indicador dicotòmic sobre si s'ha contestat correctament o incorrectament la qüestió.

Taula 3.1.7. Principals encapçalaments per a la xarxa de la qüestió Núm.1:

<u>Títol</u>	<u>Codi</u>	<u>Núm. Alumnes que l'usen</u>
<u>FONTS (Procedència) DE LA HUMITAT:</u>		
DEL SÒL (EL TERRA)	1.1	5
DE L'AIRE	1.2	37
BOIRA I NÚVOLS	1.3	6
DE LES PLANTES	1.4	7
CAP DELS ANTERIORS	1.5	48 ^a
<u>UBICACIÓ TEMPORAL:</u>		
DE MATINADA	1.6	19
DE NIT	1.7	42
NO DISPONIBLE	1.8	42 ^a
<u>--CLASSE DE PROCÉS</u>		
<u>CONCRET (sense seqüències) :</u>		
<u>NOMÉS ESMENTANT EL</u>		
PUNT DE ROSADA	1.9	2
CAIGUDES		
(com la pluja)	1.10	1
REFREDAMENT	1.11	36+10 ^b
<u>CONCRET (amb ?'ús de seqüències):</u>		
<u>USANT LA IDEA DE</u>		
ROSADA	1.12	0
EXPLICACIONS INCORRECTES		
SOBRE LA		
CONDENSACIÓ	1.13	42+6 ^b
<u>FORMAL :</u>		
CANVIS D'ESTAT	1.14	11+21 ^b
VAPORITZACIÓ	1.15	0+5 ^b
CONDENSACIÓ	1.16	0+5 ^b
<u>IRRELLEVANT:</u>		
<u>SENSE CAP MENA</u>		
D'Interès o en BLANC	1.17	8
FALSES IDEES SOBRE		
ELS CANVIS D'ESTAT	1.18	3
<u>TERMINOLOGIA:</u>		
VERBAL	1.19	95 ^a
MATEMÀTICA	1.20	8

^a Incloent-n'hi 8 que responen en blanc.

^b Que ja es compten a d'altres processos.

I la cinquena qüestió era: "Descriu les teves sensacions quan et poses colònia o alcohol a les mans. Després explica el que creus que passa"

Taula 3.1.8: Els principals encapçalaments d'aquesta xarxa inclouen:

Títol	Codi	Núm. Alumnes que l'usen
-DURADA		
-MOLT POC TEMPS	5.1	12
-NO S'INDICAVA	5.2	91
-SENSACIÓ		
-DE FREDOR	5.3	78
-ESCALFOR	5.4	12
-NO INDICA CAP SENSACIÓ	5.5	13
-PROCÉS (Incloent-hi reaccions):		
-REACCIÓ QUÍMICA	5.6	3
-D'ALTRES TIPUS DE REACCIÓ	5.7	2
-Diferències DE TEMPE.	5.8	17
-PRODUCCIÓ .o INTER-CANVI DE CALOR	5.9	1
-REFERIDES ALS GRAUS ALCOHÒLICS	5.10	2
-Sense Interès	5.11	17
-IDEES SOBRE ELS CANVIS D'ESTAT	5.12	27
-CAP PROCÉS	5.13	47

Aquí com a facilitat agafarem la suma de les freqüències de les categories més representatives d'una bona comprensió (5.9 i 5.12), és a dir, (28/103) =27%

Aquestes dues xarxes s'han obtingut després de successives modificacions d'unides de prèvies que tenen 35 i 19 codis respectivament, la distribució dels quals es mostra a les taules 3A.1 i 3A.2 a l'Annex 3. També s'explica el procés de modificació esmentat als esquemes 1.A.1 i 1.A.2. de l'Annex 1.

b. Exemples de frases dels alumnes

Les frases que s'indiquen a continuació citen el nombre que tenen a la llista general els alumnes, a la Taula 3.C.1 de l'Annex 3, que les formulen i estan diferenciades per a les qüestions obertes que s'han estudiat: la Núm.1 i la Núm.5. Al final dels exemples també s'ha reproduït un tros d'una de les entrevistes realitzades amb alumnes.

Exemples sobre la qüestió Núm.1:

- "A l'atmosfera hi ha aigua en suspensió, llavors a la nit hi ha un canvi de temperatura molt brusc que fa que es converteixi² en gotetes de rosada", (Alumne Núm.5).
- "Per la humitat, que amb el fred es torna aigua, i si la temperatura és més baixa es gela", (Alumne Núm.11).
- "Jo crec que l'aigua de la rosada de la matinada apareix causada per la humitat de la nit en arribar el dia, i apareixen petites gotes d'aigua", (Alumne Núm.48).
- "Ve del vapor d'aigua que de nit puja a causa de la calor del dia i de nit quan no hi ha sol s'evapora", (Alumne Núm.49).
- "L'aigua ve del sol i es produeix com a conseqüència del refredament de la terra a la nit", (Alumne Núm.69).
- "Aquesta rosada ve de la transpiració de les plantes", (Alumne Núm.83)³.

Sobre la qüestió Núm.5:

- "Quan posem en contacte la colònia amb les mans (que estan una mica calentes) com que la colònia és freda, les mans recullen la frescor de la colònia", (Alumne Núm.3)
- "Frescor, i crec que és degut a que la colònia es troba a una temperatura diferent a la meua, i llavors sento frescor; però després fa reacció i sento escalfor", (Alumne Núm.5).

² Sic. Aquest plural suggereix que s'està referint a partícules, d'altra manera diria "fa que (l'aigua) es converteixi..."

³ A causa d'aquesta resposta, posteriorment es va decidir de realitzar una entrevista amb aquest alumne (que per cert era estudiós i passava entre els professors per un bon alumne). I a l'entrevista ens "va aclarir" que això de la transpiració "era" la reacció de formació de l'aigua a partir d'oxigen més hidrògen.

- "Perque l'evaporació d'aquests productes absorbeix calor i com que les mans estan més calentes, t'agafen calor i et queden fredes", (Alumne Núm.6).

- "L'evaporació ràpida absorbeix molta calor .Aquesta calor la pren de les mans", (Alumne Núm.12).

- "El líquid proporciona una forta olor fins que s'evapora perquè el líquid de la colònia s'evapora donant una forta olor", (Alumne Núm.38).

- "Sensació de picor i de fred a les mans perquè es produeixen substàncies químiques que provoquen aquests fenòmens", (Alumne Núm.39).

- "Perquè s'evapora ràpidament pel canvi de temperatura", (Alumne Núm.44)

- "L'alcohol en passar a l'estat gasós absorbeix calor de les teves mans", (Alumne Núm.69)

- "La temperatura de les teves mans i la del alcohol són diferents, i el 'contrast' fa que notis sensació de fred".

A continuació també es mostra un curt fragment d'una de les entrevistes realitzades sobre aspectes de la Qüestió Núm.5:

-NOTA: A.=Alumne, i PROF.=Professor

A.-Bé,és una sensació de calor .

PROF.-Directament o al cap d'una estona?

A.-No,es al cap d'una estona.Primer,notava una fredor; gairebé era agradable.Més tard,ja escaïfor.No sé ,deu ser el contrast entre la temperatura del cos i els graus que tingui la colònia.

PROF.-Què vols dir amb els "graus" que pugui tenir?

A.-Té graus,oi?

PROF.-Què volen dir aquests graus?

A.-Què té una altra temperatura,diferent de la del teu cos.

3.1.5 ANALISI.PART III:Estudi global del test amb dades de les Parts I & II

a. Associació entre categories de les qüestions obertes i encerts a les qüestions d'elecció múltiple

i. Entre les categories de les respostes a les qüestions obertes Núm.1 i Núm.5.

Després d'escollir un sistema de codificació, a base de numerar correlativament les categories creades en l'anàlisi de xarxes fet segons BLISS et al.(1983), s'ha investigat l'associació que hi pugui haver entre les freqüències d'aquestes diferents categories a les qüestions obertes Núm.1 i Núm.5, així com entre aquestes freqüències, i encerts a les qüestions d'elecció múltiple.

Un estudi molt ampli i gairebé exhaustiu de la majoria de les possibles associacions s'ha realitzat entre molt diferents parelles, amb l'ús del paquet SPSS^x. Els càlculs de valors de Xi-Quadrat i els nivells de significació mostraren que només una sisena part de totes les possibles parelles formables presenten associació.

A la taula 1.A.3 de l'Annex I, es mostren per parells de categories, representades pels seus codis aquelles que tenen un nivell de significació 'p' < 0.10, (Probabilitat superior al 90%, de que la possible associació sigui deguda a causes diferents de l'atzar).

- ii. Entre l'ús de codis de les qüestions obertes i encerts a les qüestions d'elecció múltiple

L'objectiu d'aquesta secció de l'anàlisi era l'intent de constatar qualsevol associació significativa que es doni entre els encerts a les qüestions d'elecció múltiple i la producció de frases assignades a cadascuna de les categories definides.

Per a realitzar-ho es construí la matriu de la Taula 1.A.4 de l'Annex 1. En aquesta matriu es consideren els encerts a les qüestions de tipus test (d'elecció múltiple) en front de les 20 categories assignades a les respostes obertes de la qüestió Núm.1 (codificades C1 a C20), i de les 13 categories assignades a les respostes obertes de la qüestió Núm.5 (codificades C5.1 a C5.13). S'han representat amb el signe '+' les associacions significatives. Amb el signe '-' es representen els casos estudiats però que no presenten associació significativa.

Es conclueix que únicament la freqüència en la utilització de quatre categories (del total de trenta-tres) de les assignades a les respostes obertes presenten associacions significatives amb les freqüències d'encert a les qüestions d'elecció múltiple.

- b. Classificació de les respostes dels alumnes en models

Fins a aquest punt la recerca sobre les qüestions obertes s'ha realitzat utilitzant les tècniques d'anàlisi de xarxes descrites a la literatura (p.ex. BLISS et al.(1983), SOLOMON et al.(1985), etc.). Ara es tractarà de compactar la informació obtinguda.

Així, utilitzant les categoritzacions a les quals ens han portat les anàlisis de xarxes, caldria esperar que les respostes dels millors alumnes pertanyin a les categories codificades com a C1.2, C1.6 o C1.7, C1.12 i C1.14 o C1.15 o C1.16 en la primera qüestió i els C5.1, C5.3, C5.9 o C5.12 en la cinquena; però cap alumne assolí aquest grau d'excel·lència.

Afortunadament aquest no era un test de rendiment. Rebaixant les exigències per a pertànyer a la primera tipologia d'alumnes, només al fet de donar respostes que puguin pertànyer a les categories codificades com 1.2, 1.6 o 1.7, i 5.3 i 5.12, llavors podem parlar clarament de dues tipologies d'alumnes (els avançats i els restants), a més d'una de singulars en la qual posaríem els qui donen respostes peculiars, idiosincràtiques i que són força difícils d'encasellar com a correctes o incorrectes. Anteriorment havíem portat a terme intents de classificació dels alumnes en 4 tipologies, amb les mateixes dades del pre-test, p.ex. en el treball que es presentà al Seminari de la Universitat Cornell (RAFEL, J. et al., 1987). Finalment, però, ens hem limitat a definir tres tipologies d'alumnes eliminant els criteris de classificació que fossin obertament subjectius. Segons les anteriors consideracions, la tipologia de cada alumne, segons les seves respostes obertes al pre-test, es mostra a la Taula 3.1.9.

Més endavant (al capítol Núm.6) amb les respostes a les qüestions obertes del test final donades pels alumnes, s'han tornat a definir fins a 4 tipologies d'alumnes en funció de les respostes obertes que presenten, utilitzant criteris objectius.

S'han realitzat també comparacions entre el fet de donar respostes a les qüestions obertes que pertanyen a determinades categories codificables, i el rendiment assolit en les qüestions d'elecció múltiple pels alumnes de cada tipologia. S'observa a la mateixa Taula 3.1.9 una marcada diferència en el fet de donar 7 o més respostes correctes a les qüestions d'elecció múltiple, segons que l'alumne tingui la tipologia dels "avançats" o la que correspon a la resta dels estudiants, deixats a part els singulars.

TAULA 3.1.9 TIPOLOGIES DELS ALUMNES SEGONS LES SEVES
RESPOSTES A LES QÜESTIONS OBERTES DEL PRE-TEST.

Núm. GRUP	NOM DEL GRUP (TIPOLOGIA)	PM	T	S	S/T (%)	C O D I S USATS (Xarxes a què es refereixen les Taules 3.1.7 i 3.1.8)
1	AVANÇAT	6.58	12	5	42	1.2, 1.6 o 1.7, 5.3, i 5.12
2	SEGON o RESTANT	5.71	77	23	30	D'altres que el Grup Núm. 1 o del 'S'
S	S I N G U L A R	5.83	14	6	43	1.1 o 1.4 ,o 5.10 sol.

On PM=Puntuació mitjana/T=Alumnes /i S=Alumnes amb 7 o més encerts per grup / per grup/ encerts per grup

D'entre tots aquests grups, esulta especialment interessant el grup Singular, atès que inclou les respostes més idiosincràtiques, com s'indicarà més endavant.

A la Taula 1.A.5 a l'Annex Núm.1, es mostren alguns detalls més sobre aquesta distribució dels alumnes en tipologies.

Una llista dels 103 alumnes s'inclou a la Taula A-6-E de l'Annex Núm.1, on també s'indica el model al qual s'han adjudicat les respostes i la fracció (alta, mitja, o baixa) a la qual pertany cada alumne segons el seu nombre d'encerts a les qüestions d'elecció múltiple.

c. Resultats.

i. Diferències entre escoles

No hi ha diferències significatives entre els dos instituts, als alumnes dels quals es distribuï el pre-test, ni pel que fa a la mitjana d'encerts globals ni respecte a la certesa manifestada, com tampoc en comparar-los per classes.

En el cas de l'IB "Bernat Metge" no s'ha trobat cap associació entre cap dels grups estudiats de categories assignades a les respostes obertes i l'encert a qüestions d'elecció múltiple, reunides en grups petits.

En el cas de l'IB "Carles Riba" s'ha trobat que hi ha associació significativa entre quatre categories de les que ens valem per a classificar als alumnes com del perfil "Avançat" o no, i l'encert a dos grups de qüestions d'elecció múltiple (q7 i q8), i (q7, q9 i q11). També apareix associació significativa entre el fet de donar respostes de les categories en que d'una manera més explícita s'utilitza la idea de canvi d'estat i l'encert al grup de qüestions d'elecció múltiple (q7, q9 i q11).

També s'han explorat possibles diferències entre classes, i tampoc no s'han observat diferències significatives importants.

Totes aquestes associacions es mostren a les Taules 1.A.15 i 1.A.16. de l'annex 1.

ii. Relacions entre dades de qüestions semblants

Els respectius conjunts de preguntes d'elecció múltiple Q7, Q9 i Q11 d'una banda, i Núm. 11, 13 i 14 d'una altra, els considerarem relacionats segons el disseny, amb les qüestions obertes Núm.1 i Núm.5, respectivament. Tal com es veu, la qüestió número onze fa de comodí, atès que té aspectes comuns amb tots dos conjunts.

Per estudiar la seva possible associació construirem taules (bidimensionals) de contingència d'encerts entre sí; d'encerts vs. certeses en la resposta de les qüestions d'elecció múltiple; i de certeses entre elles, per a cada un dels dos conjunts de 3 preguntes citats.

A part de les associacions no significatives que en resulten, també apareixen associacions significatives (Taules 1.A.7 a 1.A.11 de l'Annex 1).

Entre elles destaquem les que hi ha entre l'encert a la qüestió Q11 amb la seguretat mostrada a la setena, i l'encert amb la seguretat de la qüestió Q11 pel primer conjunt, i entre l'encert a la qüestió Q11 amb la seguretat mostrada a la tretzena, i entre les seguretats mostrades a les qüestions onzena i tretzena en el segon. Els nivells de significació 'p' de les proves Xi Quadrat resultaren inferiors a .10 (és a dir, menys d'un 10 % d'associació atribuïble al simple atzar), com es mostra a la Taula 1.A.7 a l'Annex 1.

Els trets més remarcables són, d'una banda, l'associació entre encert i seguretat a la qüestió onzena (un dels tres únics casos en què això succeeix al pre-test, i l'únic en una qüestió que tot i que tracta d'un tema força quotidià com la boira, és de context científic (pel vocabulari que s'hi utilitza), i d'altra banda la manca d'associació significativa entre qüestions que són semblants des del punt de vista del professor, però que ens fan intuir una "sorprenent" estructura paral·lela en el món dels alumnes, que no les consideren pas semblants.

iii. Estudi del context, i del tipus de qüestió (oberta o d'elecció múltiple)

Un tret típic del constructivisme és la importància que es confereix al context en l'elaboració dels conceptes científics (SONG, J., 1990). Per estudiar els efectes del context, es van formular (ja en el pre-test) preguntes pertanyents al mateix camp, en contextos diferents, com a qüestions obertes i com a qüestions d'elecció múltiple.

Així, segons la Taula 3.1.4, veiem com les qüestions Núm.1, 7, 9 i 11 es refereixen principalment a la condensació, i com les Núm.5, 11, 13 i 14 es refereixen també als equilibris líquid-vapor però centrades en d'altres perspectives prioritàries, com ara la de l'evaporació.

Considerant l'encert a les qüestions d'elecció múltiple implicades i la producció de respostes a les qüestions obertes Núm.1 i Núm.5, que es poden catalogar com les representades pels codis 1.2, 1.6, 1.7, 5.3, 5.9 i 5.12 a les Taules 3.1.7 i 3.1.8, s'han trobat algunes associacions significatives entre aquests fets: com ara entre l'encert als grups de qüestions d'elecció múltiple (Núm.7 i Núm.9) o (Núm.7, Núm.9 i Núm.11) i la producció

de respostes representables pels codis 1,2, 1.6 o 1.7 segons dades de les taules de l'Annex I, Núm.1.A.3, 1.A.4.,1.A.10 i 1.A.11

En canvi no s'han trobat associacions entre l'encert als mateixos grups de qüestions d'elecció múltiple (Núm.7 i Núm.9) o (Núm.7,Núm.9 i Núm.11) i la producció de respostes representables pels grups de codis (5.3, 5.9 i 5.12).

Ni tampoc entre l'encert al grup de qüestions d'elecció múltiple (Núm.7,Núm.9 i Núm.11) i la producció de respostes representables pels grups de codis (5.9 i 5.12).

Ni entre l'encert als grups de qüestions d'elecció múltiple (Núm.7 i Núm.9) o (Núm.7,Núm.9 i Núm.11) i la producció de respostes representables pels grups de codis (1.2, 1.6, 1.7, 5.9 i 5.12), ni entre l'encert als grups de qüestions d'elecció múltiple (Núm.7 i Núm.9) o (Núm.7,Núm.9 i Núm.11)i la producció de respostes representables pels grups de codis (1.14, 1.15 o 1.16),

ni tampoc entre el fet d'encertar un mínim de 7 qüestions d'elecció múltiple i la producció de respostes representables pels grups de codis (1.2, 1.6, 1.7, 5.9 i 5.12) o (1.14, 1.15 o 1.16)

Un cop més s'ha posat de manifest que qüestions pertanyents a un mateix camp, en aquest cas a l'equilibri líquid-vapor, són tractades pels alumnes de manera diferenciada, en funció de variacions "menors" com ara el context. Remetem al lector a l'Apartat E de les conclusions del test final, on curiosament i després d'estudiar 30 qüestions tant del pre-test com del test-final, unes relatives a la condensació i d'altres a l'evaporació , s'observa molt clarament una comprensió ben diferenciada dels dos temes.

iv. Estudis complementaris

Un resum amb els encerts de cada estudiant en cada qüestió com també una indicació de si l'alumne ha estat assignat al model avançat, al singular o a un altre format per la resta d'alumnes, es mostra a la Taula 1.A.6 de l'Annex i. També s'hi indica si cada alumne pertany a la fracció més elevada, la intermèdia o la més baixa pel que fa a les seves respostes a les qüestions d'elecció múltiple.

També es mostren les Taules 1.A.8 i 1.A.9 que indiquen totes les interseccions dobles entre qüestions d'elecció múltiple del pre-test, és a dir, el nombre d'encerts absoluts a cada qüestió com també en totes les parelles possibles que s'han de considerar (Taula 1.A.8), i en una selecció dels parells de qüestions més populars (Taula 1.A.9).

v. Utilització de la tècnica LOGIT

Considerant el rendiment de les qüestions d'elecció múltiple del pre-test en funció de tres factors del disseny d'aquest (Tema, Context i Intencionalitat), s'hi aplicà la tècnica LOGIT. Primerament s'esbrinà quin model d'interaccions seria millor aplicar-hi mitjançant el que s'anomena un log-linear jeràrquic (abreujat HI-LOG en anglès i (per aquesta raó) en el paquet SPSS^x).

L'ordre HILOGLINEAR del SPSS^x, utilitzant-hi l'opció "Backward", selecciona automàticament el millor model útil més probable, per a utilitzar posteriorment, a la tècnica LOGIT. En el nostre cas la llista de les dades que s'entren al 'HILOG' són les de la Taula 1.A.14 de l'Annex 1. I el millor model resultant és el generat pels factors i interaccions de la taula 3.1.10.

Taula 3.1.10 MODEL SELECCIONAT AL PRE-TEST amb l'ordre HILOG del paquet SPSS^x
FACTORS o/i INTERACCIONS A CONSIDERAR:
TEMA x CONTEXT x INTENCIONALITAT
TEMA x CONTEXT
INTENCIONALITAT

Aquest model vol dir que per a la puntuació en les qüestions d'elecció múltiple del nostre pre-test el factor senzill més important és la intencionalitat, però que els altres factors també s'han de considerar atesa, la importància d'algunes de les interaccions (TEMA x CONTEXT, i TEMA x CONTEXT x INTENCIONALITAT). Aquestes informacions sobre els efectes dels factors o/i les interaccions són les equivalents a la utilització del paràmetre xi-quadrat a les taules de contingència, o de les tècniques ANOVA, amb la particularitat que, a més, ens prediu els valors dels resultats de la variable depenent.

En utilitzar el disseny suggerit pel model de la taula 3.1.10 a la tècnica LOGIT, els resultats són els de la Taula 1.A.17 de l'Annex 1, on els valors observats concorden molt bé amb els calculats segons el model.

A la Taula 3.1.11. es resumeixen els abreujaments utilitzats a les taules de resultats dels 'LOGIT', que es mostren a l'annex 1.

Així pel Rendiment s'utilitza l'abreviació 'SCO' derivada de 'score' que es pot traduir de l'anglès per puntuació. Ens referim al rendiment de les qüestions d'elecció múltiple del pre-test.

Pel Context utilitzem 'TXT', que pot ser de 2 tipus: científic (1) i quotidià(2).

Per Tema aquí utilitzem 'SB3' i pot ser de tres tipus (1 per l'equilibri líquid-vapor; 2 per als gasos i les seves propietats i 3 per a d'altres estats)

Finalment cada preguntes té una de les següents 3 intencions: selecció d'explicacions (1), selecció de prediccions (2) o bé generació d'hipòtesis(3) .

Taula 3.1.11

ABREUJAMENTS UTILITZATS A LES TAULES DE RESULTATS DELS 'LOGIT'

SCO= Rendiment a les qüestions d'elecció múltiple.

TXF= Context , el qual el codifiquem '1' (Context científic)
i '2' (Context quotidià).

SB3= Tema ; els temes considerats són: L'equilibri L=V ('1')
Naturalesa i propietats dels gasos ('2')
i D'altres estats o/i d'altres canvis d'estat ('3')

NDF= Intenció de la pregunta: Seleccionar explicacions ('1')
Seleccionar prediccions ('2')
i Generar explicacions o/i hipòtesis ('3')

3.2 Resum de les aportacions obtingudes gràcies al pre-test

3.2.1 Divorci entre "ciència de classe" i la vida diària

La falta d'homogeneïtat que s'ha detectat en la comprensió de temes d'un mateix camp en contextos diferents, apunten vers la confirmació d'aquesta mena de "divorci" entre la ciència de la classe, i la vida diària, del qual fa temps que sentim parlar a autors, com p.ex. Driver,R.(1985), Song,J.(1990),etc.

3.2.2 Importància metodològica del fet de dissenyar qüestions obertes i d'elecció múltiple

Com a resultat complementari d'aquest treball s'han pogut realitzar reflexions de caire metodològic .Aquestes es refereixen a la valoració de les tècniques aplicades per a la recollida de dades i per al seu estudi analític.

Una qüestió n'ha resultat fonamental:son les dues classes de preguntes utilitzades: qüestions obertes i qüestions d'elecció múltiple, realment i igualment valucses?

Evidentment totes dues classes d'informació rebudes han estat utilíssimes:

-Gràcies a l'anàlisi qualitativa de les qüestions d'elecció múltiple ha estat possible confirmar que els conceptes, les relacions i les jerarquies sobre els canvis d'estat, no són pas els mateixos per als alumnes que per als professors.

-Amb les anàlisis de les qüestions obertes s'ha anat descobrint una part del riquíssim món de conceptes alternatius que tenen els alumnes.

Les diferents informacions rebudes per les diferents vies utilitzades: qüestions obertes, qüestions d'elecció múltiple, i entrevistes, ens resulten un valuós punt de partida per intentar arribar a la comprensió de les dificultats d'aprenentatge que tenen els nostres alumnes vers uns conceptes que no són tan obvis per a ells com ho són per al professor de ciències, el qual usualment ignorava aquestes jerarquies i relacions, abans de trobar-les.

3.2.3 Conclusions referides a les classificacions efectuades

I.S'ha obtingut suficient coherència segons els resultats del pre-test, (Taula 1.A.13 de l'Annex 1). Efectivament s'han obtingut valors similars per als coeficients 'r' en els càlculs de les correlacions biserials (P.B.C)¹ fets per a cada qüestió d'elecció múltiple. Nou dels onze valors es mouen en el mateix rang² de .16-.17 i els dos valors restants entre .14 i .15 .

II.Les respostes dels alumnes s'han classificat en tres classes, perfils o tipologies (Taula 3.1.9). Creiem exagerat parlar de models cognitius per referir-nos a aquestes tipologies. El que sí que es preveïa en arribar a aquest punt de la recerca, fou que aprofitant aquesta experiència en classificació, s'intentaria ampliar la classificació dels alumnes en perfils amb les dades de les respostes obertes del test final. Aquestes qüestions obertes s'haurien de dissenyar en nombre notablement superior al d'ara, atès que són la font de les informacions més interessants.

¹ Anomenades així per les seves inicials en anglès P.B.C= Point Biserial Correlation.

² El qual és realment molt baix, i només es pot considerar acceptable atesa la naturalesa de recerca que té el pre-test, en comptes de ser una clàssica prova d'aprofitament.

III.Com a tendència general,s'observa homogeneïtat entre els encerts obtinguts a les qüestions d'elecció múltiple i a la classificació en classes, feta segons les respostes a les qüestions obertes Núm.1 i Núm.5. Les mitjanes d'encerts a cada model així ho avalen a la Taula 3.1.9.

IV.Les xarxes conceptuais no queden exemptes d'ambigüïtats.La versió considerada definitiva de qualsevol xarxa conceptual pot ser constantment millorada i modificada, encara que al cap d'un cert nombre de revisions, si aquestes xarxes ens resumeixen prou bé la informació de les qüestions obertes i ens permeten continuar la recerca d'estructures amagades de pensament, ja les considerem operatives.

V.El quocient S/T de la Taula 3.1.9., apareix com un indicador acceptable de l'associació entre l'assignació a cada categoria proposada i l'encert global en el test (a la part de les qüestions d'elecció múltiple).

La classificació que s'ha proposat s'ha d'entendre com una eina immediata que ens ajuda fàcilment a obtenir una quantificació de respostes qualitatives, on la seva comparació era realment difícil.

3.2.4 Situació de la recerca després del pre-test.

Un cop acabat el que podem considerar com la primera part d'aquesta recerca, va anar guanyant cos la idea que la majoria dels estudis i dels tractaments fets, resultarien de gran valor per al desenvolupament global d'aquest treball,i que el disseny del test-final, i en menor grau la selecció de la mostra, serien els punts clau del treball restant. Per aquesta raó vam dedicar gairebé 2 anys a aquestes tasques, abans de distribuir les proves finals per acabar la recollida de dades.

En aquest punt el que es pretenia del test final que s'anava a dissenyar era:

-Trobar associacions entre idees de les exposades pels alumnes amb el seu propi llenguatge, per tal de descobrir un entramat coherent en les idees dels alumnes

-Trobar explicació a les aparents manques d'homogeneïtat que ja es palesaven entre parts similars , encara que en contextos diferents, dels tests distribuïts fins ara.

-Tractar de millorar la classificació començada a fer en diferents models, cosa que ja implica l'existència de certes hipòtesis amagades.

4 Explicitació i generació d'hipòtesis

4.1 Factors de disseny seleccionats que considerarem crucials en el disseny dels qüestionaris

Un cop acabada l'anàlisi del pre-test, es treballà molt a fons durant gairebé 18 mesos en el disseny final i selecció d'hipòtesis: tant les que es pretenien comprovar des de l'inici de la tesi, com les "generades" a partir de l'estudi i l'anàlisi del pre-test¹.

Taula 4.1 : Matriu teòrica final per a l'estudi de cada una de les qüestions del pre-test

ITEM	TIPUS DE PRESENTACIÓ		DE CONTEXT		CONCEPTE o TEMA			INTENCIÓ			FREQ
	O.E	M.C.Q.	V	C	1	2	3	E	P	H	
1	X		X		X					X	36 37 ²
2		X		X		X		X			64 66
3		X		X		X			X		39 40
4		X	X			X				X	70 72
5	X		X		X					X	27 28 ³
6		X	X				X			X	59 61
7		X	X				X	X			57 59
8		X		X	X			X			30 31
9		X		X	X			X			61 63
10		X	X		X				X		20 21
11		X		X	X			X			76 78
13		X	X		X				X		64 66
14		X		X	X			X			42 43

Els símbols usats en aquesta taula, signifiquen:

Tipus de presentació:

OE= Qüestions obertes

MCQ= Qüestions d'elecció múltiple

Contextos:

V=Contextos quotidians(no lligats a la ciència)

C=Context científic

Temes o Conceptes:

1=Equilibri Líquid=Vapor

2=Gasos (naturalesa i propietats)

3=Idees directament lligades a d'altres canvis d'estat

Intencionalitat de les qüestions:

E =Producció o selecció d'explicacions

P =Producció o selecció d'prediccions

H =Generació d'hipòtesis o d'explicacions

¹ Com ara aquella que parlés dels diferents mecanismes que segueixen la comprensió de l'evaporació i de la condensació, ateses les diferències de rendiment observades en el pre-test.

² Segons que s'ha calculat a la Taula 3.1.8.

³ Segons que s'ha calculat a la Taula 3.1.9.

Igualment s'ha fet una reflexió metodològica sobre la recol·lecció de noves dades. Així, p.ex., també s'ha realitzat un estudi sobre possibles formes de classificació en les quals agrupar-hi les qüestions del pre-test, per tal de perfilar quins són els factors de disseny crucials i tenir-los així en compte a la prova final.

Aquest sistema de prova i ajust, creiem que ha estat molt més útil que d'altres sistemes alternatius, atesa l'experiència que ens ha permès adquirir en el tema de disseny de proves.

A l'Annex 4 es mostren successives matrius fetes, des que es va distribuir i començar a estudiar el pre-test, fins que s'ha arribat a la que s'ha considerat més adient per resumir les pretensions del pre-test i per dissenyar el test final.

La matriu final vàlida per al pre-test i que s'usarà per al disseny del test final es mostra a la Taula 4.1, amb l'única diferència que al test final no s'inclourà el tema Núm.3 que es deixa per a possibles recerques posteriors. És a dir, quedarà una matriu com la de la Taula 4.2

Taula 4.2.- Matriu amb els factors de disseny seleccionats per a cada prototipus de qüestió del test final

NOMBRE DELS PROTOTIPUS DE QÜESTIO ^a	CONTEXT		INTENCIONALITAT de cada qüestió			CONCEPTES T E M E S		NOMBRE PROPOSAT DE QÜESTIONS AMB ELS MATEIXOS FACTORS(ELS INDICATS A CADA FILA)
	V	C	E	P	H	L	G	
1	X		X			X		6
2	X		X				X	6
3	X			X		X		6
4	X			X			X	6
5	X				X	X		4
6	X				X		X	4
7		X	X			X		6
8		X	X				X	6
9		X		X		X		6
10		X		X			X	6
11		X			X	X		4
12		X			X		X	4
TOTAL								64

Els símbols usats , signifiquen:

^a Procurar disposar d'algunes qüestions obertes, almenys per als prototipus d'intencionalitat "generació d'explicacions", i d'una majoria de qüestions d'elecció múltiple

Contextos:

V=Contextos quotidians(no lligats a la ciència)

C=Context científic

Temes o Conceptes:

L=Equilibri Liquid=Vapor

G=Gasos (naturalesa i propietats)

Intencionalitat de les qüestions:

E =Producció o selecció d'explicacions

P =Producció o selecció d'prediccions

H =Generació d'hipòtesis o d'explicacions

4.2 Reflexió metodològica

Fins ara ,com a resultat complementari,s'han pogut realitzar unes quantes reflexions de caire metodològic.Aquestes es refereixen a la valoració de les tècniques aplicades per a la recol.lecció de dades i el seu estudi analític.

Una qüestió ha resultat fonamental: són les dues classes de preguntes utilitzades, qüestions obertes i qüestions d'elecció múltiple, realment i igualment valuoses? Evidentment ambdues classes d'informació rebuda han estat utilíssimes:

-Gràcies a l'anàlisi qualitativa de les qüestions d'elecció múltiple ha estat possible confirmar que els conceptes,relacions i jerarquies sobre els canvis d'estat no són pas els mateixos per als alumnes que per als professors.

-I amb les anàlisis de les qüestions obertes s'ha anat descobrint una part del riquíssim món de conceptes alternatius que tenen els alumnes.

La conclusió provisional pel que fa al rendiment, és que aquest no és independent de la manera de presentar cada qüestió, atesa la clara tendència a la baixa observada a les qüestions obertes.

Les diferents informacions rebudes per les diferents vies utilitzades: qüestions obertes, qüestions d'elecció múltiple,i també les entrevistes, ens resulten un valuós punt de sortida per intentar la comprensió de les dificultats d'aprenentatge que tenen els nostres alumnes vers uns conceptes que no són tan obvis per a ells com ho són per al professor de ciències, el qual usualment ignora aquestes jerarquies i relacions .

En el disseny de la prova final es procurarà tenir en compte totes aquestes aportacions.

4.3 Procés de selecció dels factors de disseny del qüestionari final

S'han elaborat succesives matrius que resumeixen els atributs, els conceptes, els contextos, el llenguatge,etc. de cada qüestió que es mostra a l'Annex Núm.4. Aquí comentarem breument la depuració d'aquestes matrius .

La primera matriu inclou 5 tipus de contextos i fins a més de 25 conceptes estudiats al pre-test entre totes 15 qüestions, que de fet es redueixen a 13 (atès que hem prescindit de la Núm.12, qüestió on només demanàvem certes estimacions, i de la Núm.15 que no era útil per estudiar la comprensió dels canvis d'estat). Aquests 25 conceptes inclouen aspectes molt diferenciats:

Habilitats en la manipulació de Taules i gràfics, Coneixements d'evidències empíriques, així com de la conservació de la massa, estats d'organització, propietats, lleis, naturalesa dels gasos, coneixements de la teoria corpuscular de la matèria, la teoria cinètica, vaporització, condensació, ebullició, equilibris Líquid-Vapor, propietats de les dissolucions, aspectes de crioscòpia, constància de la temperatura durant els canvis d'estat de les s.pures o/i variació en les barreges, etc.

També inclou un apartat dedicat al llenguatge i un altre dedicat a la intencionalitat, no gens menyspreables: amb 6 subapartats, dedicats al vocabulari, i 5 a la llegibilitat, el primer, i amb 9 subapartats el segon.

D'aquesta manera hi hauria un mínim de 50 apartats o subapartats. I això sense tenir en compte el tipus de presentació o formulació de cada qüestió, etc. És fa evident la necessitat d'una simplificació, encara que en aquest camí perdrem riquesa de detall. S'ha de tenir en compte que els aspectes de llenguatge, tant els de vocabulari com especialment els referits a la "llegibilitat" (que al final es desestimen), poden ser molt útils en etapes inicials de qualsevol disseny. Nosaltres vam triar l'escala de facilitat de Flesch (Bulman, L., 1985) per avaluar la "llegibilitat" en funció de la dificultat de comprensió lectora. També hauríem pogut escollir d'altres criteris de "llegibilitat" citats per Harrison, C., (1980) i Reynolds, L. (1989)

La llegibilitat es determina per a cada frase que s'ha de considerar (p.ex. l'enunciat de cada pregunta d'un qüestionari), sobre un gràfic de doble entrada, empíricament dissenyat per Rudolf Flesch en funció del nombre de síl·labes per cada 100 paraules, i del nombre de paraules per frase.

A la segona matriu, vam reduir el nombre d'apartats (3 tipus de context, 5 [dels 25 anteriors] classes de conceptes, només 4 tipus de llenguatge, i 3 classes d'exigència o intencionalitat).

A la tercera arribem ja a tenir únicament 2 contextos, 2 macro-temes o conceptes, 2 classes de "llegibilitats" (alta i baixa) i 2 classes d'intencionalitats. Aquestes successives reduccions les anàvem fent, a partir de la segona matriu, ajudats per la major o menor significació estadística, de cada un dels diversos factors considerats, que no s'han inclòs a la redacció final per tal de no afegir taules addicionals i força allunyades del propòsit general de la tesi. Al principi, quan el nombre de factors era aclaparador, vam fer unes primeres reduccions atenent a criteris de similitud entre els factors.

En alguns casos les modificacions de matrius eren fruit de discussions consensuades amb col·legues del món de l'ensenyament, dels instituts o de la universitat. Aquests van ser els passos vers la quarta i la cinquena (i definitiva) matrius. A la

quarta, p.ex, vam passar de 2 a 3 temes, però vam reduir a 2 les intencionalitats.

Taula 4.3.- Evolució del disseny del qüestionari final.

POSSIBLES FACTORS N O M	NOMBRE A LES SUCCESIVES MATRIUS					
	MATRIU	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a
CONTEXTOS		5	3	2	2	2
TEMES		25	5	2	3	3(2 al Test Final)
LLENGUATGE (VOCABULARI i LLEGIBILITAT)		11	4	2	2	0
INTENCIONALITAT		9	3	3	2	3
NOMBRE MÍNIM DE QÜESTIONS AL TEST CORRESPONENT ^a						
		12375	180	24	24	18 (12)

Finalment, i per tal de no anar a parar a un qüestionari final, excessivament llarg, (considerant que es necessitarà més d'una qüestió per a cada conjunt de factors de disseny diferents), s'ha eliminat el tema del llenguatge (vocabulari i "llegibilitat"). Igualment i tot i admetre tres temes al pre-test, els hem reduït a dos per al test final.

A la Taula 4.3 es mostra l'evolució del nombre de factors fins que es redueixen als 7 finals de la 5^a matriu, al marge del tipus de presentació de les qüestions, com preguntes obertes o com qüestions d'elecció múltiple. Tal com hem dit abans, a l'Annex 4 es mostren les successives matrius amb detall.

Una conclusió clara d'aquesta selecció és que si s'hagués fet el procés a la inversa, és a dir, dissenyar el pre-test quan s'hagués decidit aquest prototipus de matriu pels factors de disseny, hauríem d'haver preparat un pre-test molt més extens per disposar d'un mínim de 2 o 3 qüestions relatives a cada grup de factors.

^a Amb una sola qüestió per a cada grup diferent de factors de disseny.

4.4 Hipòtesis de treball i disseny seleccionat

Hipòtesis Principals:

Les hipòtesis¹ a verificar són les següents:

1) Les respostes a les preguntes obertes d'un qüestionari sobre coneixements relatius als canvis d'estat, es poden classificar en categories que resulten coherents amb els resultats obtinguts a les qüestions d'elecció múltiple².

2) En conseqüència, també es poden elaborar diversos perfils o tipologies d'alumne en funció precisament d'aquestes respostes obertes.

3) El seu rendiment depèn entre d'altres factors, de les variables geogràfiques, econòmiques, socials i culturals que emmarquen la vida dels alumnes.

4) La manera de presentar les qüestions (com a preguntes obertes o com a qüestions d'elecció múltiple), com també els següents factors de disseny tenen influències significatives sobre el rendiment demostrat pels alumnes:

- Context (científic i quotidià)
- Conceptes (equilibris Líquid-Vapor i propietats dels gasos)
- Intencionalitat (-producció o selecció d'explicacions
-producció o selecció de prediccions,
-generació d'hipòtesis o d'explicacions)

En canvi no s'estudiarà la influència del factor "LLENGUATGE" (que inclouria vocabulari i "llegibilitat"), per simplificar el disseny, i per haver observat importants diferències entre els valors de la llegibilitat donats per l'Escala Flescher (BULMAN, L., 1985) segons que es preparin les qüestions en anglès o en català.

5) El rendiment dels estudiants presenta associacions globals amb els "perfils" o tipologies i amb l'entorn socio-cultural en què viuen.

¹ Formulades les unes a la vista dels resultats del pre-test ja distribuït, i les altres que explicitem i també volem comprovar, a partir de creences intuïdes en la nostra experiència com educadors i a les quals podem anomenar hipòtesis implícites.

² A més de presentar una coherència interna acceptable.

6) No obstant, els únics alumnes d'algun perfil que donaran uns rendiments que no dependran dels factors socio-culturals dominants són els del perfil dels avançats.

És a dir, per als alumnes del perfil més avançat la influència del seu "entorn" no és tan determinant com per als dels altres perfils.

Això voldria dir que els alumnes dels models elevats no depenen tant de les circumstàncies ambientals com els altres i que per tant en aquests casos no s'hauria d'aprendre menys Química (per extensió d'aquesta hipòtesi) pel fet de viure a un barri o a un altre.

Hipòtesi Secundària

D'una manera general el grau de certesa amb què els alumnes responen qüestions referents als canvis d'estat és independent de la bondat de la resposta.

(Aspectes interessants lligats amb la psicologia de l'adolescent)

Verificació

Procedirem a verificar aquestes hipòtesis distribuïnt qüestionaris sobre els coneixements relatius als canvis d'estat d'agregació de la matèria entre alumnes del primer curs de Batxillerat en que tenen Física i Química, és a dir, de l'actual segon de BUP.

Per a verificar la hipòtesi Núm.3 es demanaran a cada alumne/a, en els fulls de resposta, unes informacions addicionals resumibles als 12 punts següents. D'aquests creiem que en depèn, en part, el rendiment:

A) Lloc geogràfic on viu, la qual cosa ens permetrà catalogar-lo com a rural, urbà no metropolitana o metropolitana.

B) Si repeteix curs.

C) Si viu en un entorn natural, o si almenys hi passa el seu temps de lleure durant les vacances o els caps de setmana.

D) Si té aficions lligades a la natura.

E) Si realitza setmanalment activitats físiques, com ara caminar per la muntanya o el camp o bé si practica algun esport.

F) Si ajuda en les tasques de cuina o bé sap cuinar tot sol.

G) Si té una biblioteca amb un mínim de 100 llibres a casa seva.

H) Si té accés a alguna biblioteca.

I) Si un cop al mes, va a museus, exhibicions, teatres o concerts.

J) Si respon usualment tots els seus exàmens en català.

K) Si es defensa en alguna/es llengua/es estrangera/es; si és així dir en quantes.

L) Si és noi o noia.

CAPÍTOL Núm. 4

E X P L I C I T A C I O
I G E N E R A C I O D ' H I P Ò T E S I S

CAPÍTOL Núm. 5

NOU INSTRUMENT EXPERIMENTAL

5 Nou instrument. El qüestionari final

5.1 Disseny i partició del qüestionari final.

5.1.1 Relació d'aquest disseny amb les hipòtesis de treball

a. Vinculació amb les matrius de disseny

Tal com s'indica al capítol anterior arribarem a disposar de 12 a 18 prototipus de qüestions diferents segons que el nombre de temes a estudiar sigui de 2 o de 3, com queda reflectit a les taules 4.1 i 4.3.

Si per cada prototipus preparem 6 qüestions (4 per als que la seva intencionalitat sigui la de generar explicacions), necessitarem 64 qüestions si volem estudiar 2 Temes (Taula 4.2) i fins a 96 si pretenem estudiar 3 temes.

Malgrat que al final reduïrem a 2 els temes a estudiar (qüestions sobre l'equilibri Líquid-Vapor i sobre naturalesa i propietats dels gasos) inicialment pensàvem incloure un tercer tema a estudiar amb qüestions sobre d'altres canvis d'estat. Per aquesta raó es preparà una col·lecció de 96 qüestions les quals presenten fins a 18 combinacions diferents dels factors de "disseny de qüestionaris" seleccionats, d'acord amb la Taula 4.3. Aquesta col·lecció, (un cop depurada segons els processos que es descriuen als apartats d'aquest capítol, que fan referència als retocs introduïts per disposar de qüestions 'a mida' dels alumnes, i un cop fets els retocs referents al tipus d'intencionalitat), es mostra a la llista Núm.1 de l'Annex 5.

b. Alguns Comentaris Generals sobre la producció del qüestionari final.

Al Capítol Núm.4 ja s'ha explicat com es pretén que sigui cada prototipus de les qüestions que ara s'elaboren considerant els factors de disseny següents: context, concepte, i intencionalitat.

Un dels problemes més greus que apareixen en el disseny de les qüestions és el de l'ús adequat de la nomenclatura dels factors de disseny que es pensa utilitzar.

Per aquesta raó un cop preparada una llista general de 96 qüestions, s'ha estudiat repetidament si els noms dels factors de disseny de cadascuna d'elles eren correctes, i en alguns casos s'han realitzat les modificacions oportunes. En d'altres ocasions el que també s'ha fet és modificar el redactat d'algunes qüestions, (conservant la idea original), i les hem adaptat als contextos o les intencionalitats que fes falta. Aquesta llista general depurada es mostra a l'Annex 5 (Llista 1), i és la que serví de base al qüestionari final, al qual per

simplificació ens referirem sovint com el test final malgrat que consta tan de qüestions d'elecció múltiple (les que usualment en diem de tipus-test) com de qüestions obertes.

Un cop elaborades les primeres 4 matrius necessàries per a l'estudi del pre-test havíem arribat a un conjunt de factors de disseny . Pel que fa a la INTENCIONALITAT ens referiem a 'SELECCIO D'HIPOTESIS' si s'havia de triar un valor o bé fer una predicció segons uns aspectes teòrics que t'ajuden a prendre la decissió; i ens referiem a 'EXPLICACIO' si es tractava de triar entre diferents teories presentades, per a poder explicar alguna cosa que ja et diuen que passa.

Posteriorment ,però, s'ha observat en discussions amb col·legues i amb els Directors del treball, que es clarifica més la intencionalitat de cada qüestió, si es disposa de les 3 classes següents:

- Selecció de prediccions
- Selecció d'explicacions i
- Generació d'hipòtesis o d'explicacions.

c. Full de dades de l'alumne

Per a poder relacionar les idees que observem en els alumnes referents als canvis d'estat, amb el seu entorn socio-cultural hem dissenyat un full de dades que cada alumne ha d'omplir juntament amb el full de respostes al qüestionari.

Les dades personals que es demanen volem que ens siguin útils per a verificar o refutar la tercera hipòtesi de treball. És a dir, les dades que demanem¹ són les següents:

- A) Lloc geogràfic on viu ,la qual cosa ens permetrà catalogar-lo com a rural, urbà no metropolitana o metropolitana.
- B) Si repeteix curs.
- C) Si viu en un entorn natural, o si almenys hi passa el seu temps de lleure de vacances o els caps de setmana.
- D) Si té aficions lligades a la natura.
- E) Si realitza setmanalment activitats físiques com ara caminar per la muntanya o el camp o bé si practica algun esport
- F) Si ajuda o sap cuinar.
- G) Si té una biblioteca amb un mínim de 100 llibres a casa seva.
- H) Si té accés a alguna biblioteca
- I) Si un cop al mes, va a museus, exhibicions, teatres o concerts.
- J) Si respon usualment tots els seus examens en català.
- K) Si es defensa en alguna/es llengua/es estrangera/es, i llavors dir en quantes.
- L) Si és noi o noia.

¹Encara que respectant l'anonimat dels alumnes que poden utilitzar un pseudònim si ho desitjen.

Una còpia d'aquests fulls de dades ,es mostra a l'Annex 5B.

d. Alguns aspectes sobre la intencionalitat que s'han tingut en compte, a les discussions amb d'altres professors

Les 96 qüestions de la llista Núm.1 de l'Annex 5A, es va acabar classificant-les d'acord amb els arguments que s'indiquen a cada cas, amb independència de consideracions prèvies:

La qüestió 18 es considera presentada amb una intencionalitat de selecció d'explicacions i no d'emissió d'hipòtesis perquè no cal triar. No cal fer suposicions.

La Núm.49 també amb intencionalitat de selecció d'explicacions pels "perquè". Semblava tenir una intencionalitat de generació d'hipòtesis, per les raons 'micro' on certament es juga amb hipòtesis. Però aquestes no són rellevants a l'hora de triar. El que passava ja ho explicava el propi enunciat.

La Núm.65.- Podria tenir una intencionalitat de generació d'hipòtesis. Però l'hem acabat considerant de selecció d'explicacions.

La Núm.30 la considerarem amb una intencionalitat de generació d'hipòtesis (s'ha de respondre en funció d'una teoria).

La Núm.44, com que es pot quantificar, es veu clarament que la tria de la resposta dependrà primer d'una emissió d'una hipòtesi.

La 73 també la considerarem amb una intencionalitat de generació d'hipòtesis: atès que seleccionem en funció d'una hipòtesi. "No hi cerquem res" (en frase d'un company professor d'institut).

e. Confecció de qüestions 'a mida' dels alumnes. Recomanacions observades

S'han distribuït preguntes a grúpets petits d'alumnes de 2ⁿ de BUP de l'IB "Barri Besós" que s'han prestat amablement a fer una colla d'observacions, respecte a algunes de les 96 qüestions de la llista Núm.1 de l'Annex 5A, per a estudiar la conveniència dels distractors i fins i tot de les pròpies preguntes preparades. Així hem pogut obtenir nous distractors fets a 'mida dels alumnes', abans de distribuir les proves a centenars d'alumnes més. Algunes de les observacions es comenten a continuació:

-A la qüestió 28 trien el distractor 'C', "perque yeuen moviment a l'olla!!"

-A la 52 a 'B' diuen que "està més concentrat o que estaven més juntes" ,i a 'C' que s'escampa més("se esparce más",en castellà) el gas

Igualment canviàren espai per lloc!. També s'acordà eliminar de l'enunciat "per segon i per mm²". Per cert s'especulà sobre si fóra incorrecte no fer-ho.

-A la 57, cal homogeneïtat (o totes, o cap) respecte a l'ús de la paraula "Perquè". Una alternativa podria ser demanar les raons per les que passa tal cosa són A....,B).... C)... etc.

Es curiós com pels alumnes plantejant la pregunta com a oberta respecte a quin lloc de dins de la casa s'inclinen per "Una cambra assolada o bé per una d'INTERIOR!!"

-A la 91 diuen que més ràpid l'A) però pel B) argumenten que "ho han vist a la seva cuina,mentres la seva mare cuina!"

-A la 93 tenen clar que és la C.La cocció és al P.Eb i aquest és constant, sigui quina sigui la posició de l'escalfador.

-A d'altres qüestions n'ha sortit un redactat millorat de l'enunciat com a conseqüència d'aquests diàlegs. P.ex., a les Núm.9, 18, 23, 26, 28, 51, 57, 83....,etc.)

f. Llista de les qüestions que s'han retocat per a fer-les 'a mida' dels alumnes o bé que han sofert d'altres modificacions abans de presentar-les depurades, a la llista final.

9

L'altura mitjana de les muntanyes de l'Himàlaia és de 7500m. Allà, mai no hi plou. Podries dir per qué?

- A)És cert, excepte en el període dels Monsons
- B)El sol hi brilla sempre, per sobre els núvols.
- C)La pluja es congela a aquelles alçades
- D)Les temperatures, allà, són sota zero °C; i no hi ha precipitacions de pluja líquida.
- E)No sé la resposta

18

Un pot petit l'omplim de gel. La tapadora s'enrosca fortament, i la paret exterior del pot s'aixuga amb una tovallola. Al cap d'uns minuts la paret exterior del pot està humida.

D'on creus que prové l'aigua?

- A)De gel que es fon a través del pot.
- B)De fred que es converteix en aigua.
- C)D'aigua que ja estava a l'aire i que s'enganxa a la paret del pot.
- D)De la tovallola que no ha assecat bé el pot.
- E)No ho sé pas.

23

Quan 18 centímetres cúbics d'aigua es converteixen íntegrament en vapor, el seu nou volum és d'uns 25000 centímetres cúbics. A què es deguda aquesta diferència de volum?

- A) Les molècules de vapor són més grans que les de l'aigua líquida.
- B) L'espai entre molècules és major al vapor que a l'aigua líquida.
- C) La massa de vapor és major que la de l'aigua líquida.
- D) El vapor conté més molècules que l'aigua.

26

Per qualsevol substància pura, el punt de fusió és sempre

- A) Una mica superior al punt de congelació.
- B) Una mica inferior al punt de congelació.
- C) Igual al punt de congelació.
- D) Diferent del punt de congelació (però és un valor fixe).
- E) Diferent del punt de congelació (de vegades superior, i de vegades inferior).

Per exemple (si "A" fos la resposta correcta, això voldria dir que l'aigua fon a 0°C, i que congela una mica per sota dels 0°C).

28

En quin dels casos següents les partícules estan més desordenades? (A nivell intern)

- A) gel a 0 °C
- B) aigua a 0 °C
- C) aigua a 100 °C
- D) vapor d'aigua a 100 °C

30

Generalment, quan un sòlid es fon per a formar un líquid, la seva densitat

- A) disminueix
- B) Augmenta
- C) No varia
- D) No ho sé

44

Quan un líquid marró determinat, s'introdueix a la part baixa d'un recipient de vidre que conté aire, aquest producte marró es mou lentament i va pujant pel recipient. Quina de les frases següents explica millor tot això?

- A) Aquest producte és menys dens que l'aire.
- B) Aquest producte és més calent que l'aire.

- C) El vapor d'aquest producte consta de partícules que es mouen
- D) El vapor d'aquest producte es difon més depressa que l'aire
- E) Les molècules d'aquest producte són més lleugeres que les de l'aire.

49

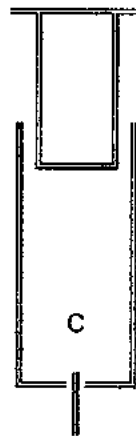
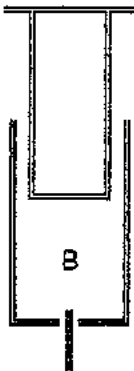
- La pressió de l'aire en un pneumàtic de cotxe disminueix quan la temperatura baixa, perquè les molècules d'aire en el pneumàtic:
- A) Es mouen més a poc a poc.
 - B) Fan menys col·lisions cada segon amb les 'parets' del pneumàtic.
 - C) Es mouen més depressa.
 - D) No seria capaç de triar la resposta correcta.
 - E) Indiqueu, si us plau, si hi ha més d'una resposta correcta.

51

- La pressió d'un gas tancat a l'interior d'una xeringa la mantenim constant. Si l'escalfem augmentarà el seu volum perquè
- A) Augmenta la massa.
 - B) Les molècules es mouen més depressa i necessiten més 'lloc'.
 - C) Les molècules es mouen més a poc a poc.
 - D) Baixa el nombre de xocs amb les parets.
 - E) No ho sé.

52

- La pressió d'un gas perfectament tancat a l'interior d'una xeringa que s'expansiona, a temp. constant, des del volum B al C decreix perquè:
- A) augmenta la massa.
 - B) Disminueix el nombre de xocs de les molècules de gas amb les parets de la xeringa.
 - C) Les molècules es mouen més a poc a poc.
 - D) Tenen més 'lloc' i es mouen més depressa.
 - E) No ho sé.



57

Si un dia molt humit intentem assecar la roba d'una bugada, on creus que s'assecaria millor:

- A) a l'aire lliure
- B) a la cuina
- C) a la cambra de bany
- D) a una habitació interior
- E) No ho sé

Escriu, si et plau, les principals raons que hakis considerat:

58

D'on creus que prové el gel que es forma a les parets dels congeladors?

- A) De la humitat dels aliments.
- B) De l'aigua que queda al 'terra' del congelador, un cop posem a formar-hi cubets.
- C) D'aigua que prové de les tuberies de dintre del congelador.
- D) De la humitat que porta l'aire que entra al congelador quan s'obre la porta.

65

Describeu la teva sensació quan et poses colònia o alcohol a les mans. Després ,explica el que creus que passa?

73

Per tal que una pilota de ping-pong una mica aixafada recuperi la seva forma esfèrica hom la..:

- A) Col·loca ràpidament en contacte amb nitrògen líquid, a -150°C
- B) Introdueix en aigua bullent a 100°C
- C) Introdueix al congelador
- D) Tant se val per que ja no serveix per a res

83

En quin dels casos següents les partícules estan més desordenades? (A nivell intern)

- A) Gaseosa tancada a la nevera a 4°C .
- B) Gaseosa tancada a l'ombra d'un parasol a la platja a 30°C .
- C) Gaseosa a punt de gelar-se a una muntanya molt alta, 0°C .
- D) Gaseosa equivocadament escalfada a un micro-ones a 75°C .

91

Tenim dues olles , 'A' i 'B', sobre dos escalfadors idèntics , amb una mateixa quantitat d'aigua, sal i patates , que es mantenen cobertes per l'aigua durant tot l' experiment. Les posicions seleccionades per als escalfadors també són idèntiques.

Però quan comencen a bullir, l' escalfador de la "B" es baixa a la posició de "mínim" i la de la "A" es deixa com fins ara.

Indica, si et plau, quines patates trigaran més a coure's:

- A) Les de la "A"
- B) Les de la "B"
- C) Trigaran igual
- D) No ho sé

Escriu, si et plau, les raons que hàgis considerat:

93

Tenim dues olles , 'A' i 'B', sobre dos escalfadors idèntics , amb una mateixa quantitat d'aigua, sal i patates , que es mantenen cobertes per l'aigua durant tot l' experiment. Les posicions seleccionades per als escalfadors també són idèntiques.

Però quan comencen a bullir, l' escalfador de la "B" es baixa a la posició de "mínim" i la de la "A" es deixa com fins ara.

Indica, si et plau, quines patates es couran a major temperatura:

- A) Les de la "A"
- B) Les de la "B"
- C) Es couran a igual temperatura
- D) No ho sé

Escriu, si et plau, les raons que hàgis considerat:

5.1.2 Participió del Qüestionari-final

Explicació

Un cop es disposà de la llista final de les 96 qüestions ja esmentada, es decidí de limitar a 2 temes aquest estudi sobre pre-conceptes mitjançant el qüestionari final(l'equilibri Líquid-Vapor i les propietats i naturalesa dels gasos).

El següent pas va ser la decisió de limitar les 63 qüestions disponibles a un nombre raonable per a ser distribuïdes a gran escala entre alumnes de diferents escoles o instituts.

Posteriorment vam decidir la separació del test final en una prova sobre l'equilibri líquid-vapor (test-L) i una altra sobre gasos (test-G), amb 18 qüestions cadascuna.

5.1.2.1 Test final sobre l'equilibri Líquid-Vapor. Test-L

Adequació del test-L

Una adaptació del questionari de la llista Núm.1 de l'Annex Núm.5, dividida en fraccions, s'ha repartit a alumnes d'Institut per a obtenir distractors i idees per a noves qüestions fetes més 'a mida' dels alumnes.

La primera prova consistí en varies qüestions sobre l'equilibri LIQUID-VAPOR, i es distribuï a 25 alumnes de l'I.B.'B.Metge':

10 alumnes respongueren qüestions d'elecció múltiple en el context de la vida quotidiana,
6 ho feren a qüestions en contextos científics,
5 més respongueren a qüestions obertes molt similars a les dels 2 conjunts anteriors, i
amb un altre grupet de 7 vam tenir una conversa durant tota una classe d'una hora sobre les mateixes qüestions obertes i sobre aspectes generals de vocabulari.

En conjunt es va disposar de 31 qüestions de les de la llista Núm.1 de l'Annex 5A i 3 qüestions noves que les podem agrupar en 2 conjunts de qüestions tal com es mostren detalladament, a la Llista Núm.2 de l'Annex 5.

Efectivament, tenim el conjunt C (de 18 qüestions) amb:

- 8 qüestions 'CEL' (Context: Científic, Intencionalitat: Seleccionar explicacions, i tema: l'eq. L=V.)
- 6 qüestions 'CPL' (Context: Científic, Intencionalitat: Seleccionar prediccions, i tema: l'eq. L=V.)
- i 4 qüestions 'CHL' (que són obertes)(Context: Científic; Intenció: Generació d'hipòtesis; i Tema: l'eq. L=V.)

I el conjunt V (de 16 qüestions) que té:

- 6 qüestions 'VEL' (Context: Quotidià, Intencionalitat: Seleccionar explicacions, i tema: l'eq. L=V.)
- 6 qüestions 'VPL'^a(Context: Quotidià, Intencionalitat: Seleccionar prediccions, i tema: l'eq. L=V.) i
- 4 qüestions 'VHL' (obertes)(Context: Quotidià; Intenció: Generació d'hipòtesis; i Tema: l'eq. L=V.)

^a Sense comptar una qüestió(VPL) de reserva.

Conseqüències Principals d'aquesta sessió amb alumnes:

CEL) La qüestió Núm.8 és massa difícil si se n'esperen consideracions tan sobre temperatura com sobre aspectes cinètics. Aquests aspectes no són indicats per alumnes de segon de 'BUP'.

VEL) La qüestió Núm.4: Parlar d'humitat relativa també és massa difícil: Potser es facilitarà amb paraules com ambient humit i humitat a l'aire.

La No 5: és mes aviat difícil, fins i tot sense consideracions sobre les B.L.E.V.E.*

La Núm.6: No interessa incloure-la!! Els alumnes no n'han sentit mai a parlar i responen amb d'altres paraules comunes el que diu el propi enunciat

VPL) A la Núm. 1: vuit de 10 alumnes diuen: "No ho sé" , i només un de 10 respon correctament.

Les Núm. 2, 3 i 4 són massa semblants:

-La Núm.2 i la 4:diuen "...i segueix bullint"

A la No 3:convindria posar els nombres romans en majúscules. així com explicar-hi millor quina mena de cafetira és una "melita".

A la Núm.5 : Evitarem dir ..."queda aigua en el vas"

A la Núm.6 : Usarem la paraula "Tuberia"

VHL) Trobem entre d'altres respostes:

A la Núm.1 : "L'alcohol Entra pels poros"

A la Núm.2 : "de l'aigua de la nostra respiració o del fred que es converteix en aigua "

A la Núm.3 : La roba absorbeix l'aigua i després s'evapora/
Tenir una superfície suau també hi juga el seu paper/
Estar a diferent Temperatura.

La Núm.4: Gairebé és inútil! Tot i que alguns alumnes del grupet del diàleg coneixen molt bé les saunes, donat que les utilitzen i tot.

Posteriorment a la distribució, aquesta primera part del Test final (a base de qüestions relatives a l'equilibri Líquid - Vapor) es reduí de 34 a 18 preguntes, un cop tingudes en compte les modificacions necessàries per a una major comprensió per part dels alumnes i procurant que d'aquestes qüestions n'hi hagi el mateix nombre (3) de cada una de les sis categories de disseny:

CEL, CPL, CHL, VEL, VPL i VHL
on el significat de cada lletra ja s'ha explicat més amunt.

* Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion.

Construcció i distribució del Test-L Final.

Un cop concluit aquest nou experiment pilot realitzat a I.B.'B.Metge', s'escolli la llista final de qüestions seleccionades, que es presenta a la taula 5.1.1 en el mateix ordre que al qüestionari-L definitiu, (amb la lletra que identifica el distractor correcte --a sota de les qüestions que són d'elecció múltiple). Els factors de disseny que tenen les qüestions i els nombres que els acompanyen són els que tenien aquests grups de factors a la llista Núm.2 de l'Annex 5.

A l'Annex 5.B es mostra aquest test-L complet, cojointament amb el full de dades dels alumnes, les instruccions i el full de respostes.

Aquesta prova es distribuí a 509 alumnes, de 7 escoles de 4 ciutats diferents.

El nombre absolut de respostes correctes a qüestions d'elecció múltiple es mostra a la Taula 5.1.1, amb els noms dels factors de disseny de totes les qüestions i del seu distractor correcte.

També s'indica a la Taula 6.1.31 de l'Annex 6A.

TAULA 5.1.1 FACTORS DE DISSENY DE LES QÜESTIONS SELECCIONADES pel TEST-L,
--

D'ELECCIO MULTIPLE:

CE3,CE4, CE6, CP3,CP4,CP5,VE1,VE3,VE2,VP1,VP2,VP4,CH1,
--

DISTRACTORS CORRECTES DE LES QÜESTIONS:

C	D	D	B	B	C	A	A	C	B	B	A	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

FREQUENCIA D'ENCERTS :

38	449	171	332	336	286	130	218	259	176	148	260	439
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Q.OBERTES:

VH1,VH2, VH3, CH2,CH4

5.1.2.2 Test final sobre propietats dels gasos. Test-G

Adequació del test-G

Del total de les 96 qüestions disponibles inicialment seleccionades, tenim 31 qüestions corresponents als "Equilibris Liquid-Vapor", i 33 a d'altres canvis d'estat. O sigui que referents a "Propietats i comportament dels gasos", ens quedaven 32 qüestions.

Com a la fracció 'L', les vam agrupar en 2 conjunts, en un total de 6 famílies de disseny :

CEG , CPG , CHG , VEG , VPG and VHG
(amb els mateixos símbols que ja hem descrit abans)

i les vam repartir a 19 alumnes de l' I.B. 'B.Metge' dividits en 3 grupets .

La selecció es basà en la facilitat de comprensió dels enunciats que s'evidencià amb els petits grupets del I.B.'B.Metge' a l'April del 1989. D'entrada vam eliminar les qüestions amb factors de disseny CE3, CE6, CP6, VE3, VP5 i VP6 per massa difícils atès que cap alumne les respongué correctament.

Aquesta segona part del Test-3 tracta del comportament i de les propietats dels gasos.

Inicialment es preparà un conjunt de 32 qüestions¹ que s'utilitzaren juntament amb 4 qüestions noves per a distribuir a uns alumnes d'un grup de tarda de l'I.B."Bernat Metge" per a obtenir qüestions fetes a mida d'ells.

Com a la primera part, les preguntes estaven dissenyades com a CEG, CPG, CHG, VEG, VPG i VHG

on el significat de cada lletra és el mateix que abans, és a dir:

C: Qüestions pertinyents al món científic

V: a la vida quotidiana

E: si d'havien de seleccionar explicacions

P: en cas d'haver de seleccionar prediccions

H: si són qüestions on cal general hipòtesis o bé explicacions

i l'etiqueta G comuna a totes les preguntes d'aquesta segona part en tractar sobre el tema dels Gasos

Aquest nou assaig de distribució de proves es va fer de la següent manera:

6 alumnes contestàren un conjunt de qüestions de context científic sobre gasos (com a qüestions d'elecció múltiple i qüestions obertes),

6 alumnes contestàren un conjunt de qüestions de context quotidià sobre gasos (com a qüestions d'elecció múltiple i qüestions obertes), i

també vam discutir sobre totes elles amb un grup de 7 alumnes durant una sessió d'una hora (especialment les qüestions obertes) tractant de trobar distractors fets 'a mida' dels alumnes i averiguant quines qüestions convenia eliminar, i parlant d'aspectes de vocabulari.

El conjunt 'C', de 17 qüestions científiques constava de:
6 qüestions CEG, 6 qüestions CPG i 5 qüestions CHG (Obertes)

EL conjunt 'V' de 19 qüestions de context quotidià constava de:
6 qüestions VEG, 7 qüestions VPG i 6 qüestions VHG (Obertes)

¹Les del indicador de tema=G (Propietats i naturalesa dels gasos) de la llista Núm.1 de l'Annex 5.

Conseqüències principals d'aquesta nova sessió pilot:

Després de discutir les respostes escrites donades pels alumnes, amb la seva professora de Química, que també havia estat presenciant aquesta sessió pilot, vam efectuar les següents consideracions:

CEG)- Les 6 Questions necessitaven una sintaxi més senzilla.

CPG)- La Qüestió Núm.3 és més aviat difícil tot i que només requereix l'aplicació de les equacions de les lleis dels gasos. Quelcom semblant passa a les qüestions Núm.5 i 6.

-A la Núm.4 acordarem d'eliminar l'antic distractor 'D', donat que als congeladors corrents de cuina no hi cap una botella oberta de cava o de 'champagne'. En aquesta qüestió la temperatura del Distractor C era massa alta (fora dels marges usals de qualsevol de les nostres contrades)

-A la No 6: La Temperatura es donava en Kelvin. No ho creiem difícil però pot ser que alguns alumnes no els hagin usat, encara.

VEG)-A la qüestió Núm.1: Hi modificarem el marge de Temperatures (igual que a la 'CPG'-Núm.4)

Haurèm de triar entre aquesta qüestió i la CPG Núm.4. Són massa semblants.

-A la Núm.2. Substituirem la paraula querosè per combustible. Els alumnes saben més coses dels combustibles que dels hidrocarburs.

-A la Núm.4. Serà millor dibuixar-hi el globus desinflat cap avall. Si el dibuixem cap amunt pot crear confusions.

-Caldrà una millor sintaxi a la Núm.3.

VPG)-A la Núm.2: AL Distractor A: No importa si l'agent refrigerant és N_2 o qualsevol altre. Ho canviem al redactat definitiu dient "la pilota es refrigera a uns $-150^{\circ}C$ ".

-A la Núm.3 Sobrepressió i depressió les canviarem per "la pressió ha augmentat molt o ha disminuït molt".

-Cercarem millor sintaxi per a les Núm.4 i Núm. 5

-A la Núm. 6 tornem a trobar la Temperatura en (K)...

Després de discutir amb companys les respostes orals a les qüestions obertes, hem remarcat les següents consideracions:

CHG)-A la Núm.2: Realment no donen frases explicant si aquest fenomen prova o no la teoria cinetico-molecular.

-A la Núm.3: Un dibuix el considerem essencial per a indicar exactament el que pretenem

-A la Núm.4: Veïem que és més aviat difícil. També hi convé un dibuix, si no eliminem la qüestió

-La Núm.5: l'hem inclosa tractant de comparar els resultats amb els de Stavý,(1988).

VHG)-La Núm.2 és extremament difícil per a alumnes de 2ⁿ de SUP. Els és impossible d'identificar molts dels factors que influencien els resultats

-La Núm.3 és massa similar a la 'CPG', Núm.4

-La Núm.4 és més difícil que la seva equivalent d'elecció múltiple (la 'VEG' Núm.2). N'haurem d'eliminar una de les dues.

-Les Núm.5 i 6 Tenen una qüestió equivalent d'elecció múltiple, la VEG Núm.6, que sembla més aviat molt fàcil. Es més recomanable triar-la en forma de qüestió oberta (VHG).

Finalment el nombre de qüestions es reduí a 18 igual que a la primera part i amb els mateixos criteris,és a dir: selecció de preguntes més comprensibles i aconseguir un nombre semblant de preguntes per a cada categoria de disseny i així quedà dissenyada la 2ª part d'aquest qüestionari final .

Com a resultat d'aquesta nova prova pilot, les qüestions finalment seleccionades sobre el tema 'gasos' foren:

CE:	Núm.1 , 4 , 5 and 2(spare)	VE	4 and 5
CP:	Nº 1 , 2 & 4	VP	1 , 2 , 7 and 3
CH:	1 , 2 & 5	VH	4 and 5

A l'Annex 5.C es mostra aquest test-G complet, juntament amb el full de respostes.

Del 12 al 25 de maig de 1989 es realitzà la distribució del Test-G als alumnes de les mateixes 7 escoles de 4 ciutats als quals ja s'havia distribuït el Test-L.

En aquest qüestionari finalment s'hi inclogueren les qüestions del tema 'G'(Gasos),amb els altres 2 factors de disseny que per a cadascuna s'indica a la Taula 5.1.2.º (El primer factor correspon al context i el segon a la intencionalitat de la qüestió. El nombre que porten correspon a l'identificador d'ordre per a qüestions amb el mateix parell de factors de disseny). També s'hi indica el nombre d'alumnes que les encertàren, d'entre el total de 523 que les responguèren, i del distractor correcte a les Qüestions considerades d'elecció múltiple.

A Taula 5.1.3 es mostra la matriu real del disseny complet de la prova final (Els Tests 'L' i 'G').

ºPresentades en el mateix ordre que al Test-L.

TAULA 5.1.2 FACTORS DE DISSENY DE LES QÜESTIONS SELECCIONADES pel TEST-G:					
CH1	CH2	CH5	VH4	VH5	^h CP4 B ² 381
^v CE5 A & B ³ 402	CE4 A & C ⁴ 402	VP2 B 359	VP1 B 394	CE1 C 321	CP1 B 411
CP2 C 212	VE4 A 200	VE5 C 186	CE2 B 112	VP7 A 132	VP3 C 251

A La prova final en conjunt hi participàren 549 alumnes de BUP dels quals han realitzat el Test-L 509 alumnes i 523 el Test-G. Han intervingut tan al Test-L com al Test-G: 483 alumnes.

Aclariments : Tot i que els dos qüestionaris finals tenen teòricament cadascun 18 preguntes, s'ha de tenir en compte que moltes de les qüestions d'elecció múltiple són a la vegada qüestions obertes. Exactament això succeeix a 5 qüestions del Test-L i a 3 del Test-G. És a dir, de fet, tenim 23 qüestions al Test-L i 21 al Test-G.

Per maneres de presentar les qüestions, al Test-L hi tenim:
13 qüestions d'elecció múltiple , i
 10 d'obertes, de les quals 6 qüestions s'han considerat adequades per a l'anàlisi qualitativa de les frases donades com a resposta

I al Test-G :
 10 qüestions d'elecció múltiple ,
 3 qüestions més en que s'ha de dir si cada distractor és cert o fals, però que s'han computat com a qüestions d'elecció múltiple considerant-les encertades si s'encertava com a mínim un dels distractors que eren certs a cada una d'aquestes qüestions, i
 8 qüestions obertes, de les que se n'han refusat 2, per a l'anàlisi qualitativa de les frases-resposta.

Globalment és com si al Test-L i al G hi tinguéssim 13 qüestions d'elecció múltiple i 6 qüestions obertes, a cada un d'ells.

²Distractor B: Cert ; A, C i D falsos

³Distractors A i B certs; i fals el C.

⁴Distractors A i C certs; i fals el B.

Als efectes dels càlculs de les seguretats a les qüestions del test final s'ha de considerar les distribucions 13+6 a totes dues parts ('L' i 'G'). Comparant aquesta demanda d'informació als alumnes sobre la seguretat, cal recordar que al pre-test només s'efectuava a les qüestions d'elecció múltiple.

TAULA 5.1.3/ Matriu real del disseny complet de la prova final

NOMBRE DELS PROTOTIPUS DE LES QÜESTIONS	CONTEXT		INTENCIONALITAT			CONCEPTES		NOMBRE DE QÜESTIONS PER PROTOTIPUS
	V	C	E	P	H	L	G	
1	X		X			X		3
2	X		X				X	2
3	X			X		X		3
4	X			X			X	4
5	X				X	X		3
6	X				X	X		2
7		X			X	X		3
8		X			X		X	3
9		X	X			X		3
10		X	X				X	4
11		X		X		X		3
12		X		X			X	3

TOTAL 36

EN AQUESTA TAULA 'V'=Context Quotidià i 'C'=Context Científic ;
 'E' = Seleccionar Explicacions ; 'P'=Seleccionar Prediccions ;
 i 'H' = Generar una Hipòtesi o una Explicació
 'L' = Equilibris Liquid-vapor i 'G' =Propietats dels Gasos

5 . 2 .-Descripció de la mostra

Aspectes generals

Es presenta una descripció de la mostra a la secció 5.2.A, on s'explica la naturalesa de les dades recollides de la col·lecció sencera.

A la secció 5.2.B es descriu la Mostra final reduïda, de menor tamany, que s'utilitza a l'anàlisi qualitativa de frases. Dins d'aquesta secció es presenten:

- de quina manera s'ha seleccionat la Mostra final reduïda (Punt 5.2.B.1).
 - la comparació de resultats a la col·lecció sencera i a la mostra final reduïda (Punt 5.2.B.2)
 - els biaxos que s'han anat produint a mesura que el nostre estudi se'n ha anat centrant en la mostra final reduïda (Punt 5.2.B.3)
 - La significació estadística de les associacions entre rendiment (o puntuació) a la mostra final reduïda al Test-Final amb variables socio-econòmiques i amb factors de disseny, així com la comparació amb la col·lecció sencera (Punt 5.2.B.4)
- Finalment a la secció 5.2.C. es mostra una llista-compendi de les escoles que han participat en alguna fase d'aquesta recerca.

A. Descripció de la col·lecció sencera

El Test-Final constava de 2 parts, el Test-G i el Test-L, que es van distribuir entre l'abril i el maig de 1989 a 549 alumnes, molt majoritàriament de segon de BUP, de 7 Centres (instituts públics o escoles privades) de 4 ciutats de Catalunya. (Taula 5.2.1). A la part que anomenem Test-G hi participaren 523 alumnes i al Test-L 509 alumnes¹.

Aquest grup d'alumnes presenta els següents trets característics:

- Hi ha el 40.7 % de nois, i el 59.3% noies.
- Hi ha 123 alumnes d'escoles privades (24.2%) i 386 d'escoles públiques (74.8%)
- Tenem un 10,65% d'alumnes repetidors
- 185 alumnes viuen en àrees metropolitanes (la conurbació de Barcelona) (36.3%),
- 208 en zones urbanes no metropolitanes (40.9%), i

¹El que es diu sobre la descripció dels participants al Test-L, a efectes d'aquesta recerca, és pràcticament equivalent al que es diria de la col·lecció total o dels participants al Test-G o del subconjunt de 483 alumnes que van respondre tant al Test-L com al G i que per aquesta raó estan inclosos a la llista de participants al Test-L

116 en zones rurals(el 22.8%)

-147alumnes no coneixen cap idioma estranger(el 28.9%) , i els 362 restants (el 71.1%) en coneix almenys un.

-El 71% dels alumnes diuen que responen sempre en català els seus examens (361 alumnes) i que no ho fan així el 29% (148 alumnes). Aquesta utilització del català és desigual, però, d'escola a escola atès que els percentatges respectius són:36% a l'I.B.Besós 100% a l'escola St.Miquel, 61% a l'I.B.S.Vilaseca, 46% a l'I.B.Bernat Metge, 44% al C.E. de Tarragona, 98% a l'Escola Súnion i 99% a l'I.B.Jaume Callís.

En promig, en aquesta col·lecció, utilitzen sistemàticament el català

el 62 % dels alumnes de les escoles públiques i el 99% dels de les privades d'aquesta mostra; el 52% d'alumnes que viuen a la zona metropolitana, el 78% dels de la urbana no metropolitana i el 88% dels de les zones rurals.

-Hi ha 453 alumnes que tenen accés a entorns naturals(el 89%),

-226 que tenen aficions lligades a la Natura(el 44.4.%)

-359 que practiquen esports(el 70.5%) , i

-Només 179(el 35.2%) tenen habilitats a la cuina,

-290 (el 57%) tenen accés a béns de tipus cultural² com ara llibres, assisteixen a exposicions, etc. .Per escoles, però, les variacions són considerables:51% a l'I.B.Besós

68% a l'escola St.Miquel, 51% a l'I.B.S.Vilaseca, 60% a l'I.B.Bernat Metge, 4% al C.E. de Tarragona, 86% a l'Escola Súnion i 56% a l'I.B.Jaume Callís.

Resultant un promig del 51% per als alumnes de les escoles públiques i del 75% per als de les privades.

-Per ubicacions, aquest accés a béns culturals varia del 62% a la zona metropolitana, 56 a la urbana no metropolitana i 51% a les zones rurals

²Dels consultats a l'esmentat full de dades dels alumnes

Aquestes característiques socio-culturals de la mostra s'han elaborat considerant dades de la Taula 6.1.29 de l'annex 6A que s'ha confeccionat amb informacions dels propis alumnes escrites als seus fulls de resposta, que es podien fer anònims si volien. A l'esmentada taula s'hi poden trobar més detalls sobre les característiques socials de la mostra amb inter-relacions de variables que aquí s'han omés, per raons d'espai.

B. Descripció de la mostra final reduïda. Selecció i aspectes particulars (biaix i comparacions)

1. Selecció de la 'mostra final reduïda' de talla reduïda.

En reduir el tamany de la mostra es pretenia disposar d'un nombre de respostes més manejable, que fosin comparatives amb la col·lecció sencera i sobretot que es requerís un temps menor per a la seva anàlisi.

Tots tres objectius s'aconseguien amb la que anomenem mostra final reduïda, obtinguda amb la segona estratègia assajada que es descriu més avall.

Primerament, totes les dades de la col·lecció sencera fàcilment quantificables s'introduïren en fitxers a tractar amb el paquet estadístic SPSS^x a l'ordinador del Centre d'Informàtica de la Universitat de Barcelona.

Per a les respostes obertes s'optà, però, per una reducció de la mostra per a estalviar temps atès que en cas d'utilitzar la col·lecció sencera hi restarien més d'onze mil frases per transcriure i analitzar.

Alguna estratègia s'havia d'introduir per a poder retallar aquell nombre enorme de frases que calia estudiar. L'estratègia escollida ens hauria de permetre d'assolir resultats acceptables en un temps d'anàlisi raonable --diguem 2-3 mesos-- en comptes de requerir potser un any sencer.

-->La primera estratègia assajada consistí en la selecció d'un de cada tres fulls de respostes i deixar a part els altres fulls de respostes (2 de cada 3). D'aquesta manera es preveia obtenir una mostra aleatòria del total dels 549 alumnes que van participar en les 2 parts del Test-final, i que presumiblement tindria el mateix rendiment que la col·lecció sencera. Comparant els rendiments d'aquesta mostra d'un terç i de la

col·lecció sencera s'obtenen resultats¹ semblants per ambdós TESTs. Aquesta estratègia aparentava ser força acceptable.

No obstant, en considerar rendiments vs. factors de disseny i molt especialment vs. el que n'anomenem factors socials no s'obtenen els mateixos resultats per a la col·lecció sencera que per a la mostra².

Per algunes variables dicotòmiques com ara la referida a si s'utilitza o no el català sistemàticament a tots els examens en que això és possible i la que es refereix a si es té o no fàcil accés a biblioteques i a manifestacions culturals els valors de Xi-quadrat baixen dramàticament per a la mostra d'un terç respecte de la col·lecció sencera. Igualment la significació d'aquests caràcters passà de major del 95% ---> a significacions de 54% i 70% (46% i 30% de probabilitats respectives de que aquestes associacions siguin per simple atzar), per a la variable referida a l'ús sistemàtic del català ('CAT') i la variable referida a l'accés als "béns" culturals ('CLT') tal com s'indica a la Taula 5.2.2.

Tot i que una certa devallada en els valors de xi-quadrat són certament deguts a l'efecte 'disminució de talla de la mostra', els canvis en la mitjana del rendiment s'han considerat molt elevats. Les diferències eren d'un 4% a la col·lecció sencera segons es tinguessin els caràcters 'CAT'(49->53%) o 'CLT'(50->54%) positius o no, mentre que a la mostra d'un terç les diferències eren respectivament de 2% i 1% només.

Per aquesta raó, a més dels diferents valors en el nivell de significació pel que fa al rendiment (agrupat segons siguin positius o no els valors de variables categòriques com CAT i CLT), entre la col·lecció sencera i la mostra d'un terç s'ha preferit cercar noves estratègies per a la reducció de la talla de la mostra.

-->Com a nova estratègia s'assumí que per a grans nombres de respostes obertes, el nombre de tipus de respostes marcadament diferents no augmenta gairebé gens per més que augmenti el nombre de respostes, (passat un cert llindar).

Es a dir: si amb --diguem-- 100 alumnes donant respostes obertes a una qüestió s'obtenen --diguem-- uns 12 tipus de resposta, amb 200 alumnes donant respostes obertes a la mateixa qüestió no s'obtenen 24 tipus de resposta. I encara és molt més difícil que amb 500 alumnes es mantingués la proporció i s'obtinguessin 60 tipus de resposta.

1: 49.0 vs. 50.0 al Test-L ,
55.4 vs. 53.0 al Test-G
i 52.2 vs. 51.5 pel Test-3 en conjunt. (Les primeres xifres es refereixen a la col·lecció sencera (TS) i les segones a la mostra a l'atzar d'un terç de la col·lecció (1/3 S)).
Taules detallades addicionals disponibles als annexos 6A, 6B i 6C .

2: Les taules detallades són als annexos 6A, 6B i 6C

Efectivament sobre la marxa es comprovà que anar augmentant el nombre de frases recollides no comportava un augment linial en noves classes de respostes obtingudes. Com a xifra orientativa un cop llegides unes 60 respostes a cada pregunta ja no solia gairebé créixer el nombre de tipus de resposta marcadament diferents.

Davant d'això s'ha assajat una altra reducció de la mostra, aquesta vegada per estrats i no a l'atzar.

Amb la nova estratègia de reducció de talla, es decidí prendre un nombre igual de respostes :

-tant per nois com per noies

-per cadascuna de 4 escoles o instituts escollits de manera que 2 d'elles fossin públiques, i 2 privades.

-tant per alumnes que tinguessin algun atribut de tipus social com pels qui no el tinguessin (s'ha triat un dels més rellevants

-estadísticament parlant- com ho és el fet de tenir hobbies relatius a la Natura, o no tenir-los -NOM ABREUJAT D'AQUESTA FUNCIO: "AFICIONS"--).

Així finalment:

* Les escoles que s'han seleccionant arbitràriament són la Núm.1 (I.B.Besòs), la Núm.2 (St.Miquel), Núm.3 (I.B.Salvador Vilaseca) i Núm.6(Súnió), 2 d'elles són públiques (la 1 i la 3), i 2 privades (la 2 i la 6). Amb els alumnes que escollim d'aquestes escoles obtenim la mostra que anomenarem 'mostra final reduïda'.

* S'han agafat uns 40 alumnes de cadascuna d'aquestes escoles, aproximadament la meitat nois i l'altre meitat noies.

* La meitat de les frases pertanyen a alumnes amb hobbies relatius a la Natura (segons declaren al seu full de dades) i l'altra meitat pertanyen a alumnes sense aquesta afició.

Adicionalment s'analitzen, com a simple referència, 54 frases d'estudiants de tercer de Químiques en resposta a la qüestió G-10 del Test-G.

A la Taula 5.2.3 s'indica la composició d'aquesta 'mostra final reduïda'. Conté 156 alumnes.

En demanar moltes de les informacions al full de dades de cada alumne, és innegable que hi ha un interès per conèixer tot el món que envolta els entorns diferents en que viuen els alumnes.

Un d'ells és el de la llengua, tractat per psicòlegs i educadors com Boada, H., (1986) i Siguan, M., (1984) que s'han interessat per la influència que el bilingüisme té sobre l'aprenentatge. Ells han tractat el problema de si els nens realitzen millor o pitjor els seus aprenentatges bàsics, pel fet de ser bilingües.

Ja hem observat al punt 5.1 que el 71.1% dels participants al Test-L declaren que escriuen sempre els seus exercicis en català. Semblantment per als alumnes de la mostra final reduïda s'observa un 72.4% de promig a les seves respostes personals, però curiosament el 96.2% (150 de 156 alumnes) als seus tests

tenen les preguntes obertes contestades en català, fet sorprenen i segurament atípic, però digne de constatar-se en descriure la mostra en aquest punt.

Els alumnes d'aquesta mostra final reduïda es van seleccionar observant els llistats dels fitxers i els tests originals directament. Aquells que no van prendre part a la part G o la L del test final evidentment s'eliminaven. A més a més per a cada categoria s'ha preferit considerar, sempre que ha estat possible, alumnes amb dades a totes les columnes, donat que principalment volíem col·leccionar el major nombre possible de frases i poder relacionar els resultats amb les dades personals dels alumnes. En estar especialment interessats en obtenir el màxim nombre de frases, per a la seva anàlisi posterior, hem suposat que alumnes amb respostes no buides a les qüestions d'elecció múltiple ens donarien frases útils, a les qüestions obertes. Es podria objectar que les qüestions d'elecció múltiple bé que podrien restar sense resposta però que les qüestions obertes podrien ser fins i tot molt riques. Per a refusar aquesta objecció a la Taula 5.2.4 es mostra una llista no-exhaustiva amb 21 alumnes en la que es mostra com tots ells no donen resposta útil a alguna/es qüestions d'elecció múltiple i a la vegada també deixen de respondre alguna de les qüestions obertes.

2. Comparació entre rendiments globals i els de la mostra final reduïda

Si es consideren tots els alumnes de les 4 escoles que hem escollit per constituir la mostra final reduïda, resulta que tenen la mateixa mitjana de rendiment a les preguntes d'elecció múltiple (MCQ) que el total dels alumnes que han pres part al Test-3, i la mateixa mitjana que els alumnes de les altres tres escoles que arbitràriament no considerarem per a l'anàlisi qualitativa, encara que amb una dispersió una mica major. (Taules 6.1.28, 6.1.29 i 6.1.32 de l'Annex 6A)

A la mostra final reduïda els rendiments de les qüestions d'elecció múltiple (MCQ) tenen una mitjana lleugerament superior (2.5 punts d'increment) a la de la col·lecció global^a: Agrupant els rendiments segons factors de disseny, o bé segons siguin les seves variables de tipus social (socio-econòmic) aquests també són majors en promig per a la mostra final reduïda que per a la col·lecció sencera.

Es dedueix doncs que la 'mostra final reduïda' no és exactament una sub-mostra representativa de la col·lecció sencera. En qualsevol cas en els mateixos casos que a la col·lecció sencera,

^a 54,7% enfront del 52,2%

apareixen associacions significatives entre rendiments, etc i variables tant 'socials' com de disseny i els valors de rendiment només són lleugerament superiors, tal com ja s'ha dit. En alguns casos, en observar l'associació existent a les taules de contingència dels rendiments, amb alguns factors de disseny es constaten algunes diferències segons si considerem la mostra final reduïda o bé la col·lecció sencera, sobretot pels parells de variables VG (qüestions quotidianes del Test-G), PGC (qüestions en les que s'havia de fer una selecció de prediccions ,al test-G en contextos científics) i PGV (id.id però en contextos quotidians), tal com es mostra a la Taula 6.1.26 de l'annex 6A.

La mostra final reduïda resulta lleugerament esbiaixada, tal com es comenta al punt 5.2.B.3. Encara que aquest fet és justificable, car tampoc no hem reduït la mostra tot pretenent realitzar una enquesta sociològicament representativa de la col·lecció sencera d'alumnes de BUP._

3. Resum dels Biaixos produïts en la reducció de 'la col·lecció per crear la 'mostra final reduïda'

Per la manera com s'ha dut a terme la reducció de la talla de la col·lecció de respostes pot haver-hi ,almenys, 3 classes de biaixos (vegem l'Esquema 5.E.1, i la Figura 5.F.2 (o la Taula 5.2.6')):

- 1) Biaix Degut a la reducció de la col·lecció global per la no participació d'alguns alumnes en alguna de les 2 parts (T o L) del Test-final. Del total de 549 participants globals, només 483 van realitzar les 2 parts L i G. L'eliminació dels 66 fulls de resposta dels qui no participaren íntegrament al Test-final suposa un 12% de la col·lecció i s'obté una millora mitjana de rendiment a les qüestions d'elecció múltiple de 1.7 punts en passar del 50.5 al 52.2%.
- 2) Eliminació adicional d'uns 60 fulls de resposta més degut a presentar respostes en blanc a les qüestions d'elecció múltiple (fàcilment detectables a les llistes globals) o/i respostes en blanc o inútils a les qüestions obertes (OEQ). Suposa prescindir d'un nou 12% dels 483 alumnes que restaven anteriorment. Ens quedem amb 423 fulls de resposta, dels quals es selecciona ja directament la 'mostra final reduïda' amb els criteris estratificants ja esmentats més amunt .
- 3) Per la manera de generar la 'mostra final reduïda', a la que s'ha arribat a reduir l'anterior nombre dels 423 fulls a considerar, fins a 156.

El biaix no.1 aporta una millora de la mitjana de rendiments d'uns 2 punts, i entre els biaixos no.2 i el no.3 (2,5) no s'arriba a 3 punts (passem de 52.2 a 54.7%). Per cert que a la mostra resultant després del biaix Núm.3, (tot i que no està treta a l'atzar) hem suposat que es compensen les possibles desviacions provocades pel fet d'agafar els fulls de resposta d'uns 10

alumnes per cadascun dels valors assolibles per cadascuna de les categories dicotòmiques, en comptes de realitzar una extracció totalment representativa, i tal com s'indicava a la Taula 5.2.3 corresponen a:

- sexe: 2 valors: noi/noia (0,1)
- tipus d'escola: 2 valors: escola pública/privada (0/1)
2 escoles diferents de cadascun dels tipus anteriors
- aficions (lligades a la Natura):
2 valors: tenir-les / o no tenir-les. (1,0)

S'observa un increment de rendiment respecte a la col·lecció sencera (TS) des de 52.2 fins al 54.7% de la mostra final reduïda, es a dir de 2.5 punts.

El rendiment de la col·lecció sencera (TS) el considerem 52.2% ,és a dir un cop efectuat el biaix Núm.1 .El valor de 49.1% de la col·lecció sencera, abans del primer biaix té l'inconvenient d'incloure els 88 alumnes que només responen a una part del Test-3, lo qual distorsiona tota comparació. El de la mostra final reduïda fou de 54.7% després que la 'Col·lecció sencera' hagi sofert almenys els biaixos Núm.1,2 i 3 detectats.

A la Figura-5.F.2 i a la Taula 5.2.6, es presenten junts els rendiments de la 'Col·lecció sencera' i de les mostres considerades ,així com els biaixos que es tenen en compte.

4. Comparació de la Significació estadística entre algunes associacions trobades a la mostra final reduïda respecte a la col·lecció sencera

En primer lloc es troba que les associacions significatives entre rendiment i variables socials o de disseny es donen en els mateixos casos a la mostra final reduïda que a la col·lecció sencera. Vegeu l'Annex 6A(Taules 6.1.26,27 i 30), i l'Annex 6C(Taules 1 i 2 o AnnexA (Taula 6.1.26). Aixó vol dir que com que el que diem de la mostra final reduïda pràcticament equival a dir-ho de la col·lecció sencera pel que fa a les qüestions d'elecció múltiple, llavors el que descobrim genèricament a les qüestions obertes (que només s'han estudiat sobre la mostra final reduïda(MFR)) també podem traslladar-ho a la col·lecció sencera(TS).

Si ara examinem per separat les associacions relatives als factors de disseny i als aspectes socials trobem :

A) que el rendiment mig de les qüestions d'elecció múltiple (tant a la col·lecció sencera com la mostra final reduïda) ,i el rendiment total mig ,és a dir comptant les qüestions d'elecció

múltiple i les preguntes qüestions obertes (a la mostra final reduïda) estan associats als factors de disseny, que són com es recordarà:

El TEMA del qüestionari (L=equilibri líquid- vapor o G=Naturalesa i propietats dels gasos), el CONTEXT (C=Científic, o V=Quotidià) de les qüestions, i la INTENCIONALITAT (E=Seleccionar explicacions, P=Seleccionar prediccions o H=Generació d'hipòtesis), i a alguns parells o tríos d'aquests factors (LC, LV, ...) (Taula Núm. 6.1.26, Annex 6A)

B) que tan el rendiment de les qüestions d'elecció múltiple (tant a la Col.lecció sencera com a la mostra final reduïda) com el global, estan associats amb les variables socials:

Utilització sistemàtica del Català,
Accés fàcil a bens culturals,
Tenir aficions lligades a la Natura,
El Centre i el seu tipus (si és privat o públic),
Ser d'un o altre sexe,

En aquest punt és útil introduir dues variables¹ que es defineixen de la següent manera:

La primera en funció de tenir aficions lligades a la Natura i viure en zones metropolitanas o no ('CAMP'), segons la següent equació de definició algebraica: $CAMP = AFICIONS + LLOC$

i la segona en funció del Tipus de Centre, l'ús del català i l'accés als 'bens' culturals ('NIVELL'), definida, però, per operacions d'àlgebra de Boole és a dir:
 $NIVELL = TIPUS DE CENTRE * ('CAT' + 'CLT')$ on (*) vol dir l'operació lògica intersecció ('and'), i (+) l'operació lògica reunió de conjunts ('or')

Doncs bé, el rendiment de les qüestions d'elecció múltiple està també associat a aquestes dues variables adicionals

C) Que no hi ha associació estadísticament significativa entre el rendiment a les qüestions d'elecció múltiple (tant a la Col.lecció sencera com a la mostra final reduïda) i la ubicació del domicili dels alumnes; ni amb el fet de repetir curs

¹Degudament recodificades, tal com es presenten a la Taula 6.1.27 de l'annex 6A

D) Ni el fet de Viure o Passar estones de lleure en un Entorn natural, ni el fet de practicar esports, ni tenir traça a la cuina, ni repetir curs, ni el fet de conèixer llengües estrangeres¹ no presenten associacions significatives amb el rendiment pel que fa a la 'Col·lecció sencera'. Per aquesta raó no s'ha estudiat si estan associades amb el rendiment pel que fa a la 'mostra final reduïda'

C. Llista de les escoles que han participat en alguna fase de la recerca

Els alumnes que han respost a les proves, inclosa la primera o 'pre-test' pertanyen a vuit escoles o instituts (deixant a part un grup d'alumnes de 3^a de Químiques) d'acord amb la llista de la Taula 5.2.5.

D. Taules d'aquesta secció.

TAULA 5.2.1 PARTICIPACIO AL TEST-FINAL per ESCOLES									
Núm.	NOM DEL CENTRE	CIUTAT	TIPUS	P A R T I C I P A N T S					
				Σ AL 'L'	TEST-L SOL	a ₁ a ₂	a ₂ i de ls ²	TEST-G SOL	Σ AL 'G'
1	I.B.BARRI BESOS	BARCELONA	PUBLIC	77	9	68	81	4	72
2	COL.LEGI ST.MIQUEL	VIC	PRIVAT	79	1	78	98	19	97
3	I.B.S.VILASECA	REUS	PUBLIC	104	1	103	107	3	106
4	I.B.BERNAT METGE	BARCELONA	PUBLIC	70	6	64	72	2	66
5	C.E.TARRAGONA	TARRAGONA	PUBLIC	32 ²	1 ²	31 ²	39 ²	7 ²	38 ²
6	ESCOLA JUNION	BARCELONA	PRIVAT	44	2	42	48	4	46
7	I.B.JAUME CALLIS	VIC	PUBLIC	103	6	97	104	1	98
T O T A L				509 ³	26	483 ⁴	549 ⁵	40	523 ⁶

¹tan si es considera una qüestió de SÍ/NO com la distribució segons el nombre de llengües estrangeres

²De tercer de BUP

³477 de segon de BUP i 32 de tercer

⁴452 de segon i 31 de Tercer de BUP

⁵510 de segon i 39 de tercer de BUP

⁶485 de segon de BUP i 38 de tercer

TAULA 5.2.2. COMPARACIÓ DELS RENDIMENTS SEGONS VALORS DE 'CAT' I 'CLT'

	COL·LECCIÓ SENCERA (TS) Signif.			MOSTRA D'UN TERC (1/3S) Signif.	
	0	1		0	1
'CAT'	49	53	.01	50	52
'CLT'	50	54	.00	51	52

Taula 5.2.3: COMPOSICIÓ DE LA 'MOSTRA FINAL REDUÏDA'

DISTRIBUCIÓ D'ALUMNES SEGONS ESCOLA, SEXE I AFICIIONS:

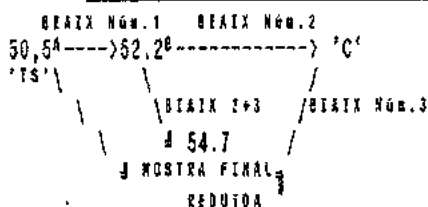
D'acord amb la disponibilitat de frases d'alumnes de cadascun dels grups que s'indicaran la mostra final reduïda conté la següent distribució:

ESCOLA	SEXE	'AFICIIONS' = HOBBIES LLIGATS	NÚM. ALUMNES		
			A LA NATURA	TOTAL	
				per ESCOLA	GRAN TOTAL
1	1	1	10		
1	0	1	8		
1	1	0	10		
1	0	0	10	38	
2	1	1	10		
2	0	1	10		
2	1	0	10		
2	0	0	9	39	
3	1	1	11		
3	0	1	10		
3	1	0	10		
3	0	0	10	41	
6	1	1	10		
6	0	1	10		
6	1	0	8		
6	0	0	10	38	156

D'aquests 156 alumnes obtindrem fins a 3276 frases (21*156) més 55 dels estudiants de Químiques, és a dir 3331 frases que resultaran més tractables que les 11584 (21*549)+(55) si no haguessim reduït la col·lecció total.

NOTA: Els significats dels codis utilitzats en aquesta taula són: per a 'ESCOLA' 1=I. B. Barri Besós; 2=E. St. Miquel; 3=I. B. Salv. Vilaseca; 4=E. Sunion per a 'SEXE' 0=Nois ; 1=Noies ; i per a 'AFICIIONS': 0=No en tenen, 1=Sí

FIGURA 5.F.2.-RENDIMENTS DE LES MOSTRES I BIAIXOS TINGUTS EN COMpte



On A=COL.LECCIÓ SENCERA 'TS' AMB 549 ALUMNES, 66 DELS QUALS HOMES FAR PART DEL TEST-3

B=COL.LECCIÓ SENCERA 'TS' AMB 549 ALUMNES. EL RENDIMENT, però, s'ha calculat prescindint de les respostes en blanc a una de les parts dels 66 alumnes que no intervingueren en alguna d'elles. El càlcul s'ha fet dividint els encerts a la part 'G' pels seus 503 participants i els encerts a la part 'L' pels seus 523 participants.

Considerant únicament els 483 que responen tot el test final i prescindint del tot dels altres 66 el rendiment seria del 51.4%.

C=Mostra derivada de la col.lecció sencera dels 483 que responen tot al test, un cop descontats 60 alumnes amb respostes en blanc a les MCQ o/i a les OEQ. La formen 423 alumnes.

La MOSTRA FINAL REDUÏDA és formada per 156 alumnes

ESQUEMA 5.E.1-ESQUEMA DELS BIAIXOS INTRODUÏTS EN REDUIR LA TALLA DE LA MOSTRA, A LES ANALISIS QUALITATIVES

BIAIX Núm.1 No computar a la part on correspongui, els qui no fan alguna de les dues parts (només hi tenien blancs en alguna de les parts L o G). Puntuació promig abans d'aquest biaix: 50.5%

Núm.2 No computar grups d'alumnes que no tenen informació útil a les MCQ o a les OEQ, (atesa la llista de la Taula 5.2.4)
Puntuació promig abans d'aquest biaix: 52.2%

Núm.3 Part de la col.lecció de respostes que manté una aparença acceptable en l'observació visual dels fitxers de dades, però que es refusarà per a reduir el tamany de la mostra.

'MOSTRA FINAL REDUÏDA' La formen el conjunt de respostes que queden d'entre les aparentment acceptables un cop eliminades les restants, d'una manera estratificada per sexe, tipus d'escola, i hobbies
Puntuació promig d'aquesta mostra final reduïda: 54.7%

TAULA 5.2-4 Llista no exhaustiva de 21 alumnes que a la vegada no responen algunes MQQ i alguna/s deq

NOMBRE GLOBAL DE L'ALUMNE A LA TAULA 6.1.32	SEXE	ESCOLA	TE AFICIONS LLIGADES A LA NATURA?	MCQ EN BLANC O INUTILS?	ALMENYS UNA DEQ DEIXADA EN BLANC ?
19	NOIA	I.BESOS	NO	SÍ	SÍ
23	NOIA	I.BESOS	NO	SÍ	SÍ
33	NOIA	I.BESOS	SÍ	SÍ	SÍ
41	NOIA	I.BESOS	SÍ	SÍ	SÍ
55	NOIA	I.BESOS	NO	SÍ	SÍ
56	NOIA	I.BESOS	NO	SÍ	SÍ
57	NOIA	I.BESOS	NO	SÍ	SÍ
59	NOIA	I.BESOS	NO	SÍ	SÍ
71	NOIA	I.BESOS	NO	SÍ	SÍ
76	NOI	I.BESOS	NO	SÍ	SÍ
79	NOI	I.BESOS	SÍ	SÍ	SÍ
81	NOI	I.BESOS	SÍ	SÍ	SÍ
87	NOIA	E.ST.MIQUEL	NO	SÍ	SÍ
150	NOIA	E.ST.MIQUEL	NO	SÍ	SÍ
162	NOIA	E.ST.MIQUEL	SÍ	SÍ	SÍ
171	NOIA	E.ST.MIQUEL	NO	SÍ	SÍ
173	NOIA	E.ST.MIQUEL	SÍ	SÍ	SÍ
254	NOIA	I.CALLIS	SÍ	SÍ	SÍ
403	NOIA	I.VILASECA	NO	SÍ	SÍ
411	NOIA	I.VILASECA	SÍ	SÍ	SÍ
427	NOIA	I.VILASECA	SÍ	SÍ	SÍ

TAULA 5.2.5.PROCEDENCIA DELS ALUMNES QUE HAN INTERVINGUT EN LA RECERCA

ESCOLA Núm.	Nom	Tipus	TESTS.DISTRIB
0	I.B.CARLES RIBA	PUBLIC	#,PT
1	I.B.BARRI BESOS	PUBLIC	@,L,Γ,&G
2	COL.LEGI ST.MIQUEL	PRIVAT	L & G
3	I.B.S.VILASECA	PUBLIC	L & G
4	I.B.BERNAT METGE	PUBLIC	#,PT,@,L,Γ,&G
5	C.E.TARRAGONA	PUBLIC	L & G
6	ESCOLA S UNION	PRIVAT	L & G
7	I.B.JAUME CALLIS	PUBLIC	L & G

on:(PT=Pre-test,L=Test-LV,i G=Test-G),

(#=Distribució de qüestions a petita escala referida al PT,per a

poder preparar qüestions fetes a mida dels alumnes,i que els ajudés a fer la selecció

@=Distribució de qüestions a petita escala referida al Test-L,per a

poder preparar qüestions fetes a mida dels alumnes,i que els ajudés a fer la selecció

Γ=Distribució de qüestions a petita escala referida al Test-G,per a

poder preparar qüestions fetes a [mida dels alumnes,i que els ajudés a fer la selecció

TAULA 5.2.6. RENDIMENTS DE LES MOSTRES, I BATAIXOS TINGUTS EN COMPTA

COL·LECCIÓ:	SENCERA	BATAIX NÚM.1	SENCERA	BATAIX NÚM.2	BATAIX 2+3	MOSTRA FINAL REDUÏDA
COLUMNA :	A	B	C	D		
NOMBRE D'ALUMNES:	549	549	423	156		
RENDIMENT :	50,5	52,2		54,7		

EN AQUESTA TAULA A LA "COL·LECCIÓ SENCERA" ES CONSIDEREN , A LA COLUMNA "A", ELS 549 ALUMNES QUE VAN REALITZAR EL TEST FINAL, MALGRAT QUE 86 ALUMNES MÉS VAN FER UNA DE LES 2 PARTS.

A LA COLUMNA "B" EL RENDIMENT, PERÒ, S'HA CALCULAT DIVIDINT ELS ENCERTS A LA PART "G" PELS SEUS 549 PARTICIPANTS I ELS ENCERTS A LA PART "L" PELS SEUS 523 PARTICIPANTS.
(Si Considerem únicament els 483 que responen tot el test-final i prescindint del tot dels altres 86 el rendiment fóra del 51,5%).

A LA COLUMNA "C", ES CONSIDERA LA MOSTRA DERIVADA DE LA COL·LECCIÓ SENCERA DELS 483 QUE RESPONEN TOT EL TEST, UN COP DESCOMPATS 80 ALUMNES AMB RESPOSTES EN BLANC. LA FORMEN 423 ALUMNES.

A LA COLUMNA "D", LA MOSTRA FINAL REQUIDA LA FORMEN 156 ALUMNES.

CAPÍTOL Núm. 6
R E S U L T A T S

6.1 Les anàlisis del Test final

6.1.1 Anàlisi quantitativa .

Els resultats a les preguntes d'elecció múltiple (MCQ), es van començar a analitzar immediatament després de distribuir les proves, atès que no hi ha necessitat de codificació de cap mena, ni d'anàlisis qualitatives com a les preguntes obertes (OEQ), del mateix test final.

Aquests resultats que en diem 'quantitatius' per simplificació, s'han relacionat amb algunes dades personals dels alumnes de les recollides als seus fulls de resposta, i també s'han portat a terme alguns estudis sobre la seguretat declarada per cada alumne a cada una de les seves respostes.

A l'annex 6A es mostren amb cert detall Taules que resumeixen els rendiments promig i els 'aïllats' (qüestió per qüestió) tan per a la col·lecció sencera com per mostres menors, respecte a les que anomenarem variables de disseny del propi qüestionari i a variables socio-econòmiques obtingudes dels alumnes segons les informacions que ens faciliten als seus fulls de dades.

6.1.2 Seguretat mostrada pels alumnes a les seves respostes

La hipòtesi de treball és que la bondat de la resposta és independent de la seguretat amb que responen.

Efectivament s'ha trobat que per als nostres alumnes no hi ha associació entre la seguretat i l'encert. També en treballs de d'altres autors s'arriba a conclusions semblants, p.ex en el de Carrascosa et al., (1987) els alumnes mostren major seguretat a les seves respostes a mesura que augmenta l'edat. Sembla que el fet està relacionat amb la persistència (Hierrezuelo, 1989) dels preconceptes, que comentem a la secció "per qué investiguem preconceptes?"

Per arribar a aquesta conclusió vem construir taules de contingència 'ENCERTS' vs. 'SEGURETAT' amb les dades del test final de la mostra final reduïda de tal manera que (un cop resumides les confiances o seguretats indicades pels alumnes, a les categories dicotòmiques 'BAIXA SEGURETAT' i 'ALTA SEGURETAT') ens quedin caselles com les de la Taula 6.1.1.

Resulta que de les 38 preguntes del test final, només a 13 d'elles hi ha associació significativa per a valors $p < 0.05$ segons el coeficient Pearson de Xi-quadrat i a 25 d'elles no n'hi ha. De les 13 qüestions amb associació, 11 són Qüestions d'Elecció Múltiple i 2 són Qüestions obertes. A la vista d'aquestes dades es conclou que no hi ha associació entre encerts de les respostes i la confiança que els alumnes mostren en la seva bondat. De

qualsevol manera, no és un fet global. Es només una tendència evidenciada a la majoria de qüestions però no pas a totes. Depen de la idiosincrasia de les qüestions, tal com ja s'havia comentat i mostrat a la prova-pilot (Taula 3.A.2 de l'Annex 1)

A més a més si agafem les dades en el seu conjunt (Taula 6.1.2) gairebé ens permeten d'acceptar l'enunciat de que hi ha associació significativa entre encerts i seguretat. Aquesta associació conjunta, però, fóra falsa atès el que hem vist de que només en tretze de les 38 preguntes si que hi ha associació i força elevada --(detalls a l'annex 5C, Taula 1 i a l'annex 6A (Taula 6.1.30))--, i en canvia a les 25 restants es baixa o moderadament baixa.

TAULA 6.1.1 MODEL DE CASELLES 'ENCERT'vs.'SEGURETAT'
'S E G U R E T A T S'

			BAIXA	ALTA
N O M B R E D E S	Q Ü E S T I O N S	<u>SENSE ENCERTAR</u>		
		<u>ENCERTA- DES</u>		

TAULA 6.1.2/ TAULA DE CONTINGENCIA 'ENCERT'vs.'SEGURETAT'
'S E G U R E T A T S'

			BAIXA	ALTA
N O M B R E D E S	Q Ü E S T I O N S	<u>SENSE ENCERTAR</u>	1032	1523
		<u>ENCERTA- DES</u>	624	1970

6.1.3 Aplicació de la tècnica 'LOGIT' als resultats del Test final

A continuació aplicarem la tècnica LOGIT a la nostra recerca per a comprovar que el rendiment obtingut als nostres qüestionaris són funció d'unes variables, per a veure quines són les variables de major influència, i per saber quines interaccions entre aquestes variables són les més importants.

Primerament recordem però que les dades quantitatives que hem obtingut en analitzar els nostres qüestionaris provenen de codificacions discretes, i en cap cas són puntuacions graduals i

distribuïdes contínuament entre uns valors --diguem entre zero i deu--, com també que, en rigor, no podem aplicar la tècnica de l'anàlisi de la varianza (ANOVA) per a detectar quines variables independents exerceixen les seves influències significatives sobre els resultats.

Unes dades són dicotòmiques, (les dades categòriques de les qüestions d'elecció múltiple, on només podem tenir encerts i errades); i altres són politòmiques, (les classificacions de les respostes a les qüestions obertes segons un nombre reduït de categories que presentem a les seccions 6.2 i 6.3).

Per a les dades categòriques, hem d'utilitzar tècniques diferents de l'ANOVA. Podem utilitzar la tècnica de crear taules de contingència i estimar-ne la significació amb el paràmetre Pearson de χ^2 o bé utilitzar la tècnica LOGIT de la que ja n'hem parlat al Capítol dedicat a la Metodologia, i que ja s'utilitzà amb les dades del pre-test.

Pel mètode LOGIT sempre podem trobar equacions que lliguin unes variables, que s'ajustin perfectament a una taula de valors experimentals. Però quan aquest ajust es troba a base d'incloure totes les variables independents considerades i totes les interaccions entre elles, el resultat no ens presenta cap interès atès que no podem desembolicar el problema que se'ns continua presentant fruit d'una serie d'interaccions que sovint són força complicades. El que ens convé és tenir un nombre ben petit d'interaccions, de manera que arribem a equacions molt selectives que prediguin els resultats en funció d'unes poques variables decisives a controlar.

Agafant grups petits de factors individuals dels que sospitem que tindran més influència directa sobre els resultats, hi hem aplicat les tècniques LOGIT. Primerament amb els anomenats models jeràrquics, Loglinear-jeràrquic o (Hierarchical LOGlinear, abreujat com a HILOG) trobem el model més potent i més simplificat a la vegada, més "parsimoniós" en la gerga d'aquesta tècnica. Amb aquest model resultant s'utilitzarà posteriorment la tècnica "LOGIT" propiament dita, per a comprovar l'ajust dels valors experimentals al model teòric.

En el marc d'aquestes tècniques quan parlem de model ens referim a un conjunt de petites hipòtesis que intenten explicar les inter-relacions que es produeixen entre els fenòmens socials. I anomenarem models jeràrquics, seguint la nomenclatura d'Upton (Sánchez Carrión, 1984), a aquells que inclouen tots els paràmetres relacionats amb qualsevol subconjunt d'un grup de variables que s'ha seleccionat per a un model determinat, així si una variable Z l'estudiem com a variable dependent dels factors A, B, C i D, i suposem que hi ha interaccions triples entre els factors A, B i D, l'aplicació d'un model jeràrquic ens condemna a considerar totes les interaccions dobles entre A, B i D, és a dir les interaccions AB, AD i BD, les quals originaran els seus paràmetres corresponents en els càlculs conduents a l'obtenció d'un ajust LOGIT.

L'aplicació concreta a les dades del nostre Test final s'ha realitzat considerant grups d'entre 3 i 7 factors individuals, en els casos següents:

a) utilitzant la col·lecció sencera de respostes a Qüestions d'Elecció Múltiple dels Tests G i L, aplicant-hi el model seleccionat per a les dades del Pre-Test.

b) utilitzant la col·lecció sencera de respostes a Qüestions d'elecció múltiple dels tests G i L, aplicant-hi un model saturat generat per un nou HILOG, tècnica jeràrquica de selecció de models que es troba al paquet SPSS*.

c) utilitzant la col·lecció sencera de respostes a Qüestions d'Elecció Múltiple dels Tests G i L, excloent-hi les respostes a Qüestions d'Elecció Múltiple d'intencionalitat anomenada "Generació d'hipòtesis", i aplicant-hi un model generat per un altre HILOG en el que tampoc s'han tingut en compte les Qüestions d'Elecció Múltiple d'intencionalitat "Generació d'hipòtesis".

d) utilitzant la col·lecció sencera de respostes a Qüestions d'Elecció Múltiple dels Tests G i L, aplicant-hi un model generat per un altra HILOG en el qual es tenen en compte els efectes o/i interaccions de cinc variables (entre les de tipus social i els factors de disseny).

e) utilitzant dades de la 'mostra final reduïda' tant les Qüestions d'Elecció Múltiple com les Qüestions obertes dels Tests G i L, aplicant-hi diferents models

6.1.4 Taules sobre l'Aplicació de la tècnica 'LOGIT' al Test final

A continuació s'expliquen més detalladament totes aquestes aplicacions i els resultats obtinguts:

a) Amb el mateix model (Taula 3.1.10.) seleccionat per a les dades del Pre-Test en el que les variables independents considerades fóren 3 factors de disseny (el tema, el context i la intencionalitat) i en el que els efectes considerats només són el factor Intencionalitat, una interacció doble (Tema x Context) i la triple (Tema x Context x Intencionalitat). S'utilitzà aquí la tècnica LOGIT amb les dades de les preguntes Qüestions d'Elecció Múltiple dels Test G i L. L'ajust resultant (Taula 6.1.3 de l'Annex 6A) no és acceptable (tal com es pot veure al resum comparatiu dels paràmetres obtinguts als diferents ajustos LOGIT, de la Taula 6.1.32.; el coeficient que anomenem "índex de refús" que li correspon és 61,67, desmesuradament alt).

b) Un nou HILOG amb les dades de les preguntes Qüestions d'Elecció Múltiple dels Tests G i L dona com a millor model, el model saturat. Es a dir considera tots els factors proposats i totes les seves interaccions.

A les Taules 6.1.4 i 6.1.5., a l'annex 6A, es mostren els resultats d'aplicar la tècnica LOGIT amb aquest model saturat a les dades de Qüestions d'Elecció Múltiple dels Tests G i L. No tenen cap interès.

c) Ignorant les dades de les Qüestions d'Elecció Múltiple d'intencionalitat anomenada "Generació d'hipòtesis" un nou HILOG amb les dades de les Qüestions d'Elecció Múltiple dels Tests G i L dona com a millor model també el saturat. Aquesta vegada, però, s'observa al propi llistat d'ordinador que algunes de les interaccions parcials són negligibles. D'aquesta manera el model proposat es el generat pels factors i/o les interaccions de la Taula 6.1.6. (En aquestes taules les qüestions obertes les abreujaem com a "OEQ", i les qüestions d'elecció múltiple com a "MCQ").

Utilitzant aquest model de la Taula 6.1.6, es mostren els resultats d'aplicar-hi la tècnica LOGIT a la Taula 6.1.7 de l'annex 6A. Aquest LOGIT s'ajusta molt bé amb les dades experimentals (Index de refús de 1.21 calculat a la Taula 6.1.32.), encara que té una significació 'p' < 0.30 lleugerament elevada. Aquest valor lleument alt es pot atribuir a que estém manipulant freqüències experimentals elevades per a cada 'casella' del disseny experimental i qualsevol petita variació en percentatge es transforma en elevades variacions absolutes.

Tot i eliminar la intencionalitat "generació d'hipòtesis" a la preparació del HILOG que gestà la Taula 6.1.6, si utilitzem ara aquest model per a totes les dades de Qüestions d'Elecció Múltiple del Test final, el LOGIT corresponent, ajusta molt bé (Index de refús de 0.90 calculat a la Taula 6.1.32.) i els resultats són els de la Taula 6.1.8 de l'annex 6A.

d) Amb les dades de les Qüestions d'Elecció Múltiple dels Test G i L, un nou HILOG amb cinc variables (Factors de disseny o bé variables socials) genera el model de la Taula 6.1.9

Amb aquest model de la Taula 6.1.9, el LOGIT corresponent (el de la Taula 6.1.10 de l'annex 6A) no és gaire bo (Index de refús de 4.71 calculat a la Taula 6.1.32.) .

I aplicant 'cegament' aquest últim model a les dades de la mostra final reduïda s'obté l'ajust LOGIT de la Taula 6.1.11 de l'Annex 6A que resulta menys bó que l'anterior de la Taula 6.1.10, (Index de refús de 13.63 calculat a la Taula 6.1.32.) .

En canvi amb les dades de la mostra final reduïda de les Qüestions d'Elecció Múltiple dels Tests G i L, un nou HILOG genera el model de la Taula 6.1.12 considerant les mateixes cinc variables que a l'últim HILOG

El LOGIT corresponent al model de la Tab. 6.1.12 és a la Taula 6.1.13 (Annex 6A) i resulta gairebé acceptable (Index de refús de 4.30 calculat a la Taula 6.1.32.)

e) Ara amb les dades de la mostra final reduïda obtingudes en resposta "íntegra" a les qüestions dels Tests G i L, es a dir a les Qüestions d'Elecció Múltiple i les Qüestions obertes, s'han estudiat els rendiments o puntuació en funció de diverses variables en els casos següents:

-e1) En funció de tres factors de disseny (tema, context i intencionalitat), un nou HILOG ens informa de la menor influència del "tema" com a factor aïllat, i de les interaccions entre "tema" amb "context" i "rendiment", "tema" amb "intencionalitat" i "rendiment" i "context" amb "intencionalitat" i "rendiment", segons mostra la Taula 6.1.14 de l'annex 6A on es mostren les probabilitats de que la insignificància de les diverses interaccions siguin degudes al simple atzar. En canvi, el model resultant proposat en aquest HILOG es el saturat.

El LOGIT basat en aquest model saturat ja no s'ha arribat a aplicar atesa la pobresa del model proposat.

-e2) Introduint un quart factor de disseny, "el tipus de qüestió" s'obté en un nou HILOG el model de la Taula 6.1.15, després d'excloure les interaccions parcials més negligibles, tot i que en rigor sempre s'haurien d'incloure totes les dobles implicades si n'hi ha una de triple.

El LOGIT corresponent a aquest últim HILOG es mostra a la Taula 6.1.16 de l'annex 6A, i presenta molta més dispersió que els tres anteriors (Index de refús de 30.61 calculat a la Taula 6.1.32.)

-e3) Continuant amb la mostra final reduïda i amb el qüestionari sencer (Qüestions obertes més Qüestions d'Elecció Múltiple), podem optar per aplicar el model de la Taula 6.1.9. que en comptes, es referia a tota la població i només per a Qüestions d'Elecció Múltiple, o bé fer un HILOG nou. Farem les dues coses: El LOGIT corresponent al model de la Taula 6.1.9. es mostra a la Taula 6.1.17 de l'annex 6A i no és gaire bò (Index de refús de 4.98 calculat a la Taula 6.1.32.) .

El nou HILOG coincideix amb el de la Taula 6.1.13 que ja era de la mostra final reduïda, però només per a dades de Qüestions d'Elecció Múltiple. Si amb aquest model apliquem la tècnica LOGIT el resultat corresponent es mostra a la Taula 6.1.18 de l'Annex 6A i tampoc es gaire bò (Index de refús de 4.60 calculat a la Taula 6.1.32.) .

Potser hauríem aconseguit ajustos més acurats havent donat doble puntuació a les Qüestions obertes que a les Qüestions d'Elecció Múltiple, atès que d'una banda estem mesurant el mateix que amb les Qüestions d'Elecció Múltiple de fet, i en canvi els valors promig són sensiblement inferiors (Taula 6.4.1); i que d'altra banda s'obtenen uns ajustos 'LOGIT' sensiblement pitjors que els fets utilitzant només dades de les Qüestions d'Elecció Múltiple.

-e4) Atès que els dissenys compostos fets fins ara a base de més de 5 variables socials o de disseny no han resultat gaire adequats, s'assajà un nou HILOG considerant fins a 7 variables

independents (procurant d'encabir-hi les més significatives segons les Taules de contingència que ja s'han realitzat sobre els resultats dels tests G i L). Es a dir hem agafat tema, context, intencionalitat, sexe, aficions lligades a la Natura, Us del català, i Tipus de Centre .

El model resultant és el de la Taula 6.1.19 amb "només" 6 interaccions a considerar d'entre les 255 que tindria el model saturat de 7 variables

De qualsevol manera aquestes interaccions tenen probabilitats molt altes --gairebé igual a 1-- de que la seva negligibilitat no sigui deguda a l'atzar. Tot i amb això és poc clarificador, i encara aporta poca informació per explicitar la relació de la variable dependent amb uns pocs factors clau.

La bondat de l'ajust 'LOGIT' que obtindríem amb aquest model, a jutjar pel propi HILOG en el paquet SPSS^x és molt baixa, i les probabilitats de que la negligibilitat d'aquestes interaccions no sigui deguda al simple atzar són molt altes i els valors parcials de xi-quadrat d'aquestes interaccions són gairebé nuls.

Observant aquesta mateixa esmentada Taula 6.1.19 en el seu llistat original, al HILOG, ens es possible de cercar a la inversa quines interaccions tenen majors valors xi-quadrat i menors nivells de significació (p-s més baixes). Hi destaquen molt especialment les següents variables o/i interaccions 1) Hobbies lligats a la Natura, 2) Us sistemàtic del català x Tipus de Centre 3) Us sistemàtic del català, 4) SEXEXUs sistemàtic del català x Tipus de Centre 5) CONTEXT x INTENCIONALITAT x TEMA 6) CONTEXT x TEMA 7) INTENCIONALITAT i 8) CONTEXT, i després fins a un total d'almenys 24 variables o/i interaccions més.

El model queda prou confús com per a renunciar a fer el LOGIT corresponent, a tractar de fer cap altre disseny compost tan nombrós de variables o factors , per aquestes dades i ens resulta que els millors ajusts fets corresponen als dels LOGIT de models menors .

Taula 6.1.6 MODEL SELECCIONAT AL TEST FINAL PER A LES MCQ un cop exclosa la INTENCIONALITAT "GENERACIO D'HIPOTESIS"

FACTORS o/i INTERACCIONS A CONSIDERAR:
TEMA,
CONTEXT ,
INTENCIONALITAT,
INTENCIONALITAT x CONTEXT
INTENCIONALITAT x CONTEXT x TEMA

Taula 6.1.9 MODEL SELECCIONAT AL TEST FINAL PER A LES MCQ
considerant LES CINC VARIABLES O FACTORS :
tema, context, "nivell", sexe i "camp"

FACTORS o/i INTERACCIONS A CONSIDERAR:

TEMA x CONTEXT x NIVELL x SEXE
TEMA x CONTEXT x SEXE x CAMP
NIVELL x SEXE x CAMP
CONTEXT x NIVELL x CAMP
TEMA x NIVELL x CAMP

Observació: "Nivell" i "camp" es defineixen i recodifiquen
segons els criteris que s'expliquen a la Sec 6.1.5.1

Taula 6.1.12 MODEL SELECCIONAT SEGONS DADES DE LA MOSTRA FINAL
REDUÏDA AL TEST FINAL PER A LES MCQ considerant
LES CINC VARIABLES O FACTORS :

tema, context, nivell, sexe i camp amb els
mateixos abreujaments i significats que a la Taula 6.1.9

FACTORS o/i INTERACCIONS A CONSIDERAR:

TEMA x CONTEXT x NIVELL x SEXE
TEMA x CONTEXT x NIVELL x CAMP
TEMA x SEXE x CAMP
NIVELL x SEXE x CAMP

Taula 6.1.15 MODEL SELECCIONAT SEGONS DADES DE LA MOSTRA FINAL
REDUÏDA AL TEST FINAL PER A TOTES LES PREGUNTES

(Tant si són MCQ com OEQ, considerant 4
factors de disseny:tema,context,intencionalitat i
tipus de qüestio [OEQ o MCQ])

FACTORS o/i INTERACCIONS A CONSIDERAR:

CONTEXT x INTENCIONALITAT x TIPUS
CONTEXT x INTENCIONALITAT x TEMA
CONTEXT x TIPUS

Taula 6.1.19 MODEL SELECCIONAT SEGONS DADES DE LA MOSTRA FINAL REDUÏDA AL TEST FINAL PER A TOTES LES PREGUNTES (Tant si són MCQ com OEQ, considerant 7 variables: tema, context, intencionalitat, sexe, aficions lligades a la natura (aficions), us del català (cat) i tipus de centre (cen),

amb els mateixos abreuïjaments i significats que a la Taula 6.1.9.)

FACTORS o/i INTERACCIONS A CONSIDERAR:

CONTEXT x INTENCIONALITAT x SEXE x AFICIONS x CEN x TEMA
 CONTEXT x INTENCIONALITAT x SEXE x CAT x CEN x TEMA
 CONTEXT x INTENCIONALITAT x AFICIONS x CAT x CEN x TEMA
 CONTEXT x SEXE x AFICIONS x CAT x CEN x TEMA
 CONTEXT x INTENCIONALITAT x SEXE x AFICIONS x CAT x TEMA
 INTENCIONALITAT x SEXE x AFICIONS x CAT x TEMA

TAULA 6.1.32. Resum comparatiu dels paràmetres obtinguts als diferents ajustos, LOGIT, amb dades del test final

Taula	INDEX DE REFÚS ($\Sigma x^2/n$)	RESIDUS AJUSTATS	NOMBRE DE COMBINACS.	Paràmetres χ^2 "Likelih." Pearson		GRAUS DE LLIB.	SIGNIF. 'p'	MESURES DE DISPERSIÓ				MESURES D'ASSOC.		ERRORS Estàndard Coefics.
				ENTROPIA(E) MODEL RESIDU	CONCENTR.(E) MODEL RESIDU			(E)	(C)					
6.1.3	61,67	5,64	24	373,26	370,04	4	<0.01	227	9027	212	6460	,025	,032	,012 a ,025
6.1.4	-	0	24	0	0	0	1	414	8848	396	6281	,045	,059	,145
6.1.5	-	0	16	0	0	0	1	276	8642	274	6158	,031	,043	,009
6.1.7	1,21	,79	16	2,42	2,42	2	,298	275	8638	273	6156	,031	,042	,009
6.1.8	,90	,78	24	1,35	1,35	1	,24	413	8841	396	6276	,045	,059	,009 a ,026
6.1.10	4,71	1,71	128	238	234	50	<0.01	8	2738	8	1967	,031	,042	,016 a ,029
6.1.11	13,63	2,90	128	622	614	50	<0.01	29	8993	28	6476	,032	,044	,009 a ,019
6.1.13	4,30	1,62	128	229	226	53	<0.01	13	2734	13	1963	,046	,064	,016 a ,029
6.1.14	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
6.1.16	30,61	3,86	48	486	460	9	<0.01	102	3971	100	2835	,025	,034	,013 a ,019
6.1.17	4,98	1,76	128	252	246	50	<0.01	7	4039	7	2909	,002	,002	,013 a ,024
6.1.18	4,60	1,66	128	246	240	53	<0.01	10	4036	10	2906	,002	,003	,013 a ,024

6.1.5 Presentació de les anàlisis detallades de les seccions 6.2 i 6.3, sobre els qüestionaris del Test Final

6.1.5.1 Introducció

Per a l'anàlisi de les respostes qualitatives s'ha treballat, a partir de la llista de frases obtinguda a la mostra final reduïda, formada per 156 alumnes dels 549 que van contestar alguna part del test final.

La presentació, anàlisi i tractament de resultats qualitius sobre el test final consta de:

-Seccions de resultats (6.2 pel Test-G, i 6.3 pel Test-L) amb una curta descripció de les contribucions a la recerca que es poden destacar a cada "item" del qüestionari (punts 6.2.1 i 6.3.1) i que inclouen cadascun:

.una llista dels objectius pels que s'ha inclòs cada qüestió i el que es pretenia mesurar amb cadascuna (en general coneixements determinats sobre aspectes concrets dins dels macro-tema de l'equilibri líquid-vapor o propietatss dels gasos),

.el que es pensava aprendre i el que hem après realment de la comprensió dels alumnes sobre cada qüestió del Test final,

.una pincellada sobre el que tracta la pròpia pregunta, així com comentaris breus sobre l'estructura o/i l'adequació de les qüestions al que es pretenia d'elles (la seva validesa en certa forma),

.les constatacions aïllades, generalment lligades a frases que es presenten repetidament per diferents alumnes; així com les frases peculiars d'alguns alumnes, relacionades amb respostes de caire quotidià i que són una bona expressió de que el món dels alumnes força vegades no té res a veure amb el de les idees científiques (en tots els casos es s'ha pretès adicionalment de descobrir el màxim nombre d'explicacions de tipus quotidià i de concepcions equivocades que les acompanyen),

.d'altres constatacions o aportacions interessants (èxits o problemes apareguts de tot tipus, fins i tot aquells que en algunes preguntes en fan desaconsellable la seva inclusió a l'estudi comparatiu entre preguntes del test-G entre elles o del Test-L també entre elles ,en no estar útils als objectius fixats)

Les seccions de resultats també inclouen amb cert detall l'assignació de les respostes dels alumnes a diferents categories arbitràries i la conseqüent adscripció dels alumnes a un petit nombre de perfils creats segons uns criteris basats en les categories a les que s'assignen les frases de les respostes. Als punts 6.2.2.1, i 6.3.2.1 respectivament es mostren les anàlisis de coherència i les significacions estadístiques (allà on calen).

-Les conclusions particulars relatives a aquest part de la recerca es mostren a les Secc.6.2.3 i 6.3.3 Inclouen implicacions i conclusions sobre l'aprenentatge i comprensió del tema, línies obertes per a posteriors recerques i aspectes metodològics.

-Als annexos 6B a 6J s'inclouen conjunts de Taules, llistes d'associacions trobades i mostres de les respostes dels alumnes presentades segons els seus tipus principals de frases o famílies de frases ,també en forma de resum numèric i amb detall especial de les frases més peculiars o singulars que s'han detectat (Annex 6I).

Les principals lliçons que com a professors que investiguen, estem constatant sobre l'aprenentatge i comprensió dels canvis d'estat, es presenten entre els apartats de 'Resultats' i 'Conclusions'

Les explicacions detallades dels abreujaments (p.ex.,OEQ, MCQ, AFICIONS, CAT, REP, SEX, etc.)es presenten al capítol 10^a.

6.1.5.2 Aspectes Generals.Categoríes escollides i codis utilitzats

a) Presentació

A les properes seccions (6.2 i 6.3), s'analitzen les respostes que els alumnes de la Mostra Final Reduïda donen a les dotze qüestions seleccionades, i a les altres sis que s'han refusat, amb els criteris que s'expliquen a les seccions 6.2.1 i 6.3.1.

*On es tindran en compte els significats dels abreujaments de la Secció 5.2, p.ex.

'Aficions'=Aficions relacionades amb la Natura (0=no,si=1 (=2 quan s'utilitza per a definir 'Camp'))

'Cen'=Tipus de Centre(recodificat a privat o no),(1=si, 0=no)

'Cat'=Bilingüisme català-castellà (1=si, 0=no)

'Cult'=Accés a certes facilitats de tipus cultural (1=si, 0=no)

'Cut'='Cat'+ 'Cult' en el sentit de l'"OR" de l'àlgebra de Boole ,(1=si, 0=no)

'Nivell'='Cut'*'Cen'en el sentit de l'"AND" de l'àlgebra de Boole,(1=si, 0=no)

'Lloc'=Ubicació (recodificada a metropolitana o no) (1=si, 2=no)

'Camp'='Aficions'+ 'Lloc' (1= 0('No Aficions') +1('metrop.')) ;

(2= 0('No Aficions')+ 2('no metrop.'));(3= 2('aficions')

+1('metrop.')) ;

(4= 2('Aficions')+ 2('no metrop.'))

!Es a dir les qüestions G1, G2, G3, G4, G5 i G9 del Test-G; i

L11, L14, L15, L16, L17 i L18 del Test-L.

A la secció 6.2 s'analitzen les respostes corresponents al Test-G, i a la 6.3 les dels Test-L.

Les respostes de cada alumne a cada una de les qüestions obertes seleccionades² s'ha assignat a una i només a una de les següents categories de descripció:

- A) Vàlides i correctes, de tipus científic i enteses correctament.
- B) Gairebé Correctes però malinterpretades o vagues.
- C) De tipus científic mal contestades (Intentos frustrats de donar una explicació científica)
- D) Respostes quotidianes.
- E) Irrellevants o deixades en blanc.

Z) Categoria reservada per a respostes correctes a la Qüestió oberta No.3, del Test-G, que utilitzen idees i conceptes de la teoria corpuscular (molècules, etc.).

Aquesta assignació s'ha fet donant a cada resposta dels alumnes la categoria de la seva millor frase de la seva resposta (atès que algunes vegades diferents frases de la resposta pertanyen a diferents categories).

Així, per a qualsevol alumne de la mostra final reduïda, tenim per a les qüestions seleccionades, sis categories de descripció a cada part del Test final (la G i la L). P.ex.: A,D,A,D,A,C per al Test-G, i A,A,B,A,A,D, per al Test-L per a l'alumne No.324.

Per cert que aquesta numeració dels alumnes és la que els correspon per ordre de llista al fitxer de la Taula 5.D.1 de l'annex 5D, i en el que el significat de les dades és el següent, columna per columna:

Columna 1: lletra del grup de l'alumne a la seva escola.

2: Sexe (0=Nois ; 1=Noies)

3: Resposta a la qüestió d'elecció múltiple No.6 del Test-G
(1='Cert' al distractor correcte (el B); 0=En cas contrari)

4: Resposta a la qüestió d'elecció múltiple No.7 del Test-G
(1='Cert' al distractor (A); 0=en cas contrari)

5: Resposta a la qüestió d'elecció múltiple No.7 del Test-G
(1='Cert' al distractor (B); 0=en cas contrari)

(Posteriorment es recodifiquen aquestes respostes, en una sola dada (X7) referent a la qüestió No.7: 1=Si Existeix al menys un 1 a les columnes 4 i 5 ;0=En cas contrari)

6: Resposta a la qüestió d'elecció múltiple No.8 del Test-G
(1='Cert' al distractor (A); 0=en cas contrari)

7: Resposta a la qüestió d'elecció múltiple No.8 del Test-G
(1='Cert' al distractor (C); 0=en cas contrari)

(Posteriorment es recodifiquen aquestes respostes, en una sola dada (X8) referent a la qüestió No.8: 1=Si Existeix al menys un 1 a les columnes 6 i 7 ;0=En cas contrari)

8: lletra del distractor escollit, a la qüestió No.9 del Test-G

² Addicionalment s'ha realitzat el mateix amb algunes qüestions refusades.

- 9: Lletra del distractor escollit, a la qüestió No.10 del Test-G
10: Lletra del distractor escollit, a la qüestió No.11 del Test-G
11: Lletra del distractor escollit, a la qüestió No.12 del Test-G
12: Lletra del distractor escollit, a la qüestió No.13 del Test-G
13: Lletra del distractor escollit, a la qüestió No.14 del Test-G
14: Lletra del distractor escollit, a la qüestió No.15 del Test-G
15: Lletra del distractor escollit, a la qüestió No.16 del Test-G
16: Lletra del distractor escollit, a la qüestió No.17 del Test-G
17: Lletra del distractor escollit, a la qüestió No.18 del Test-G
18: Grau de seguretat indicat a la qüestió No.1 del Test-G (1=Molt ; 2=Força ; 3=Una mica; 4=Gens)
19: Grau de seguretat indicat a la qüestió No.2 del Test-G (1=Molt ; 2=Força ; 3=Una mica; 4=Gens)
20: Grau de seguretat indicat a la qüestió No.3 del Test-G (1=Molt ; 2=Força ; 3=Una mica; 4=Gens)
21: Grau de seguretat indicat a la qüestió No.4 del Test-G (1=Molt ; 2=Força ; 3=Una mica; 4=Gens)
22: Grau de seguretat indicat a la qüestió No.5 del Test-G (1=Molt ; 2=Força ; 3=Una mica; 4=Gens)
23: Grau de seguretat indicat a la qüestió No.6² del Test-G (1=Molt ; 2=Força ; 3=Una mica; 4=Gens)
24: Grau de seguretat indicat a la qüestió No.7⁴ del Test-G (1=Molt ; 2=Força ; 3=Una mica; 4=Gens)
25: Grau de seguretat indicat a la qüestió No.7⁵ del Test-G (1=Molt ; 2=Força ; 3=Una mica; 4=Gens)
(Posteriorment es recodifiquen aquests graus de seguretat de les Col.23 i 25, en un sol valor.
Un que representi⁶ el conjunt de tots dos).
26: Grau de seguretat indicat a la qüestió No.8⁷ del Test-G (1=Molt ; 2=Força ; 3=Una mica; 4=Gens)
27: Grau de seguretat indicat a la qüestió No.8⁸ del Test-G (1=Molt ; 2=Força ; 3=Una mica; 4=Gens)
(Posteriorment es recodifiquen aquests graus de seguretat de las Col.26 i 27, en un sol valor.
Un que representi⁶ el conjunt de tots dos).
28: Grau de seguretat indicat a la qüestió No.9 del Test-G (1=Molt ; 2=Força ; 3=Una mica; 4=Gens)
29: Grau de seguretat indicat a la qüestió No.10 del Test-G (1=Molt ; 2=Força ; 3=Una mica; 4=Gens)
30: Grau de seguretat indicat a la qüestió No.11 del Test-G (1=Molt ; 2=Força ; 3=Una mica; 4=Gens)
31: Grau de seguretat indicat a la qüestió No.12 del Test-G (1=Molt ; 2=Força ; 3=Una mica; 4=Gens)
32: Grau de seguretat indicat a la qüestió No.13 del Test-G (1=Molt ; 2=Força ; 3=Una mica; 4=Gens)
33: Grau de seguretat indicat a la qüestió No.14 del Test-G (1=Molt ; 2=Força ; 3=Una mica; 4=Gens)
34: Grau de seguretat indicat a la qüestió No.15 del Test-G (1=Molt ; 2=Força ; 3=Una mica; 4=Gens)
35: Grau de seguretat indicat a la qüestió No.16 del Test-G (1=Molt ; 2=Força ; 3=Una mica; 4=Gens)
36: Grau de seguretat indicat a la qüestió No.17 del Test-G (1=Molt ; 2=Força ; 3=Una mica; 4=Gens)
37: Grau de seguretat indicat a la qüestió No.18 del Test-G (1=Molt ; 2=Força ; 3=Una mica; 4=Gens)
38: Inicial de la Localitat on Viu, (deixada en blanc en el cas de moltes poblacions petites

³Al costat de la pregunta "Cert o Fals?" corresponent al distractor 'B'

⁴Al costat de la pregunta "Cert o Fals?" corresponent al distractor 'A'

⁵Al costat de la pregunta "Cert o Fals?" corresponent al distractor 'B'

⁶No podem parlar de promig. Així, si tenim, p.ex. els graus 1 i 2, el grau que millor representa a tots dos, convenim que serà: '2'.

Si p.ex tenim els graus 1 i 3, el global direm que és '2',

Si p.ex tenim els graus 1 i 4, el global direm que és '3',

Si p.ex tenim dos vegades el grau 2, el global direm que és '2', i així succesivament.

⁷Al costat de la pregunta "Cert o Fals?" corresponent al distractor 'A'

⁸Al costat de la pregunta "Cert o Fals?" corresponent al distractor 'C'

- 39: Codi de la Ubicació de la seva localitat (1=Metropolitana, 2=Urbana no metropolitana, 3=Rural)
40: Repeteix curs (1=Si, 0=No)
41: Codi dels Centres (1=I.B.B.Besòs, 2=E.St.Miquel, 3=I.B.Vilasaca de Reus; 4=I.B.B.Metge;
5= C.E.S. de Tarragona; 6=E.Súnion i 7=I.B.J.Ca'llís de Vic)
42: Viu (Tot l'any o una part) en un entorn natural (1=Si, 0=No)
43: Té aficions lligades a la Natura (1=Si, 0=No)
44: Realitza activitats com la pràctica d'un esport (1=Si, 0=No)
45: Ajuda o té habilitats culinàries (1=Si, 0=No)
46: Resum de les preguntes referents al seu accés a bens de caire cultural, (1=Si, 0=No)
47: Utilitza usualment el català (1=Si, 0=No)
48: Nombre de llengües estrangeres en les que es defensa
49 a 61: Encert a les qüestions d'elecció múltiple No.1 a No.13 del Test-L (1=Si, 0=No)
62 a 74: Grau de seguretat indicat a les qüestions No.1 a No.13 del Test-L (1=Molt; 2=Força; 3=Una mica; 4=Gens)
75 a 80: Lletres que indiquen la categoria assignada a les
respostes de les qüestions obertes G1, G2, G3, G4, G5 i G9 del Test-G⁹.

El procés d'assignar una categoria a cada resposta d'una qüestió oberta, a cada alumne inclou:

-) transcriure les frases i assignar-les a uns encapçalaments generals. La llista sencera es mostra a l'annex 6E per al Test-G i a l'annex 6K per al Test-L.
-) col·lapsar algunes classes de frases i jerarquitzar els grups formats i adequar-los a les categories generals definides. Tal com es mostra als annex 6F i 6L.
-) assignar una sola categoria a cada resposta de cada alumne, usualment la de categoria superior en cada cas. Es mostren per al Test-G a la Taula 6.1.20 (que es basa en les Taules G1 a G9 de l'annex 6F); i per al Test-L a la Taula 6.1.23 (que es basa en les Taules L11 i L14 a L18 de l'annex 6L).
-) Realitzar proves Xi-square per a analitzar la significació.

-
- ⁹ Les categories assignades a les qüestions obertes de tot el Test, així com els perfils assignats a cada alumne s'indiquen a la Taula 5.D.2 amb els significats següent, columna a columna:
1 a 6: Lletres de les categories assignades a les respostes de les qüestions obertes L11, i L14 a L18 del Test-L
8: Perfil de cada alumne segons les respostes obertes al Test-L
9: Perfil de cada alumne segons les respostes obertes al Test-G
11: Perfil global de cada alumne (Considerant el test final global)
13 a 18: Lletres de les categories assignades a les respostes de les qüestions obertes G1 a G5, i G9 del Test-L
20: Id.Id per a la qüestió G3 (admetent la categoria 'Z' si utilitza frases relatives a la teoria corpuscular) del Test-G
21: Id.Id per a la qüestió L12 del Test-L.

b) Aspectes particulars de l'anàlisi del Test-G

S'han realitzat diversos tractaments de les dades del test final, especialment de les dades de la Taula 6.1.20. de la classificació de les respostes a les qüestions obertes, en diverses categories (A=Vàlides i científiques; B=Gairebé acceptables; C=Científiques errònies i D=Quotidianes). Cadascun dels tractaments, com es veurà, té la seva utilitat i aplicació.

A cada tractament s'han codificat d'una manera característica les categories que s'havien donat a les respostes 'obertes' del Test-G:

Al Primer tractament (APP1) codifiquem com a '1' les respostes de categoria 'A', i com a '0' totes les altres.

Al Segon tractament (APP2) codifiquem com a '1' les respostes de les categories 'A' i 'B', i com a '0' totes les altres.

Al Tractament dos-bis (APP2B) codifiquem com a '1' les respostes de categoria 'B', i com a '0' totes les altres.

Al Tercer tractament (APP3) com a '1' les respostes de categoria "C", i com a '0' totes les altres.

Al Tractament tres-z, o abreujadament tractament Zeta (APPZ) codifiquem com a '1' les respostes de categoria 'Z' (la de les frases donades en resposta a la qüestió G3 que mencionen aspectes de la teoria corpuscular), i com a '0' totes les altres de categories de la G3.

A Cada una de les anàlisis d'associació que s'han fet a cada tractament s'han preparat taules de contingència. I s'hi ha calculat el paràmetre Xi-quadrat per a evaluar-ne la significació estadística. Es mostren a les Taules 1B a 8B de l'annex 6B, i se'n resumeixen els resultats a la Taula 1D de l'annex 6D.

En algunes comptades ocasions també s'han portat a terme algunes anàlisis de varianza (ANOVA i MANOVA) per a completar la informació obtinguda amb les anàlisis de les taules de contingència. En aquests casos hem assumit que les variables numèriques assignades per a cada categoria les tractariem com si fossin contínues, malgrat que realment no ho són.

Les Taules creuades (crosstabulations) i les de les Anàlisis de varianza es mostren a l'Annex 6B. Els seus resultats es comenten breument a la secció 6.2.2.1.

En rigor no s'haurien de realitzar ANOVA-s amb aquestes dades categòriques. Malgrat tot, el que es va començar a calcular mig informalment ha tingut l'interés de produir uns resultats que presenten els mateixos nivells de significació que els obtinguts amb els paràmetres Xi-quadrat calculats en aquelles taules de contingència que corresponen a les mateixes dades amb les que hem portat a terme les anàlisis de varianza.

TAULA 6.1.20: LLISTA D'ALUMNES DE LA 'MOSTRA FINAL REDUÏDA' (S'indica el número que tenen a la llista global) i CATEGORIES DONADES A LES SEVES RESPOSTES A LES QÜESTIONS OBERTES DEL TEST-G

Núm.	AL	G1	G2	G3	G4	G5	G9	Núm.	AL	G1	G2	G3	G4	G5	G9
1	A	C	B	D	B	B		324	A	D	A	D	A	C	
3	A	A	B	B	C	E		325	A	A	A	E	E	D	
4	C	A	E	B	D	E		326	A	A	C	A	D	C	
5	A	E	B	E	A	E		327	A	B	A	E	B	C	
6	D	A	E	E	A	E		328	C	E	E	E	D	C	
7	A	A	A	D	A	D		329	A	B	C	B	C	E	
8	A	A	B	A	A	C		331	A	D	A	A	A	C	
9	A	B	A	A	A	B		334	A	E	B	B	D	C	
10	E	C	C	B	D	C		340	A	D	C	E	A	E	
11	C	D	B	C	B	E		341	B	E	A	E	A	D	
12	A	B	C	E	B	D		342	A	C	E	D	E	D	
13	A	A	A	A	E	C		346	B	D	B	B	B	C	
14	B	A	E	B	A	B		347	A	D	A	B	B	C	
15	A	C	A	E	E	B		348	A	E	E	D	B	C	
16	A	A	A	E	E	E		349	A	B	A	B	A	C	
17	B	D	A	D	D	C		351	B	D	A	D	D	B	
18	A	A	A	D	D	C		352	A	D	A	E	A	D	
20	A	B	A	C	E	E		353	A	D	A	D	E	E	
21	A	A	C	A	D	E		356	B	D	A	B	A	C	
25	E	E	B	B	E	E		358	B	E	A	B	A	D	
30	A	A	E	B	E	D		363	A	E	A	E	A	C	
36	B	D	B	E	A	E		364	A	E	A	D	A	C	
39	D	A	A	D	D	C		366	B	A	E	E	A	D	
42	D	B	E	C	E	E		368	A	C	B	E	B	C	
43	B	D	E	B	A	E		376	B	B	A	E	D	B	
48	A	D	E	E	D	C		381	B	E	C	E	E	D	
49	B	C	B	C	A	E		383	A	C	B	E	A	C	
50	B	D	B	B	E	E		386	B	E	A	B	C	C	
51	B	D	E	B	A	E		387	C	D	A	E	C	C	
52	B	A	C	E	A	E		390	A	D	C	E	A	B	
54	B	D	B	B	E	E		391	A	A	E	E	E	D	
60	C	A	B	B	A	E		405	A	B	B	D	A	E	
62	C	B	B	B	A	C		406	A	B	B	D	C	E	
66	C	B	C	B	A	E		408	A	E	A	C	C	C	
68	A	A	D	A	D	D		409	A	E	A	C	A	C	
70	C	E	A	E	A	E		413	A	E	E	B	A	B	
72	A	E	A	A	A	B		414	A	E	E	E	E	C	
75	C	C	A	A	A	C		415	A	D	A	C	A	C	
82	A	D	B	B	A	C		416	E	A	E	E	E	C	
83	A	A	A	B	D	C		420	A	A	D	E	B	C	
84	A	A	C	B	E	E		430	A	A	B	A	A	C	
85	A	D	A	B	A	C		431	A	B	C	B	A	C	
86	A	C	A	B	D	E		432	A	D	A	A	A	E	
88	A	C	B	B	A	C		433	A	D	A	D	A	C	
89	A	A	A	B	A	C		434	B	E	C	E	A	D	
90	A	A	A	D	E	C		435	D	E	B	B	A	E	

TAULA 6.1.20:(CONT.) / ALUMNES DE LA 'MOSTRA FINAL REDUÏDA' I CATEGORIES DONADES A LES SEVES RESPOSTES A LES QÜESTIONS OBERTES DEL TEST-G

Núm.AL	G1	G2	G3	G4	G5	G9	Núm.AL	G1	G2	G3	G4	G5	G9
91	A	A	C	D	B	C	436	A	E	A	C	E	C
92	A	A	A	B	A	C	437	A	D	C	E	A	C
93	A	D	C	D	E	C	438	C	C	D	E	A	D
94	A	D	C	B	A	C	439	A	A	A	A	B	E
97	A	D	C	E	E	C	440	A	A	B	A	A	C
98	A	A	A	B	E	D	441	A	C	A	A	A	C
99	A	A	A	B	A	C	444	B	E	E	A	A	C
106	B	A	A	D	D	C	445	A	B	B	B	A	C
110	C	A	A	B	A	C	446	B	B	E	A	A	D
112	A	D	B	E	A	E	447	B	A	B	B	C	C
113	A	D	A	A	A	C	448	B	E	A	B	E	D
114	A	C	A	E	C	C	449	B	D	B	D	E	B
115	A	D	A	E	B	C	450	B	A	A	D	E	D
116	A	C	C	B	A	E	451	A	B	C	E	E	E
117	C	A	A	B	E	E	452	A	A	E	C	A	C
118	A	A	E	E	E	D	453	B	B	B	E	E	C
119	A	A	B	B	D	C	454	A	B	C	E	A	E
120	A	E	C	D	A	E	455	C	E	D	D	E	D
122	A	A	B	B	D	B	456	A	D	A	C	A	C
123	A	D	B	B	E	D	457	B	A	C	E	A	C
124	B	D	C	C	B	C	458	B	C	B	D	A	E
126	A	A	A	D	B	C	459	C	B	E	E	E	C
127	A	C	D	D	D	C	460	D	C	B	B	E	E
129	B	D	B	D	A	C	461	C	B	C	B	B	C
149	A	A	B	A	A	C	462	B	C	B	B	B	C
151	B	A	A	D	C	C	463	A	C	A	E	E	E
152	C	A	A	B	D	E	464	A	B	B	B	B	B
155	A	D	A	A	D	C	465	B	B	B	C	C	D
156	C	C	A	C	C	E	466	B	E	E	E	C	B
161	A	D	A	A	D	C	469	A	A	A	C	A	C
164	A	B	A	B	C	B	470	A	D	A	E	D	B
323	A	A	C	D	A	C	472	A	A	A	E	A	C

Per a procedir a l'estudi de la consistència entre respostes serà convenient d'agrupar les preguntes en conjunts que tinguin alguna similaritat.

Aquesta similaritat podria ser respecte: -al tema,-als factors de disseny de les qüestions:

-contexte científic o bé quotidià

-part del test final a la que pertany la pregunta:

=part referida al'equilibri L=V (Test-L)

=o la referida a propietats i naturalesa dels

gasos(Test-G)

- i la intencionalitat de la pregunta:

=seleccionar explicacions

=seleccionar prediccions

=obtenir explicacions o/i que els propis alumnes generin les seves hipòtesis.

.i fins basada en les respostes que esperàven que donessin els alumnes.

Ja hem explicat al Capítol cinqué que de fet tan el Test-G com el Test-L constàven ,als efectes de les nostres anàlisis, de 6 Qüestions obertes i 13 Qüestions d'Elecció Múltiple. La majoria d'aquestes qüestions les hem repartit en un petit nombre de conjunts de qüestions que tinguin algunes similitutats entre elles, creats com es veurà, com a instrument de comparació i d'anàlisi de la coherència del questionari. Aquests conjunts (per al Test-G),es defineixen a la Taula 6.1.21 . Inclouen qüestions que, o bé tracten de temes similars, o bé tenen respostes similars dels alumnes o bé ... nosaltres esperàvem que tindrien respostes semblants.

Es presenta a la Taula 6.1.22 la llista de les qüestions del Test-G amb el tema particular de que tracten cadascuna, els seus factors de disseny i la seva possible adscripció a un grup on totes les qüestions integrants tinguin algun tó de similitut.

S'ha considerat oportú assignar al subconjunt 1 les preguntes on intervinguin les variables Pressió i Temperatura que defineixen l'estat macroscòpic ,al subconjunt 2 els ítems relacionats amb la teoria corpuscular de la matèria,i a un nou subconjunt 3: d'altres ítems independents però amb aspectes comuns.

La qüestió 3,que es molt especial car demana una definició als alumnes(la del concepte de gas) es podria incloure al subconjunt 2 per a alguns aspectes.Malgrat tot requeria una anàlisi especial.

Malgrat haver realitzat diverses provatures. tres de les Qüestions d'Elecció Múltiple (les Núm. 10, 13 i 15) no s'han assignat a cap conjunt . Es degut a que els seus dominis pertanyen a camps força separats, malgrat correspondre al macro-tema de les propietats i comportament dels gasos.

Les Qüestions obertes Núm.10 i Núm. 6 tampoc s'han assignat a cap conjunt donat que han estat eliminades a efectes de les anàlisis qualitatives tal com s'explica al final de la Secció 6.2.1.

En qualsevol cas les parts d'Elecció Múltiple d'aquestes mateixes qüestions Núm.6 i Núm.10 s'han inclòs al Conjunt 1B, com s'indica a la Taula 6.1.21.

La qüestió Núm.9 també s'ha redactat com a Qüestió d'Elecció Múltiple i com a qüestió oberta. Aquesta darrera part la inclourem al Conjunt 1A, i la primera al Conjunt 1B.

TAULA 6.1.21: DESCRIPCIÓ DE QÜESTIONS DEL TEST-G A DIFERENTS CONJUNTS

- E1 Conjunt 1 el formaran:
 Subconjunt 1A: integrat per les qüestions obertes Núm.1, 5 i 9,
 Subconjunt 1B: Per les Qüestions d'elecció múltiple :
 No: 6,7,9,11,14,17 i 18
 que tenen aspectes comuns.
 E1 2 el formaran la Núm.2 i les Qüestions d'elec. múlt. No 8 i 16
 E1 3 el formaran la Núm.4 i la qüestió d'elec. múlt. Núm.12

L'única particularitat serà la definició del conjunt especial 2Z, que inclourà la qüestió Núm.3 al Conjunt Núm.2 considerant-hi només les respostes que tracten sobre la teoria corpuscular.

Taula 6.1.22: LLISTA DE LES QÜESTIONS DEL TEST-G i ATRIBUCIÓ A DIFERENTS GRUPS

NOMBRE I TIPUS DE LA QÜESTIO	FACTORS DE DISSENY	TEMA BANAL DE LA QÜESTIO	NOMBRE DEL CONJUNT AL QUE S'HA ASSIGNAT CADA QÜESTIO	
1	OEQ	CH	Globus ascend.	1
2	OEQ	CH	Perfum expd.	2
3	OEQ	CH	CONCEPTE de Gas	NC
4	OEQ	VH	Combust. Aviació	3
5	OEQ	VH	Augm P d'un pneum.	1
6	MCQ	CP	Bombolles de cava	1
6	OEQ	(CP)		Elim.
7	MCQ	CE	Relacs. P i T.	1
8	MCQ	CE	MCQ	2
9	MCQ	VP	Pilota p. pong	1
9	OEQ	(VP)		1
10	MCQ	VP	Cremades a la mà	Apart
10	OEQ	(VP)		Elim.
11	MCQ	CE	Relacs. P i T.	1
12	MCQ	CP	Gas aïllat a -134°C	3
13	MCQ	CP	Relacs. P i T.	Apart
14	MCQ	VE	Relacs. T i V.	1
15	MCQ	VE	Llenya	Apart
16	MCQ	CE	Relacs P i V(xeringa	2
17	MCQ	VP	V.Globus relacs.amb P	1
18	MCQ	VP	Depressió d'un bidonet	1

Els abreuaments signifiquen :

NC-No considerada, i

Per als tipus de pregunta:

MCQ: Pregunta d'elecció múltiple i OEQ: preguntes obertes

Per als factors de disseny:

C=àmbit de la ciència i Q=Quotidià,

E=Pregunta per a triar-hi explicacions; P=per a triar-hi prediccions i H=Pregunta de Generació d'hipòtesis, etc.

Apart d'això el rendiment que els alumnes obtenen en aquesta qüestió s'ha comparat més endavant amb el nombre d'alumnes que donen respostes categoritzades en cadascuna de les classes definides (a la part de qüestió oberta).

Les qüestions obertes 6 i 10 s'han eliminat d'aquesta anàlisi qualitativa atesos els problemes descrits a la secció 6.2.1. Les qüestions d'elecció múltiple 10, 13 i 15 s'han deixat a part a l'hora de fer agrupacions donat el 'micro-espai' específic del que tractaven, però es tenen en compte a l'anàlisi de rendiment de les qüestions d'elecció múltiple.

Finalment hem de destacar que totes les qüestions d'elecció múltiple es tenen en compte als càlculs quantitativs sobre rendiment.

c) Aspectes particulars de l'anàlisi del Test-L

Al Test-L només farem un tractament de codificació de les dades de la Taula 6.1.23.

Aquí codifiquem com a '1' les respostes de categoria 'A' (Vàlides i científiques), i com a '0' totes les altres.

A Cada una de les anàlisis d'associació que s'han fet , s'han preparat taules de contingència. I s'hi ha calculat el paràmetre χ^2 per a evaluar-ne la significació estadística. Com al Test-G, també s'han portat a terme algunes anàlisis de variància (ANOVA i MANOVA) per a completar la informació obtinguda amb les anàlisis de les taules de contingència . En aquests casos hem assumit que les variables numèriques assignades per a cada categoria les tractariem com si fossin contínues , malgrat que realment no ho són.

Les Taules creuades (crosstabulations) i les de les Anàlisis de variància es mostren a la Taula 1J de l'annex 6J . Els seus resultats es comenten breument a la secció 6.3.2.1.

Per a procedir a l'estudi de la consistència entre respostes serà convenient d'agrupar les preguntes en conjunts que tinguin alguna similaritat, com hem fet pel Test-G.

Les 18 qüestions del Test-L consten de fet de 6 qüestions obertes i 13 qüestions d'elecció múltiple. La seva major part les hem distribuït en petits conjunts de qüestions, com en el cas del Test-G. Aquests conjunts, creats com a instrument de comparació i d'anàlisi de la coherència del questionari es defineixen a la Taula 6.1.24 . Inclouen qüestions similars en el tema, o en les respostes obtingudes o en les esperades.

A la Taula 6.1.25 es presenta la llista de les qüestions del Test-L amb el tema particular de que tracten cadascuna, els seus factors de disseny i la seva possible adscripció a un grup on totes les qüestions integrants tinguin algun tó de similitut.

TAULA 6.1.23: LLISTA D'ALUMNES DE LA 'MOSTRA FINAL REDUÏDA'
 (S'indica el número que tenen a la llista global) i LES
 CATEGORIES DONADES A LES SEVES RESPOSTES A LES QÜESTIONS
 OBERTES DEL TEST-L

Núm.	AL	L11	L14	L15	L16	L17	L18	Núm.	AL	L11	L14	L15	L16	L17	L18
1	E	C	A	A	A	A	A	324	A	A	B	A	A	D	D
3	A	B	B	B	E	B	B	325	C	E	B	E	E	A	A
4	E	B	D	D	E	B	B	326	D	B	B	D	B	C	A
5	A	B	D	D	A	D	D	327	C	E	A	D	B	C	A
6	A	A	A	B	D	D	D	328	C	B	D	A	B	C	A
7	C	A	A	D	C	D	D	329	D	B	A	B	B	C	A
8	C	A	C	B	E	C	D	331	C	A	A	A	E	C	A
9	C	A	B	E	A	B	A	334	C	E	D	D	E	D	E
10	E	D	A	B	A	C	B	340	C	B	D	B	B	E	E
11	C	A	C	A	B	C	C	341	D	B	B	D	B	E	E
12	C	B	A	B	A	C	D	342	C	D	D	A	B	E	E
13	E	A	A	A	A	A	D	346	C	A	A	B	B	E	E
14	C	B	C	D	D	C	B	347	C	B	A	B	B	E	E
15	C	A	B	B	D	D	E	348	A	A	A	A	A	A	A
16	C	A	A	D	D	C	C	349	C	D	D	A	D	A	A
17	C	B	A	B	D	C	D	351	E	D	D	B	D	C	A
18	D	A	A	D	A	E	B	352	C	B	B	B	D	B	A
20	C	B	A	A	D	C	A	353	D	A	C	B	B	E	D
21	B	C	B	D	D	B	A	356	C	C	E	B	A	B	E
25	D	D	B	D	D	E	A	358	C	E	B	B	B	C	D
30	C	B	D	D	D	E	E	363	A	A	A	D	D	C	A
36	C	B	A	D	D	C	B	364	C	A	D	B	D	C	C
39	D	B	A	D	D	A	D	366	A	B	D	D	B	C	C
42	D	C	D	D	D	E	B	368	C	B	A	D	A	E	E
43	D	A	D	D	D	E	A	376	D	C	B	D	A	E	A
48	C	B	C	B	E	E	C	381	E	E	B	D	E	E	E
49	D	A	E	D	D	E	E	383	C	A	D	A	B	E	D
50	A	B	D	D	D	E	B	386	C	A	D	A	B	C	D
51	E	E	D	D	D	E	A	387	C	B	D	D	B	E	A
52	D	C	A	E	E	C	B	390	C	A	A	D	B	C	B
54	B	A	A	B	B	B	E	391	E	D	D	D	B	E	B
60	C	D	B	E	B	C	D	405	C	A	D	D	B	E	D
62	C	B	A	B	C	C	B	406	C	B	A	B	B	C	B
66	E	D	A	E	E	B	E	408	C	B	A	A	B	C	D
68	A	A	B	B	B	B	A	409	E	B	A	A	B	A	A
70	D	A	B	D	A	A	D	413	C	A	D	E	E	E	D
72	C	A	B	B	E	E	A	414	C	A	E	E	E	E	B
75	C	A	B	B	E	E	B	415	C	E	A	E	B	B	A
82	B	E	A	E	B	D	D	416	B	E	A	E	D	B	B
83	C	B	B	B	C	C	C	420	C	B	C	A	A	B	A
84	C	A	D	D	C	A	A	430	C	A	A	B	B	E	E
85	C	E	A	B	E	B	B	431	E	B	A	B	B	E	D
86	C	C	B	B	C	D	D	432	B	B	B	D	D	E	E
88	C	B	D	B	C	C	C	433	C	B	A	C	C	E	B
89	C	B	B	B	E	A	A	434	B	B	A	B	B	C	D
90	C	B	A	B	B	A	A	435	C	B	B	D	B	B	A

TAULA 6.1.23:(CONT) / LLISTA D'ALUMNES DE LA 'MOSTRA FINAL REDUYDA' I CATEGORIES DONADES A LES SEVES RESPOSTES A LES QÜESTIONS OBERTES DEL TEST-L

Núm.AL	L11	L14	L15	L16	L17	L18	Núm.AL	L11	L14	L15	L16	L17	L18
91	A	A	A	B	B	B	436	B	A	A	A	E	A
92	C	A	A	B	E	C	437	A	B	B	A	E	D
93	A	C	A	A	E	A	438	D	B	B	B	E	A
94	C	B	A	B	E	E	439	C	B	B	B	E	A
97	A	A	C	D	C	A	440	C	A	A	E	E	E
98	D	B	D	B	D	B	441	C	A	A	B	C	A
99	A	D	A	A	C	C	444	C	D	A	B	C	A
106	B	A	A	A	B	A	445	A	C	A	D	A	A
110	A	B	A	B	C	D	446	D	B	A	B	E	A
112	C	B	B	B	C	A	447	C	D	A	A	D	D
113	B	A	A	E	C	A	448	C	B	B	B	E	A
114	C	A	A	B	A	C	449	C	E	A	D	E	E
115	C	C	A	C	E	D	450	C	B	B	D	E	D
116	C	C	A	D	D	E	451	D	B	B	B	E	A
117	C	B	A	B	A	A	452	A	E	A	B	A	B
118	E	E	D	D	E	C	453	E	B	D	A	E	A
119	E	B	B	B	C	D	454	A	A	A	B	C	A
120	C	A	D	B	E	D	455	D	B	A	D	C	A
122	D	C	B	B	E	B	456	E	A	A	A	C	A
123	C	C	C	D	E	D	457	E	A	A	A	A	A
124	A	C	D	D	E	D	458	C	A	A	B	A	A
126	C	A	A	B	E	D	459	D	C	B	E	C	C
127	A	D	C	E	E	A	460	D	B	D	C	E	A
129	A	D	B	B	C	A	461	C	B	A	C	B	C
149	A	C	C	B	E	E	462	C	A	A	B	B	A
151	C	C	A	B	C	A	463	E	D	A	B	B	B
152	D	D	A	B	E	D	464	D	B	A	B	B	A
155	A	B	B	D	D	A	465	D	B	D	E	E	B
156	D	E	B	D	B	E	466	C	D	E	E	E	C
161	C	E	A	A	E	A	469	E	A	B	A	E	D
164	C	C	A	D	E	D	470	C	A	A	B	E	A
323	D	A	A	A	C	A	472	C	A	A	B	C	E

Tan en aquest Test-L com en el Test-G hi havia qüestions d'elecció múltiple entre diferents distractors i preguntes obertes, on l'estudiant produïa les seves genuïnes respostes.

En alguns casos acompanyant a la MCQ es reservava un espai per a la explicació de motius pels quals s'havia escollit un distractor i no un altre amb la qual cosa teníem la pregunta convertida adicionalment en una OEQ.

A la secció 6.3.1.k s'explica perquè s'han eliminat les qüestions OEQ 9, 10, 12 i 13 d'aquesta anàlisi qualitativa. Les qüestions d'elecció múltiple, però, es tenen en compte a l'anàlisi de rendiment.

Els tres subconjunts en que s'agruparan les 18 qüestions, D'ACORD AMB LA TAULA 6.1.24 estaran formats així:
subconjunt 1: les preguntes sobre els canvis d'estat 'LV'
subconjunt 2: items sobre d'altres canvis, com ara 'VL'
subconjunt 3: qüestions amb intercanvis de calor a considerar.

TAULA 6.1.24: DESCRIPCIÓ DE QÜESTIONS DEL TEST-L A DIFFERENTS CONJUNTS
Conjunt 1 format per: Subconjunt 1A: Qüestió oberta No:10, (si es seleccionés) Subconjunt 1B: Qüestions d'elecció múltiple No: 1,3,4,5,6,10
Conjunt 2 format per: Subconjunt 2A: Q.Obertes:No.13(si es seleccionés),15,16 i 18 Subconjunt 2B: Qüestions d'elecció múltiple 2,7, i 13
Conjunt 3 format per: Subconjunt 3A: Q.Obertes No.11,14 i 17. Subconjunt 3B: Qüestions d'elecció múltiple 8,9,11 i 12,

Les preguntes obertes es col·loquen als subgrups 'A' i les d'elecció múltiple als 'B'.
 En els annexos (al darrera de les Taules No. 6.1.26, 6.1.27, 6.1.28 i 6.1.29 que es mostren com a mera ampliació de detalls de la col·lecció amb que s'ha treballat), es presenten les Taules mencionades en aquest Capítol i que no s'han intercalat al text,

TAULA 6.1.25 LLISTA I ADRIPCIÓ DE LES QÜESTIONS DEL TEST-L A DIFERENTS GRUPS

NOMBRE I TIPUS DE LA QÜESTIO	FACTORS DE DISSENY	TEMA BANAL DE LA QÜESTIO	GRUP AL QUE ES POT ASSIGNAR CADASCUNA DE LES QÜESTIONS
1 MCQ	CE	Massa d'aigua L→V	LV 1B
2 MCQ	CE	Formació de núvols	V→S 2B
3 MCQ	CE	Definició Pt d'ebullició	LV 1B
4 MCQ	CP	Volum d'un L→G integralment	LV 1B
5 MCQ	CP	Ebullició de 200g benzè	LV 1B
6 MCQ	CP	Condensac. de 200g de benzè	LV 1B
7 MCQ	VE	Humitat enganx.llauna freda	VL 2B
8 MCQ	VE	Acalorant.f(suor)no deu =v	LV Q 3B
9 MCQ	VE	Més temps assecar cabell	LV Q 3B
9 OEQ	(VE)	Id.	NE
10 MCQ	VP	Líquid de frens idoni	LV sH:0 1B
10 OEQ	(VP)	Id.	1A
11 MCQ	VP	Major temps de cocció	LV Q t 3B
11 OEQ	(VP)	Id.	3A
12 MCQ	VP	Major temperatura cocció	LV Q T 3B
12 OEQ	(VP)	Id.	3A
13 MCQ	CH	Formació de boira	V→S 2B
13 OEQ	(CH)	Id.	2A
14 OEQ	VH	Colònia s'evap. mans	LV Q 3A
15 OEQ	VH	Rosada a la tenda	VL 2A
16 OEQ	VH	Vidres finestra i armari	VL 2A
17 OEQ	CH	Termom.i liq.volàtil s'evap	LV Q 3A
18 OEQ	CH	Baf ulleres submarinista	VL 2A

En aquesta Taula els abreujaments signifiquen :

NC=No considerada, i

Per als tipus de pregunta:

MCQ: Preguntes d'elecció múltiple i OEQ: preguntes obertes

Per els factors de disseny:

C=àmbit de la ciència i Y=Quotidià,

E=Pregunta per a triar-hi explicacions; P-per a triar-hi prediccions i

H=Pregunta de Generació d' hipòtesis ,etc.

Per a l "àmbit" (científic):

LV:Canvi de l'estat líquid a vapor

VL:Canvi de l'estat vapor a líquid

V→S:Canvi de l'estat vapor a sòlid

Q:Amb intercanvi de calor a considerar

s:Factor solubilitat important a la qüestió respectiva

t:Factor temps important a la qüestió respectiva

T:Factor temperatura important a la qüestió respectiva

6.2 Resultats del test-G

6.2.1 Breu descripció de les aportacions a la recerca gràcies a cada qüestió oberta

Presentació

A continuació hi ha un comentari individualitzat per a cada qüestió. Aquí s'ha partit de la llista de frases obtinguda a la Mostra Final Reduïda de 156 alumnes. Es comenten les raons i objectius pels quals s'ha inclòs cada pregunta i allò que es pretenia mesurar amb cadascuna; i les constatacions o aportacions més interessants pel que fa al tipus de respostes obtingudes. Generalment es tracta de respostes de caire quotidià i són una bona expressió que el món dels alumnes, força vegades, no té res a veure amb el de les idees científiques. Les dificultats i els èxits s'han presentat també qüestió per qüestió. També es menciona el perquè s'han exclòs les qüestions que no han estat útils per als objectius fixats

a. Qüestió oberta G1

Enunciat: Un globus aerostàtic té una flama de gas al damunt de la cistella (a sota el coll del globus), que serveix per fer-lo aixecar. Dóna una explicació detallada del per què puja.

Tipus de qüestió : Oberta.

Objectiu: Determinar preconceptes

Determinar el grau de coneixement de les propietats dels gasos, com ara la densitat i la seva proporcionalitat amb la temperatura (a pressió o a volum constants), i el concepte de pressió.

Constatacions aïllades lligades a frases peculiars formulades per algun petit subconjunt d'alumnes de la mostra final reduïda:

Les molècules es dilaten.

El foc allibera una gran quantitat d'energia

D'altres constatacions: Uns quants alumnes (12%), expliquen l'aixecament del globus dient que és a causa que l'aire calent **OMPLE** o/i dilata o/i entra al globus. Curiosament la majoria d'aquests alumnes també dóna d'altres frases amb idees considerades correctes o "gairebé acceptables", sobre el tema .

Dificultats¹: D'entre el 84% d'alumnes que presenten respostes del tipus científic, o com a mínim de tipus gairebé acceptable, trobem que hi ha un 30% que també dona frases amb conceptes erronis, (com es pot observar a la Taula G1 de l'Annex 6E). Alguns d'aquests diuen ,p.ex." que el volum creix i llavors necessita més espai, i per tant puja el globus".

Aportacions remarcables: Aquesta qüestió és força ben explicada pel 62% dels alumnes, els quals donen respostes vàlides i de caire científic (p.ex."la densitat de l'aire calent és menor que la de l'aire fred", o bé " l'aire calent és més lleuger"), i per un 22% més que donen explicacions vàlides, tot i que amb certa vaguetat, o que demostren que no han estat compreses del tot. A l'Annex 6F es mostren les categories que s'han assignat a cada tipus de resposta.

Aquesta suma de percentatges (84%) és molt més alta que el que es pot esperar d'un conjunt d'alumnes que facin encerts aleatoris en qüestions d'elecció múltiple. A més, aquí no "escullen d'entre diferents opcions" sinó que donen les seves genuïnes explicacions personals.

A la inversa, de la categoria més baixa de frases (la de les quotidianes), hi trobem menys del 5% de la 'mostra final reduïda'.

b. Qüestió oberta G2

Enunciat:Quan es trenca una ampolla de perfum en un extrem d'una habitació se'l pot olorar des de l'altre extrem, però no pas immediatament. Com t'ho expliques en termes moleculars?

Tipus de qüestió : Oberta.

Objectiu:Determinar preconceptes, i
algunes propietats i coneixements sobre gasos, com ara:
la difusió ,
l'evaporació
la teoria corpuscular i el moviment de les partícules
gasoses.

Constatacions aïllades, lligades a frases peculiars formulades per algun petit subconjunt d'alumnes de la Mostra Final Reduïda:

¹ En aquest apartat no ens referim a preconceptes que s'hagin trobat. Ens referim més aviat a sorpreses i aspectes que entorpeixen l'assoliment dels nostres objectius.

L'olor es transmet de molècula a molècula.
Les molècules agafen l'olor, es mouen i necessiten un cert temps per tal que totes les de l'habitació hagin agafat l'olor (que s'hagin impregnat del de les seves molècules veïnes)

D'altres constatacions: Molts alumnes (un 25% de la mostra final reduïda) s'explica la difusió principalment a través d'un mecanisme que involucra un "carrier" o transportador.

Dificultats: El nombre de respostes incoherents i en blanc no es negligible (16%). Força alumnes parlen que "les molècules de l'olor s'adapten a la nova temperatura en comptes de parlar del pas a vapor i del conceptes de difusió o distribució".

Aportacions remarcables: Gairebé un de cada tres alumnes utilitza algun aspecte de la teoria corpuscular en les seves explicacions, però només arribem a aquest 33% si prenem també en consideració les respostes errònies, i també aquelles en què tot just s'esmenten àtoms, partícules, etc.

c. Qüestió oberta G3

Enunciat: Resumeix en poques línies el teu concepte de 'gas'.

Tipus de qüestió: Oberta.

Objectiu: Determinar preconceptes, i quina idea en tenen els alumnes del concepte 'gas', com l'entenen i a veure si inclouen aspectes com ara un estat de la matèria, explicacions de la teoria corpuscular, les seves propietats, i potser mitjançant exemples, com fa Stavy R. (1988).

Constatacions lligades a frases peculiars formulades per algun petit subconjunt d'alumnes de la Mostra Final Reduïda:
.La seva massa varia.
.No tenen cos

D'altres constatacions: L'associació en certs alumnes de la paraula "gas" només amb el gas natural (o no), o amb un combustible volàtil (que com que crema amb l'oxigen o que te coses a veure amb la inflamabilitat), o amb una font d'energia

Dificultats: La repetida idea que el gas no és visible, car té les seves molècules molt separades, o simplement dient que es troba 'per tot arreu'.

Alguns parlen de massa variable i fins i tot de manca de massa i d'altres que les molècules són capaces de canviar de mida. Només un menciona la naturalesa discontinua de la matèria.

Aportacions remarcables: Una gran part d'alumnes utilitza el concepte lligat a la idea d'una forma de la matèria -(un 42%)-, i molts alumnes (30%) inclosa la majoria d'aquell 42% anterior parla de que les partícules es troben molt separades.

A més a més dotzenes d'alumnes responen amb idees referides a l'estructura molecular i sis alumnes es refereixen als canvis d'estat. Les comptem tot i que siguin respostes incompletes i tot just esmentin els àtoms, partícules, etc.

S'ha trobat una gran similitud en la manera que els alumnes organitzen les seves idees amb la que mostra STAVY R.(1988)

d. Qüestió oberta G4

Enunciat: Els avions comercials s'enlairen ràpidament a 10.000m, per a estalviar combustible. Per quina raó creus que s'estalvia combustible a aquelles alçades?

Tipus de qüestió : Oberta

Objectiu: Determinar preconceptes, i averiguar si saben que a l'atmosfera hi ha menors pressions a grans altituds, que hi ha menys massa d'aire o/i el que és el mateix que dir que hi ha menors densitats i que per tant hi haurà menor fricció amb l'aire, cosa que farà consumir menys combustible.

Constatacions lligades a frases peculiars formulades per algun petit subconjunt d'alumnes de la Mostra Final Reduïda: Alguns creuen que "a grans altures en haver-hi menors temperatures el que passa és que el combustible no es pot evaporar".

D'altres constatacions:

.D'altres alumnes ho justifiquen tot dient que els avions pesen menys, o que hi ha menys oxigen i això fa consumir menys combustible. I també hi ha aquells que diuen que hi ha menor energia si es troben més lluny del nucli de la terra

Dificultats: Aquí el nombre de respostes no utilitzables (les incoherents més les deixades en blanc) puja fins al 20 %. En són exemples: "com que l'aire és més fred es tindrà menor pes i l'avió es sustentará millor", "una menor gavetat que al mateix temps provoca una pressió menor, a sobre l'avió", "com que l'atmosfera hi pesa menys, menys també pesaran els àtoms i els avions per tant pesaran menys"

Aportacions remarcables: Si considerem que el concepte de fricció es un dels més difícils, és un resultat força notable que 19 alumnes (un 12% de la Mostra Final Reduïda) el coneixin bé.

e. Qüestió oberta G5

Enunciat: Explica perquè la pressió d'un pneumàtic de cotxe és major al final d'un viatge que al començament.

Tipus de qüestió: Oberta

Objectiu: Determinar preconceptes, i averiguar si la seqüència Fricció->Calor->Increment de la Temperatura -> augment de la pressió es dona tan en les idees dels estudiants com en el domini científic.

Constatacions lligades a frases peculiars formulades per algun petit subconjunt d'alumnes de la Mostra Final Reduïda:

"entra aire al pneumàtic",

"La calor fa que es necessiti més volum al pneumàtic, i com que no n'hi ha llavors augmenta la pressió", o

'S'escalfa l'aire que intenta d'escapolir-se'.

D'altres constatacions: No donen una curta cadena de raonaments científicament correctes, només aspectes científics parcials o, com a màxim, part de la cadena. Parlen de fricció, de calor o de la calor que fa pujar la pressió..., per separat.

Dificultats: Aquí el nombre de respostes no utilitzables (incoherents més deixades en blanc) puja fins al 23 %.

També es presenten dificultats dignes d'estudi com el fet que diguin que 'la pressió parats es fa només en 1 direcció, mentres que quan corre el vehicle s'exerceix en totes direccions' o que 'les partícules tendeixen a (i necessiten) ocupar més espai, es fan grans i es dilaten. (I la calor fa augmentar la massa molecular), com ja s'indica en les aportacions de la qüestió G1: També diuen que 'a més calor (no solen utilitzar la paraula temperatura) és tenen pressions majors'

Aportacions remarcables: S'han trobat 69 respostes (un 44%) de caire científic o quasi-científic (ES EL MAJOR VALOR TROBAT PER A UNA PREGUNTA OBERTA DEL TEST-G DESPRES DE LA QÜESTIO PRIMERA). A més a més hi ha un 10% més de respostes correctes, encara que amb algunes vaguetats, o bé estan incompletes

f. Qüestió oberta G6

Enunciat: Imagina't que ens sobra part d'un 'cava' obert de fa poc. Si volem que conservi el major nombre de gas dissolt. Com creus que l'hem de guardar?

A) Obert i a la nevera (a 4°C)

B) Tapat i a la nevera (a 4°C)

- C) Obert a una cambra (o habitació)¹ a 20°C
D) Tapat a una cambra (o habitació) a 20°C

Digues al full de respostes si consideres cada una de les respostes (A,B,C o D) 'certa', o 'falsa' o 'si no ho saps'.

Indica també, el motiu pel qual has dit que cada una de les respostes (A,B,C o D) era 'certa', o 'falsa'

Tipus de qüestió : És una qüestió d'elecció múltiple, adicionalment convertida en una qüestió oberta.

Objectiu: Determinar preconceptes, i algunes propietats dels gasos, com ara:

La seva solubilitat i la seva relació amb la temperatura i la pressió.

Constatacions lligades a frases peculiars escrites per algun petit subconjunt d'alumnes de la Mostra Final Reduïda:

En la línia del que s'ha anat veient ja abans 'a menor temperatura les molècules ocupen menys lloc', 'hi ha més dissolució d'un gas en un líquid a temperatures baixes que altes', d'altres trien l'opció de temperatures més altes indicant que 'a temperatures baixes un gas fred es pot convertir en líquid'. D'altres parlen de 'menor densitat i que fa que el gas es quedi al fons del recipient', o de que 'les molècules o partícules estan més quietes a temperatures baixes'.

Curiosament en aquesta qüestió mencionen una relació qualitativa entre pressió i temperatura (ja citen aquest concepte i no solament el de calor) que no havien fet a la Qüestió anterior: 'A menor temperatura menor pressió i a més T, més pressió'.

Dificultats que fan desaconsellable la seva inclusió a l'estudi comparatiu de preguntes obertes del test-G:

D'una banda tenim 70 alumnes sense respostes útils, moltes d'elles en blanc. A més les respostes 'aprofitables' que d'altres han escrit resulten extremadament pobres de contingut. Respecte al conjunt de totes les preguntes del test-G, aquesta presenta un major grau de dificultat. Totes aquestes raons fan desaconsellable la inclusió d'aquesta sisena pregunta en l'estudi qualitatiu final sobre els gasos.

g. Qüestió oberta G9

Enunciat: Per què una pilota de ping-pong una mica aixafada recuperi la seva forma esfèrica, quina solució triaríes?

¹L'aclariment de l'equivalència entre cambra i habitació es feu en el moment de distribuir les proves.

- A) Refredar-la ràpidament, p.ex a -70°C
- B) Introduir-la en aigua bullent a 100°C
- C) Punxar-la amb una xeringa i injectar-hi aire
- D) Deixar-la en remull unes 6 hores
- E) No ho sé

Al full de respostes indica també detalladament els motius pels quals has triat la teva resposta.

Tipus de qüestió : Es una qüestió d'elecció múltiple, adicionalment convertida en una qüestió oberta.

Objectiu: Determinar preconceptes, i si els alumnes coneixen prou bé la seqüència: CALOR \rightarrow Augment de Pressió (en totes direccions) \rightarrow Reinflament de la pilota

Constatacions lligades a frases peculiars formulades per algun petit subconjunt d'alumnes de la Mostra Final Reduïda:
Torna a sortir la idea que escalfant \rightarrow tenim majors molècules, i que això fa augmentar la pressió.

D'altres constatacions: No hi ha cap resposta que expliqués globalment d'una manera satisfactòria amb raonaments científics el perquè de l'elecció feta, encara que la part d'elecció múltiple va ser triada correctament per 119 alumnes de la Mostra Final Reduïda.

Dificultats: Per fer estudis comparatius amb les altres preguntes d'aquest conjunt, en alguns casos s'agafaran les respostes acceptables (encara que incompletes o vagues) com de la categoria científica, la més alta que s'assigna en aquest estudi, tinguem present també que més d'un 10% creu que un augment de temperatura (o de calor) fa dilatar els gasos. Per aquestes raons no es del tot recomanable fer una comparació directe tal qual.

Aportacions remarcables: Aquesta és una de les preguntes amb resultats més interessants per a la nostra recerca, com es comentarà més avall, ja que és de les que serveixen fins i tot per a millorar el nostre coneixement sobre metodologia en aquest tipus d'investigació sobre preconceptes.

h. Qüestió oberta G10

Enunciat: Segurament que alguna vegada has vist escalfar un pot d'aigua. Saps, però, quin dels següents accidents, et produiria menys cremades.

- A) Que et caigui aigua bullenta a la mà
- B) Posar la mà on surt vapor d'aigua del pot que bull
- C) Posar la mà dins d'aigua en ebullició
- D) Posar la mà en contacte amb aigua líquida a 90°C
- E) No ho sé

Al full de respostes indica també detalladament els motius pels quals has triat la teva resposta.

Tipus de qüestió : Es una qüestió d'elecció múltiple, adicionalment convertida en una qüestió oberta.

Objectiu: Determinar preconceptes i averiguar si els alumnes coneixen prou bé algunes propietats dels gasos i dels vapors, com ara: Que la seva densitat és unes 1000 vegades menor que la que la substància corresponent tindria a la mateixa temperatura si estigués en estat líquid. A nivell de BUP no es poden demanar coneixements sobre l'entalpia específica, coeficients de transferència d'energia i de transferència de massa (encara que sí aspectes relacionats amb la densitat), etc.

Aportacions: Uns 27 alumnes de BUP de la Mostra Final Reduïda digueren correctament que el vapor no els cremaria gaire, encara que ells argumentaven que fóra perquè la temperatura baixaria quan el vapor entrés en contacte amb l'aire. Consideren aquest intercanvi de calor molt més ràpid del que realment és necessari.

Dificultats que fan desaconsellable la seva inclusió a l'estudi comparatiu de preguntes obertes del test-G:

Pregunta que fou malinterpretada per massa alumnes de BUP i per tant s'ha de pensar que no estigué prou ben redactada. Amb els 54 alumnes de Químiques no aparegué aquest problema de malinterpretació exactament. No obstant tenien en comú amb els de BUP que no utilitzaven els seus coneixements sobre l'entalpia específica, coeficients de transferència de massa (relacionat amb la densitat) i de transferència d'energia, etc. Només solen parlar de 'temperatura'.

Aquesta malinterpretació per més de 7 alumnes de BUP fa aconsellable la seva eliminació de l'estudi qualitatiu.

Així, finalment, del conjunt de respostes obertes del test-G se n'utilitzaran les següents per a l'estudi comparatiu: les Núm.1, 2, 3¹, 4, 5 i 9²

¹Pregunta especial, car comporta l'obligació de donar una definició. La seva comparació amb les demás serà especial. La classificació de respostes rebudes tot i donar-hi una jerarquia amb els mateixos noms per a cada categoria que per a les demás preguntes, aquí els diferents tipus de resposta es refereixen a classes de definicions que en principi són acceptables en la seva majoria i que només es jerarquitzen pel tipus de teoria que esmenten, o si només es refereixen a exemples en les de nivell inferior.

²Pregunta que serà comparada amb limitacions, amb la resta de qüestions

6.2.2 Per què ens valem de respostes obertes?

6.2.2.1 Classificació de respostes obertes

a) Coherència interna de la categorització efectuada

Ja hem vist a la Secció 6.1, (Taula 6.1.20), que les respostes obertes es poden classificar en categories jerarquitzades. Per fer-ho hem començat seguint les mateixes tècniques que en les anàlisis de xarxes del pre-test (Bliss, J. *et al.*, 1983). Però a diferència del que fèiem llavors, un cop tenim diferents categories conceptuais¹, les hem resumit en un nombre limitat i jerarquitzat de categories, per a simplificar les tasques de comparació entre diferents qüestions del test.

Un cop feta la categorització jerarquitzada de les respostes a les preguntes obertes, es pretén demostrar la coherència interna del test-G, utilitzant tant les dades de les respostes a les qüestions d'elecció múltiple com les dades que resumeixen la distribució en categories que hem fet de les respostes obertes originals.

Per establir aquesta coherència interna del test-G, s'han elaborat les taules de contingència que es presenten a l'Annex 6B, entre els resultats de les respostes a preguntes aïllades i els d'uns conjunts als quals les hem adscrit. Aquestes taules de contingència inclouen els càlculs dels respectius paràmetres Pearson de Xi-quadrat (χ^2) i els nivells de significació.

Adicionalment, s'han realitzat unes quantes anàlisis de varianza (ANOVA) assumint que els valors numèrics dels resultats fossin continus, tot i que no ho són. La coherència amb els resultats de les taules de contingència fou total, fins i tot els nivells de significació obtinguts coincidien fins a la segona o tercera xifra decimal. El resum d'aquestes dades es mostra a l'Annex 6B (Taula I a VIII)

Més endavant utilitzarem aquesta categorització jerarquitzada de les respostes dels alumnes per a definir unes tipologies i assignarem a cada alumne una d'aquestes tipologies o perfils.

¹ Al pre-test (o test-1) n'obteníem entre 12 i 24 segons la qüestió què es tractés.

b) Comprovació de la coherència

Considerarem que l'assignació de categories a les respostes de les qüestions obertes té coherència interna, si trobem associacions significatives entre qüestions que hem agrupat en conjunts, atesa la seva semblança en alguns aspectes.

És evident que si ens fixéssim en d'altres semblances podríem haver construït d'altres conjunts.

Per a major seguretat també considerarem les associacions entre qüestions individuals i els conjunts als quals les hem assignades a la Taula 6.1.21; com també la manca d'associació entre qüestions individuals i conjunts diferents als quals les hem assignades.

Efectivament s'ha comprovat experimentalment :

a) L'existència d'associació positiva entre els resultats correctes¹ de qüestions aïllades i els del conjunt al qual s'assignen (fins i tot exclouent del conjunt, la qüestió considerada), com ara :

-Entre les qüestions^(a): G1, G5, K7, K11, K14, K17 i K18 i el conjunt Núm.1* , i

-Entre la qüestió K12 i el conjunt Núm.3[®].
Segons la Taula III (Annex 6B) , i

Entre les qüestions 3^a (anomenada Z3, quan considerem les frases que esmenten la teoria corpuscular), K8 i G2 i el conjunt Núm.2* .
Segons la Taula VI de l'Annex 6B.

b) L'existència d'associació positiva entre els resultats correctes de qüestions aïllades i els del conjunt al qual s'assignen (sense excloure del conjunt, la qüestió considerada), com ara :

¹ Considerant com a tals els encerts a les qüestions d'elecció múltiple i el fet de donar respostes classificades com a científiques i vàlides a les qüestions obertes.

^(a) Les que comencin amb la inicial 'G' seran obertes, i les que comencin amb 'K' qüestions d'elecció múltiple.

* Format per les qüestions obertes Núm.1, Núm.5 i Núm.9 (Conjunt 1A), i per les qüestions d'elecció múltiple Núm.6, Núm.7, Núm.9, Núm.11, Núm.14, Núm.17, i Núm.18.

[®] Format per la qüestió oberta Núm.4 i la qüestió d'elecció múltiple Núm.12.

* Format per la qüestió oberta Núm.2, i per les qüestions d'elecció múltiple Núm.8 i Núm.16.

- Entre les qüestions K6 i K9 i el conjunt Núm.1*,
- Entre les qüestions G2,K8,i K16 i el conjunt Núm.2*, i
- Entre la qüestió G4 i el conjunt Núm.3^a ,segons la Taula III(Annex 6B).
- Entre la qüestió K16 i el conjunt 2Z**, segons la Taula VI (Annex 6B).

Nota:La qüestió G9 encara que no mostra associació amb el conjunt Núm.1 (si no prenem en consideració la pròpia G9) segons la Taula IV (Annex 6B),sí que mostra associació amb el subconjunt 1A(amb G9 inclosa en el subconjunt 1A). Però ens mostra associació amb el conjunt Núm.1 (fins i tot sense prendre en consideració la pròpia G9) segons la Taula IV (Annex 6B), quan el resultat que considerem per a les comparacions és la utilització de frases científiques errònies (tipus C),tant al conjunt Núm.1 com a la G9

c)L'existència d'associació positiva entre els resultats de cinc de les sis preguntes obertes(OEQ) seleccionades i el conjunt de totes sis,en els tres casos següents:

- Considerant les respostes científiques i vàlides (tipus A) o aproximació APP1.
- Considerant les respostes científiques vàlides i les gairebé acceptables (tipus A i B) o aproximació APP2.
- Considerant les respostes científiques errònies (tipus C) o aproximació APP3.

-Addicionalment l'altra qüestió G9 mostra associació positiva amb el conjunt de totes les sis, en les aproximacions APP2 i APP3
-De manera similar el conjunt de les sis qüestions obertes seleccionades i el rendiment global a les qüestions d'elecció múltiple presenten associacions a les aproximacions APP1,2 i 3, segons la Taula II (Annex 6B).

d)Algunes parelles específiques de qüestions G1 i G3, G1 i G4, i G4 i G5, mostren també associació positiva segons la Taula I (Annex 6B).

Les respostes de la qüestió 3^a (el tractament que anomenem Z3 si considerem les frases que esmenten la teoria corpuscular)mostren associació amb les de les G1 i G2($p < 0.05$), gairebé en mostren amb les de G5($p=0.054$), i no en mostren amb G4 ni amb G9 (Taula V de l'Annex 6B).

** Modificació de l'anterior conjunt Núm.2, format ara per les qüestions del conjunt Núm.2, i a més, per la qüestió Núm.3, considerant ,però, únicament les respostes en què s'utilitza el concepte molecular o la teoria corpuscular.

Un dels resultats més espectaculars d'aquesta anàlisi qualitativa de les respostes obertes el tenim a la qüestió Núm.9 :

-Les respostes a la qüestió 9, tant com a qüestió d'elecció múltiple (G9) com a qüestió oberta (K9), també mostren associació segons la Taula II (Annex 6B).

-Aquesta pregunta, com a qüestió d'elecció múltiple l'encerten 119 dels 156 alumnes de la mostra final reduïda, però cap de les seves explicacions sobre les raons per les quals triaren el distractor apropiat eren de tipus vàlid-científic. A més, tan sols en 15 casos foren del tipus 'gairebé correcte'. Fins i tot un alumne amb explicacions d'aquesta categoria, en canvi, va triar un distractor incorrecte a la part d'elecció múltiple .

Ara bé, quan a la mostra final reduïda cerquem una possible associació entre l'èxit a la part d'elecció múltiple d'aquesta novena qüestió i el fet de donar explicacions de tipus Científic-incorreccte, resulta que efectivament 76 d'aquells 119 que l'encerten , donen explicacions científico-incorrecctes.

D'altra banda entre els 43 restants que també encerten la part d'elecció múltiple sense explicacions Científic-incorrecctes, a més dels 15 que donen respostes 'gairebé correctes' hi ha 28 alumnes més que donen respostes quotidianes o irrellevants.

Finalment ressaltarem que dos alumnes més donaren també respostes Científic-incorrecctes (a part dels 76 d'abans), però sense encertar la part d'elecció múltiple.

e)I una manera addicional de jutjar la validesa de les assignacions de les qüestions als conjunts arbitraris^a formats ha estat l'adulteració de les assignacions originals i el fet d'observar si ara desapareixia l'associació entre les qüestions i els conjunts amb els que no tenen res a veure. Efectivament^b la hipòtesi és correcta i hi ha manca d'associació entre les qüestions G1,G5 o G9 i el Conjunt Núm.2; entre les qüestions K7,K11,K14,K17 o K18 i el conjunt Núm.2; entre les qüestions G2,K8 o K16 i el Conjunt Núm.1; com també entre la K12 i el Conjunt Núm.1.

^a Atès que no són els únics que es poden formar.

^b Segons la taula IV de l'Annex 6B.

De les parelles 'adulterades' estudiades, únicament la qüestió G4 presentaria associació amb el conjunt Núm.1, quan en realitat l'hem assignat al Núm.3., cosa que ens indica per una via addicional la bondat d'aquesta darrera hipòtesi.

c) Resultat d'aquesta anàlisi

Aquests resultats de la secció "Comprovació de la coherència", ens mostren una elevada coherència en les assignacions que hem fet de preguntes aïllades a conjunts que presenten similituds, i entre les mateixes preguntes obertes. A més, la manca de coherència que s'observa en alguns casos particulars com el de la qüestió G9 i el conjunt Núm.1, quan s'exclou la pròpia G9, no deixa incoherent el conjunt general. Hem de considerar que aquest és un test de recerca, que hi ha respostes que ens sorprenen i capgiren la "llògica del professor", i que precisament aquesta és una de les aportacions més interessants de la recerca.

En definitiva, considerarem suficientment vàlid el conjunt de dades recollit, per poder usar posteriorment la informació recollida, p.ex. per a classificacions de frases, primer; i per a obtenir tipologies d'alumnes, després. Fem aquesta afirmació, tot i que admetem que també hi poden haver assignacions més afortunades, i que les nostres no són pas les úniques possibles.

Un cop classificades les respostes obertes en categories, la nova hipòtesi de treball que formulem és que els alumnes es poden classificar en perfils o tipologies, segons les respostes que donen a les qüestions obertes, i que aquestes tipologies són coherents amb el rendiment a les preguntes d'elecció múltiple i amb les pròpies categoritzacions de frases de les qüestions obertes.

Per assignar cada alumne a una tipologia, segons les seves respostes al test-G, un cop llegides les frases, definim les següents tipologies:

- AP) 'Alumnes avançats o científics'.
- BP) 'Alumnes coherents però escassament científics'.
- PP) 'Alumnes pseudocientífics'.
- EP) 'Alumnes quotidians', caracteritzats per usar un llenguatge marcadament quotidià, sovint polisèmic i allunyat de la Ciència.

El nombre d'aquests perfils encara es pot reduir als tres següents:

- AP) 'Alumnes avançats o científics'.
- BP) 'Alumnes coherents però escassament científics'.
- SG) 'Alumnes singulars' (perfil que s'obté reunint en una sola tipologia els anteriors perfils 'pseudocientífic' i 'quotidià').

En el punt 6.1.5.2.b) hem ordenat les qüestions del test-G en grups o conjunts de qüestions similars(a les Taules 6.1.21 i 22). La seva consistència interna ja s'ha demostrat a la secció titulada "comprovació de la coherència".

Per determinar la tipologia de cada alumne atenent les seves respostes obertes a les qüestions Núm.1, 2, 3, 4, 5 i 9 del test-G, comencem recodificant les categories de les respostes obertes del 5 a l'1. De manera que les respostes científiques i vàlides, les passarem de la lletra A al nombre 5; les respostes gairebé acceptables, de la lletra B al nombre 4; les respostes científiques incorrectes de la lletra C al nombre 3; les quotidianes de la lletra D al nombre 2, i les irrelevants de la lletra E al nombre 1. (A=5, B=4, C=3, D=2, i E=1)

Els criteris que hem utilitzat per determinar a quin perfil pertany cada estudiant d'entre un grup de 4 tipologies, ateses les seves respostes, a les sis qüestions qualitatives seleccionades del test-G, són els següents, i permeten donar a cada estudiant una qualificació:

AP) Alumnes 'Avançats' :

Els que tenen almenys 3 respostes codificades amb '5', i que arriben almenys a 6, quan sumem els valors codificats de les altres 3. És a dir, els conjunts de codis mínims següents: 555411, 555321, i 555222, sense considerar l'ordre, en cap sentit.

D'acord amb això, els alumnes que tenen les seves respostes codificables, p.ex. com 555221, 555311, 555111, or 555211 no els podem considerar com a alumnes 'AP' (o sigui, avançats)

Per contra, aquells que les tenen codificables com a 555551, 555511, o 555555, els considerarem del grup 'AP' (Avançat).

BP) Alumnes 'Coherents', encara que no-científics:

Els que tenen almenys 3 respostes codificades amb '4' i que arriben almenys a 5, quan sumem els valors codificats de les altres 3. És a dir, els conjunts de codis mínims següents: 444311, i 444221, sense considerar l'ordre en cap sentit.

D'acord amb això, els alumnes que tenen les seves respostes codificables, p.ex. com 444211, 444211, or 444111, no els podem considerar com alumnes 'BP' (o sigui COHERENTS).

Per contra, aquells que les tenen codificables com a 444541, 444411, o 444444, els considerarem del grup 'BP' (COHERENT)

PP) Alumnes 'Pseudocientífics':

Els que tenen almenys 3 respostes codificades amb '3' i que arriben almenys a 4, quan sumem els valors codificats de les altres 3. És a dir, el conjunt de codis mínims següent:

333211, sense considerar l'ordre, en cap sentit.

D'acord amb això, els alumnes que tenen les seves respostes codificables, p.ex. com 333111, no els podrem considerar com alumnes 'PP' (o sigui Pseudocientífics).

Per contra; aquells que les tenen codificables com a 333541, 333411, o 333333, els considerarem del grup 'PP' (PSEUDO-CIENTÍFICS).

EP) Alumnes 'Quotidians':

Els que tenen almenys 3 respostes codificades amb '3' els considerarem del grup 'EP' (o sigui QUOTIDIANS)

SG) Alumnes 'Singulars': Inclou els grups dels pseudocientífics (PP) i dels quotidians (EP).

D'aquesta manera la llista dels perfils dels estudiants de la mostra final reduïda, es mostra a la Taula 6.2.1, on la informació es presenta de la manera següent:

Estan agrupats per classe de perfil. I a cada fila hi consta: El Número de l'alumne a la llista dels 549 alumnes que prengueren part en el test final (Taula 5.D.1 de l'Annex 5D) , i 6 més que es refereixen a la classe de resposta a què hem assignat les seves respostes en les qüestions obertes Núm. 1, 2, 3, 4, 5 i 9, d'acord amb la classificació en categories que ja vam establir al Capítol 6.1, i que hem codificat segons el següent significat:

Frases A=5, Frases B=4, Frases C=3, Frases D=2, i les de tipus E=1, a la Taula 6.2.1 .

TAULA 6.2.1: LLISTA D'ALUMNES DE LA 'MOSTRA FINAL REDUÏDA' ORDENATS PEL PERFIL ASSIGNAT SEGONS LES SEVES RESPOSTES A LES QÜESTIONS OBERTES DEL TEST-G

ALUMNES AVANÇATS:

Núm.AL	G1	G2	G3	G4	G5	G9	Núm.AL	G1	G2	G3	G4	G5	G9
7	5	5	5	2	5	2	155	5	2	5	5	2	3
8	5	5	4	5	5	3	161	5	2	5	5	2	3
9	5	4	5	5	5	4	323	5	5	3	2	5	3
13	5	5	5	5	1	3	324	5	2	5	2	5	3
18	5	5	5	2	2	3	326	5	5	3	5	2	3
21	5	5	3	5	2	1	331	5	2	5	5	5	3
60	5	5	1	4	5	1	349	5	4	5	4	5	3
68	5	5	2	5	2	2	364	5	1	5	2	5	3
72	5	1	5	5	5	4	409	5	1	5	3	5	3
75	3	3	5	5	5	3	415	5	2	5	3	5	3
83	5	5	5	4	2	3	430	5	5	4	5	5	3
85	5	2	5	4	5	3	432	5	2	5	5	5	1
89	5	5	5	4	5	3	433	5	2	5	2	5	3
90	5	5	5	2	1	3	439	5	5	5	5	4	1
92	5	5	5	4	5	3	440	5	5	4	5	5	3
98	5	5	5	4	1	2	441	5	3	5	5	5	3
99	5	5	5	4	5	3	452	5	5	1	3	5	3
110	3	5	5	4	5	3	456	5	2	5	3	5	3
113	5	2	5	5	5	3	469	5	5	5	3	5	3
126	5	5	5	2	4	3	472	5	5	5	1	5	3
149	5	5	4	5	5	3							

ALUMNES COHERENTS:

Núm.AL	G1	G2	G3	G4	G5	G9	Núm.AL	G1	G2	G3	G4	G5	G9
1	5	3	4	2	4	4	347	5	2	5	4	1	3
3	5	5	4	4	3	1	351	4	2	5	2	2	4
12	5	4	3	1	4	2	352	5	2	5	1	5	2
14	4	5	1	4	5	4	356	4	2	5	4	5	3
15	5	3	5	1	1	4	358	4	1	5	4	5	2
20	5	4	5	3	1	1	363	5	1	5	1	5	3
49	4	3	4	3	5	3	368	5	3	4	1	4	3
52	4	5	3	1	5	3	376	4	4	5	1	2	4
62	3	4	4	4	5	3	383	5	3	4	1	5	3
66	3	4	3	4	5	1	386	4	1	5	4	3	3
82	5	2	4	4	5	3	390	5	2	3	1	5	4
84	5	5	3	4	1	1	405	5	4	4	2	5	1
86	5	3	5	4	2	1	406	5	4	4	2	5	1
88	5	3	4	4	5	3	413	5	1	1	4	5	4
91	5	5	3	2	4	3	420	5	5	2	1	4	3

TAULA 6.2.1:LLISTA D'ALUMNES DE LA 'MOSTRA FINAL REDUIDA' ORDENATS PEL PERFIL ASSIGNAT SEGONS LES SEVES RESPOSTES A QUESTIONS DEL TEST-G (CONT):

94	5	2	3	4	5	3	431	5	4	3	4	1	3
106	4	5	5	2	2	3	444	4	1	1	5	5	3
115	5	2	5	1	4	3	445	5	4	4	4	5	3
116	5	3	3	4	5	1	446	4	4	1	5	5	2
117	3	5	5	4	1	1	447	4	5	4	4	3	3
119	5	5	4	4	2	3	449	4	2	4	2	1	4
122	5	5	4	4	2	4	450	4	5	5	2	1	2
123	5	2	4	4	1	2	453	4	4	4	1	1	3
129	4	2	4	2	5	3	454	5	4	3	1	5	1
151	4	5	5	2	3	3	457	4	5	3	1	5	3
152	3	5	5	4	2	1	458	4	3	4	2	5	1
164	5	4	5	4	3	4	461	3	4	3	4	4	3
327	5	4	5	1	4	3	462	4	3	4	4	4	3
329	5	4	3	4	3	1	464	5	4	4	4	4	4
334	5	1	4	4	2	3	465	4	4	4	3	3	2
346	4	2	4	4	4	3	470	5	2	5	1	2	4

ALUMNES SINGULARS(SG):
PSEUDO-CIENTIFICS (PP)

4	3	5	1	4	2	1	127	5	3	2	2	2	3	}
10	1	3	3	4	2	3	156	3	3	5	3	3	1	}
11	3	2	4	3	4	1	325	5	5	5	1	1	2	}
17	4	2	5	2	2	3	340	5	2	3	1	5	1	}
30	5	5	1	4	1	2	341	4	1	5	1	5	2	}
36	4	2	4	1	5	1	348	5	1	1	2	4	3	}
39	2	5	5	2	2	3	366	4	5	1	1	5	2	}
43	4	2	1	4	5	1	387	3	2	5	1	3	3	}
50	4	2	4	4	1	1	408	5	1	5	3	3	3	}
51	4	2	1	4	5	1	434	4	1	3	1	5	2	}
54	4	2	4	4	1	1	435	2	1	4	4	5	1	}
93	5	2	3	2	1	3	436	5	1	5	3	1	3	}
97	5	2	3	1	1	3	437	5	2	3	1	5	3	}
112	5	2	4	1	5	1	438	3	3	2	1	5	2	}
114	5	3	5	1	3	3	448	4	1	5	4	1	2	}
120	5	1	3	2	5	1	460	2	3	4	4	1	1	}
124	4	2	3	3	4	3								} SG

ALUMNES QUOTIDIANS(EP)

5	5	1	4	1	5	1	353	5	2	5	2	1	1	}
6	2	5	1	1	5	1	381	4	1	3	1	1	2	}
16	5	5	5	1	1	1	391	5	5	1	1	1	2	}
42	2	4	1	3	1	1	451	5	4	3	1	1	1	}
48	5	2	1	1	2	2	455	3	1	2	2	1	2	}
70	3	1	5	1	5	1	459	3	4	1	1	1	3	}
118	5	5	1	1	1	2	463	5	3	5	1	1	1	}
328	3	1	1	1	2	3	466	4	1	1	1	3	4	}
342	5	3	1	2	1	2								}

GRUP IRRELLEVANT:

414	5	1	1	1	1	3	25	1	1	4	4	1	1	}
							416	1	5	1	1	1	1	}

S'ha començat preparant la taula 6.2.2. en la que es presenta el resum numèric per a cada una de les sis preguntes del test-G (G1,G2,G3,G4, G5 i G9)seleccionades a l'apartat 'h' del punt 6.2.1 per a la seva anàlisi en profunditat dels tipus de frases ja nombrats més amunt:

- 'A'(Científiques Vàlides),
- 'B'(Gairebé acceptables),
- 'C'(Científiques errònies) ,
- 'D'(Quotidianes), i
- 'F'(No acceptables)que inclou els tipus C i D)

donades pels estudiants de cada perfil ,es a dir:

- ['AP'(Avançats o Científics),
- 'BP'(Coherents),
- 'PP'(Pseudocientífics) ,
- 'EP'(Quotidians)], i
- 'SG'(Singulars) que inclou els perfils PP i EP

Així tenim per als 41 estudiants del perfil 'AP'(AVANÇATS) que:

- > 39 donen frases també del millor grup 1'"A (Científiques Vàlides)", i 2 més del tipus 'C(Científiques errònies)' per a la primera pregunta ,
- > 24 també donen frases del millor grup 1'"A(Científiques Vàlides)", 2 del 'B(Gairebé acceptables)', 2 del 'C(Científiques errònies)' i 10 del 'D(Quotidianes)', per a la segona etc. etc.

I tenim igualment per als 62 estudiants del perfil 'BP'(COHERENTS) que:

- > 35 donen frases també del millor grup 1'"A(Científiques Vàlides)", 22 del grup 'B(Gairebé acceptables)' i 5 més del tipus 'C(Científiques errònies)' per a la primera pregunta ,
- > 15 també donen frases del millor grup ('A(Científiques Vàlides)'), 18 del 'B(Gairebé acceptables)', 10 del 'C(Científiques errònies)' i 13 del 'D(Quotidianes)', per a la segona etc. etc.

D'altra banda observant la simple distribució de respostes en les esmentades categories A,B,C i D, que es pot trobar al punt anterior resulta que :

- El major nombre de respostes de tipus 'A(Científiques Vàlides)' es dona a les preguntes Núm.1,3 i 5 del test-G,
- El major nombre de respostes de tipus 'B(Gairebé acceptables)' es dona a la pregunta Núm.4 del test-G,
- El major nombre de respostes de tipus 'C(Científiques errònies)' es dona a la pregunta Núm.9 del test-G, i
- El major nombre de respostes de tipus 'D(Quotidianes)' es dona a la pregunta Núm.2 del test-G.

Estudiant els quocients que surten per als estudiants de cada perfil al dividir, per a cada pregunta, el nombre de respostes d'un tipus per la suma de les dels tipus restants s'observa que per a cada pregunta els millors (exceptuats els casos on el divisor és menor o igual a 2), són:

Núm.1 : Estudiants AVANÇATS(AP), amb respostes Científiques-Vàlides(A)

Núm.2 : Estudiants AVANÇATS(AP), amb respostes Científiques-Vàlides(A)(1.7)

Estudiants PSEUDO-CIENTÍFICS(PP) amb respostes Científiques-errònies(C)(1.0) i en canvi

els estudiants QUOTIDIANS(EP) amb respostes Quotidianes(D) donen un quocient baix.

Núm.3 : Estudiants AVANÇATS(AP), amb respostes Científiques-Vàlides(A)

Núm.4 : Estudiants COHERENTS(BP), amb respostes Gairebé acceptables(B)

Núm.5 : Estudiants AVANÇATS(AP), amb respostes Científiques-Vàlides(A)

Núm.9 : Estudiants AVANÇATS(AP), amb respostes Científiques-Errònies(6.4) i Estudiants PSEUDO-CIENTÍFICS(PP)', amb respostes Científiques-Errònies(1.6)

Es troba una certa associació jeràrquica entre el tipus d'estudiant [el millor era l'AP, després venien el BP, i el PP i finalment l'EP] i el tipus de frases que es dona a cada pregunta [recordem que de millors a pitjors l'ordre de categories va de A, a B, C i D], encara que és una relació millorable per procediments com el següent:

Agrupem les respostes de classe 'C(Científiques errònies)' i D(Quotidianes) en la nova categoria F (frases No acceptables) i també els perfils Pseudo-científics 'PP' i Quotidians 'EP' en el perfil 'SG'(alumnes singulars), ara tenim per als 41 estudiants del perfil 'AP'(Avançats) que:

-> 39 donen frases també del millor grup l'"A (Científiques-Vàlides)", i 2 més del tipus 'F'(no acceptables) per a la primera pregunta ,

-> 24 també donen frases del millor grup ('A(Científiques-Vàlides)'), 2 del 'B(Gairebé acceptables)', 12 del 'F' per a la segona qüestió, etc. etc.

Igualment per als 62 estudiants del perfil 'BP'(Coherents) :

-> 35 donen frases del millor grup 'A(Científiques-Vàlides)', 22 del grup 'B(Gairebé acceptables)' i 5 més del tipus 'F'(no acceptables) per a la primera pregunta ,

-> 15 donen frases del grup 'A(Científiques-Vàlides)', 18 del 'B(Gairebé acceptables)' i 23 del 'F', per a la segona, etc.

D'altra banda observant la simple distribució de respostes en les esmentades categories A, B, i F, que es pot trobar al punt anterior, resulta que :

El major nombre de respostes de tipus 'A(Científiques-Vàlides)' es dona a les preguntes Núm.1, 3 i 5 del test-G,

El major nombre de respostes de tipus 'B(Gairebé acceptables)' es dona a la pregunta Núm.4 del test-G,

El major nombre de respostes de tipus 'F', (suma de les 'antigues' classes 'C(Científiques errònies)' i 'D(Quotidianes)') es dona a les preguntes Núm.2 i 9 del test-G.

I estudiant, ara, els quocients que surten per als estudiants de cada perfil al dividir, per a cada pregunta, el nombre de respostes d'un tipus per la suma de les dels tipus restants s'observa que per a cada pregunta els millors, són:

- Núm.1 :Estudiants AVANÇATS(AP), amb respostes Científiques Vàlides(A)
- Núm.2 :Estudiants SINGULARS(SG), amb respostes No acceptables(F)
- Núm.3 :Estudiants AVANÇATS(AP), amb respostes Científiques Vàlides(A)
- Núm.4 :Estudiants COHERENTS(BP), amb respostes Gairebé acceptables(B)
- Núm.5 :Estudiants AVANÇATS(AP), amb respostes Científiques Vàlides(A)
- Núm.9 :Estudiants SINGULARS(SG), amb respostes No acceptables(F)

Les dades relatives a cada qüestió s'han representat numèricament i gràfica, un cop reunides les categories C (Científiques errònies) i D (Quotidianes), en la nova categoria 'F'(No acceptables), per les frases; i un cop resumides les categories PP (Pseudocientífics) i EP (Quotidians) en la nova categoria SG (Singulars) per als perfils d'estudiant. A les Taules 6.2.3 i 6.2.4 es mostren els resums numèrics, amb els que s'han confeccionat els gràfics G1, G2, G3, G4, G5, G9, G1Q-AP, G2Q-SG, G3Q-AP, G4Q-BP, G5Q-AP i G9Q-SG que ens permeten visualitzar aquesta mateixa informació. Aquests gràfics es mostren a l'annex 6P.

D'altres anàlisis de la coherència dels perfils obtinguts a partir de les respostes al test-G, es mostren a la Taula 6.2.5 on es recullen els nivells de significació d'associacions 'rendiment'-'perfils' i entre 'Perfils' i 'variables socio-culturals'.

TAULA 6.2.2 : LLIGAMS ENTRE PERFILS D'ALUMNES I TIPUS DE FRASES										
O.E.	QUESTIÓ	FRASES		P E R F I L S D' A L U M N E S						NÚMERO
		AP	BP	SG	PP	EP	PP+EP	E		
		A(Científiques vàlides)	39	35	22	13	9	22	1	1
		B(Gairebé acceptables)	0	22	13	11	2	13	0	1
1		F(No acceptades)	2	5	14					
		C(Científiques errònies)	2	5		5	4	9	0	1
		D(Quotidianes)	0	0		3	2	5	0	1
		A (Científiques vàlides)	24	15	9	5	4	9	1	2
		B(Gairebé acceptables)	2	18	3	3	0	3	0	2
2		F(No acceptades)	12	23	24					
		C(Científiques errònies)	2	10		6	2	8	0	2
		D(Quotidianes)	10	13		14	2	16	0	2
		A (Científiques vàlides)	31	20	14	10	4	14	0	3
		B(Gairebé acceptables)	4	24	8	7	1	8	1	3
3		F(No acceptades)	5	15	11					
		C(Científiques errònies)	3	13		8	2	10	0	3
		D(Quotidianes)	2	2		1	0	1	0	3
		A (Científiques vàlides)	18	2	0	0	0	0	0	4
		B(Gairebé acceptables)	9	30	10	10	0	10	1	4
4		F(No acceptades)	13	14	15					
		C(Científiques errònies)	5	3		5	1	6	0	4
		D(Quotidianes)	8	11		6	3	9	0	4
		A (Científiques vàlides)	29	25	15	12	3	15	0	5
		B(Gairebé acceptables)	2	11	3	3	0	3	0	5
5		F(No acceptades)	7	16	12					
		C(Científiques errònies)	0	7		4	1	5	0	5
		D(Quotidianes)	7	9		5	2	7	0	5
		A (Científiques vàlides)	0	0	0	0	0	0	0	9
		B(Gairebé acceptables)	2	12	1	1	0	1	0	9
9		F(No acceptades)	35	37	28					
		C(Científiques errònies)	32	30		13	2	15	1	9
		D(Quotidianes)	3	7		7	6	13	0	9

NOTA: En aquesta taula els perfils dels alumnes s'han seguit abreujant com a AP=Avançats; BP=Coherents; PP=Alumnes amb idees pseudocientífiques; EP=Quotidians i SG=Singulars

TAULA 6.2.3:EXPLICACIO DELS GRAFICS QUE RESUMEIXEN ELS LLIGAMS ENTRE PERFILS D'ALUMNES I TIPUS DE FRASES, Considerant tres tipus de frases i 3 perfils d'estudiants:

GRAFIC G1:

	<u>QÜESTIÓ</u>	<u>FRASES</u>	<u>ALUM. AP</u>	<u>ALUM. BP</u>	<u>ALUM. SG</u>
A (Científiques-vàlides)			39	35	22
1 B (Gairebé acceptables)			0	22	13
F (No acceptades)			2	5	14

GRAFIC G2

	<u>QÜESTIÓ</u>	<u>FRASES</u>	<u>ALUM. AP</u>	<u>ALUM. BP</u>	<u>ALUM. SG</u>
A (Científiques-vàlides)			24	15	9
2 B (Gairebé acceptables)			2	18	3
F (No acceptades)			12	23	24

GRAFIC G3

	<u>QÜESTIÓ</u>	<u>FRASES</u>	<u>ALUM. AP</u>	<u>ALUM. BP</u>	<u>ALUM. SG</u>
A (Científiques-vàlides)			31	20	14
3 B (Gairebé acceptables)			4	24	8
F (No acceptades)			5	15	11

GRAFIC G4

	<u>QÜESTIÓ</u>	<u>FRASES</u>	<u>ALUM. AP</u>	<u>ALUM. BP</u>	<u>ALUM. SG</u>
A (Científiques-vàlides)			18	2	0
4 B (Gairebé acceptables)			9	30	10
F (No acceptades)			13	14	15

GRAFIC G5

	<u>QÜESTIÓ</u>	<u>FRASES</u>	<u>ALUM. AP</u>	<u>ALUM. BP</u>	<u>ALUM. SG</u>
A (Científiques-vàlides)			29	25	15
5 B (Gairebé acceptables)			2	11	3
F (No acceptades)			7	16	12

GRAFIC G9

	<u>QÜESTIÓ</u>	<u>FRASES</u>	<u>ALUM. AP</u>	<u>ALUM. BP</u>	<u>ALUM. SG</u>
A (Científiques-vàlides)			0	0	0
9 B (Gairebé acceptables)			2	12	1
F (No acceptades)			35	37	28

NOTA: En aquesta taula els perfils dels alumnes s'han seguit abreujant com a AP=Avançats; BP=Coherents; PP=Alumnes amb idees pseudo-científiques; EP=Quotidians i SG=Singulars

TAULA 6.2.4:EXPLICACIO DELS GRAFICS QUE RESUMEIXEN ELS LLIGAMS ENTRE PERFILS D'ALUMNES. I TIPUS DE FRASES, Considerant ja per a cadascun dels tres tipus de frases, únicament ,els perfils d'estudiants que a cada pregunta presenten els majors quocients que surten en dividir, el nombre de respostes d'un tipus per la suma de les dels tipus restants :

GRAFIC G1Q-AP		
<u>QÜESTIÓ</u>	<u>FRASES</u>	<u>ALUM. AP(AVANÇATS)</u>
1	A (Científiques vàlides)	39
	B(Gairebé acceptables)	0
	F(No acceptades)	2
GRAFIC G2Q-SG		
<u>QÜESTIÓ</u>	<u>FRASES</u>	<u>ALUM. SG(SINGULARS)</u>
2	A (Científiques vàlides)	9
	B(Gairebé acceptables)	3
	F(No acceptades)	24
GRAFIC G3Q-AP		
<u>QÜESTIÓ</u>	<u>FRASES</u>	<u>ALUM. AP(AVANÇATS)</u>
3	A (Científiques vàlides)	31
	B(Gairebé acceptables)	4
	F(No acceptades)	5
GRAFIC G4Q-BP		
<u>QÜESTIÓ</u>	<u>FRASES</u>	<u>ALUM. BP(COHERENTS)</u>
4	A (Científiques vàlides)	2
	B(Gairebé acceptables)	30
	F(No acceptades)	14
GRAFIC G5Q-AP		
<u>QÜESTIÓ</u>	<u>FRASES</u>	<u>ALUM. AP(AVANÇATS)</u>
5	A (Científiques vàlides)	29
	B(Gairebé acceptables)	2
	F(No acceptades)	7
GRAFIC G9Q-SG		
<u>QÜESTIÓ</u>	<u>FRASES</u>	<u>ALUM. SG(SINGULARS)</u>
9	A (Científiques vàlides)	0
	B(Gairebé acceptables)	1
	F(No acceptades)	28

En aquesta segona col.lecció de gràfics, com també a les dades de les quals procedeixen, s'observa perfectament la seva associació, confirmada per els calculs del coeficient Pearson, de Xi-quadrat.

TAULA 6.2.5 Associacions entre Rendiment a totes les MCQ i/o Perfils d'estudiants i variables socio-culturals:

	T I P U S D E P E R F I L S					
	AP	BP	(SG)	PP	EP	G
Menys del 50% d'Encerts a les MCQ	12	19	(35)	20	15	3
Més del 50% d'Encerts a les 26 MCQ	29	42	(15)	13	2	0
COEFICIENT PEARSON DE χ^2	F = 28.6;		SIGNIFICACIO 'p' < 0.01			
Accés a bens culturals ² (NO)	13	26		9	7	2
Accés a bens culturals (SI)	28	36		24	10	1
COEFICIENT PEARSON DE χ^2	F = 3.75;		SIGNIFICACIO 'p' = 0.44			
Us normal del català ³ (NO)	11	13		10	5	2
Us normal del català (SI)	30	49		23	12	1
COEFICIENT PEARSON DE χ^2	F = 3.80;		SIGNIFICACIO 'p' = 0.43			

En canvi 'Tenir més o menys del 50% d'Encerts a les MCQ' vs. 'ús normal del català' presenta una significació 'p' < 0.01

	T I P U S D E P E R F I L									
	noAP	AP	noBP	BP	noPP	PP	noEP	EP	noSG	SG
Menys de 50% d'Encert (MCQ)	57	12	50	19	49	20	54	15	34	35
Més de 50% d'Encert a les 26 MCQ	57	29	44	42	73	13	84	2	71	15
COEFICIENT PEARSON DE χ^2	F: 5.25		7.28		4.39		14.77		19.41	
SIGNIFICACIO	'p' : 0.02		0.01		.04neg		<.01neg		<.01neg	

En aquesta taula, els abreujaments AP, BP, SG, PP, EP i G signifiquen respectivament Avançats, Coherents, Singulats, Pseudocientífics, Quotidians i No Interessants

2 1 3 : Segons criteris exposats als fulls de resposta

6.2.3 Conclusions i Conseqüències

6.2.3.1 Conclusions a partir del test-G

a) Basades en dades derivades del test-G

A) No hi ha associació global entre encerts de les respostes i la confiança que els alumnes indiquen amb que responen. Tot i que aquesta conclusió s'ha de matisar com es fa a la Sec. 6.1.8, en el sentit que aïlladament i pregunta per pregunta a set (6 MCQ i 1 OEQ) de les dinou qüestions (13 MCQ i 6 OEQ) apareix associació significativa entre seguretat i encert, i no n'apareix a les dotze restants (7 MCQ i 5 OEQ)

B) Les frases donades en resposta a les qüestions obertes o OEQ s'han classificat en categories i s'han agrupat en petits conjunts i se'n ha comprovat la seva coherència a la secció "6.2.A.2.a".

C) Els perfils respectius també han resultat extraordinàriament coherents ateses les seves associacions amb les categories de les frases donades com a resposta a cada qüestió (Seccions 6.2.2 i 6.2.3). A la Taula 6.2.5 apareixen uns resultats referents a les associacions entre 'rendiment a totes les MCQ del test final' vs. 'distribució d'estudiants en perfils segons les respostes OEQ al test-G', i entre 'distribució en perfils' i 'variables socio-culturals'. La primera d'aquestes associacions resultà significativa, però no ho resultaren les de la distribució en perfils amb la variable 'CAT' ni amb la variable 'CLT', malgrat si que existia associació entre rendiment i la variable 'CAT' segons la Taula 6.1.27.

b) Frases peculiars obtingudes al test-G.

En algunes preguntes obertes i a les primeres entrevistes fetes a alumnes que van respondre el pre-test s'obtingueren algunes vegades respostes RARES o POC USUALS. Però en observar que aquestes es donaven repetidament en diferents alumnes, es va creure que presentar les llistes d'aquestes respostes (que en la seva totalitat es mostren a l'Annex 6H) tindria si més no, un interès taxonòmic.

D'entre les categories exclusives amb les que hem catalogat les frases-resposta a les OEQ del test-G a la secció 6.1.D.2, les més interessants per a una recerca sobre preconceptes solen ser les de tipus quotidià (D).

¹Es a dir considerant les MCQ del test-L que s'analitzen al Capítol 6_3

A continuació a la Taula 6.2.6 es mostra una selecció de les frases contingudes a l'Annex 6H sobre el tema del test-G, "naturalesa i propietats dels gasos":

TAULA 6.2.6 Mostra arbitrària de frases peculiars donades pels alumnes en resposta a les qüestions obertes del test-G
"Les molècules es dilaten".(Resposta a la qüestió Núm.1)
"L'olor es transmet de molècula a molècula".
"Les molècules agafen l'olor, es mouen i necessiten un cert temps per que totes les de l'habitació hagin agafat l'olor (que se'n hagin impregnat del de les seves molècules veïnes)".
"Es barregen amb les molècules de l'aire".
"Les molècules d'olor han d'impregnar a les seves veïnes".
"L'olor es trasmet molècula a molècula (d'una a l'altra)".
(Respostes a la qüestió Núm.2)
"A menor temperatura les molècules ocupen menys lloc"(Resposta a la qüestió Núm.6)
"Escalfant tenim molècules més grans, i això fa augmentar la pressió.(Resposta a la qüestió Núm.3)
"La temperatura baixa quan el vapor toca l'aire"(Resposta a la Núm.10, relativa a "quins accidents produiran senys crexades?" -justificant que per 'cuipa' del vapor no es crexaran gaire-)

6.2.3.2 Algunes conseqüències o implicacions didàctiques

1)Vist el resultat d'aquestes anàlisis, pensem que cada professor podria preparar un Test autoavaluatiu pels alumnes per que puguin saber a quina Tipologia pertanyen per a poder modificar les conseqüències negatives que se'n desprenen de cadascuna.

2)Els resultats de les tipologés avalen la idea de múltiples perfils d'alumnes. El professor haurà de tenir en compte que cal seguir un camí específic per a cada tipologia. Si la tenia, haurà d'abandonar la idea de que a la classe i té alumnes bons i alumnes dolents i prou. En rebre als alumnes al començament de cada curs s'ha de preveure que hi ha alumnes de diferents tipus i que possiblement... i seguiran existint !! L'estratègia per una classe entesa d'aquesta manera ha de ser la de facilitar els passos de perfils:

NO COHERENT	---	>	COHERENT
COHERENT	---	>	AVANÇAT
PSEUDOCIENTÍFIC	-->		CIENTÍFIC ---> AVANÇAT
QUOTIDIA	---	>	COHERENT ---> AVANÇAT
SINGULAR	-->		COHERENT ---> AVANÇAT
NO VALID	---	>	VALID o COHERENT
IRRELLEVANT	-->		COHERENT ---> AVANÇAT

i al mateix temps ha de procurar d'evitar l'estancament en algun dels perfils intermitjos o de portar-hi amb exemples i pràctiques inadequades a alumnes que podrien tenir una tipologia superior. Entenem que la tipologia ni és genètica, ni definitiva i que millorar-la pot i ha de ser un dels estímuls del professor.

6.3 Resultats del Test-L

6.3.1 Breu descripció del que s'aporta a la recerca amb cada qüestió

Presentació

A continuació ve un comentari individualitzat per a cada qüestió oberta, tal com hem fet amb les del Test-G.

Hem partit, com abans, de la llista de frases obtinguda a la mostra final reduïda de 156 alumnes. A la manera d'una mena de fitxes individuals per a cada qüestió es comenten les raons i objectius pels que s'ha inclòs cada pregunta i el que es pretenia mesurar amb cadascuna, les constatacions o aportacions més interessants pel que fa als tipus de respostes obtingudes, les dificultats i els èxits que s'han presentat a cada qüestió. També es menciona el per què s'han exclòs les qüestions que no han estat útils pels objectius que ens hem marcat en aquesta recerca.

A la part dels 'constatacions aïllades' aquests generalment estan relacionats amb respostes de caire quotidià i són una bona mostra de que el món dels alumnes força vegades no té res a veure amb el de les idees científiques.

a. Qüestió L9

Enunciat: Quan et rentes el cap com creus que tardaràs més en assecar-te?

- A) Quedant-te a casa teva sense fer res.
- B) Posant-te al costat d'una estufa.
- C) Baixant a un celler.
- D) Posant-te al costat d'un ventilador d'aire fred.

Explica també el perquè has triat la resposta

Tipus de qüestió: D'elecció múltiple, i addicionalment convertida en una d'oberta

Objectiu: Determinar preconceptes.

Determinar si els alumnes tenen idees acceptables sobre vaporització (AIGUALIQ. → AIGUAVAP.) (Assolides), els intercanvis de calor (Mig assolides), els equilibris L=V (Idees desconegudes a 2ⁿ de BUP), i efectes dels corrents d'aire (Idees força assolides)

Constatacions aïllades, lligades a frases peculiars formulades per algun petit subconjunt d'alumnes de la mostra final reduïda:

Perque no hi ha ventilació (8 alumnes), o no hi ha corrent d'aire (9 alumnes)

Perque no hi ha calor (com la del Sol) a la casa o al celler	(22)
L'aigua es filtra cap avall	(11)
La Temperatura ambient no és prou alta per a evaporar l'aigua	(1)
és fosc, sense llum ni Sol	(2)
és a sota terra. (Algunes relacions a l'absència de calor	(2)
Per eliminació	(2)
Hi ha més humitat (incloeu els que diuen que al celler encara hi	
haurà més humitat que la inicial sobre el cap)	(62)
El calor asseca. Per això els llocs freds no assecaran	(4)
ES Refreda l'aigua del cabell. No s'evapora	(1)

D'altres constatacions: La idea de manca d'aire corrent fa que un nombre relativament alt d'alumnes s'inclini per triar el celler. La qual cosa a segon de BUP és molt notable.

Dificultats que fan desaconsellable la seva inclusió a l'estudi comparatiu de preguntes obertes del Test-L:
Dels 156 alumnes de la mostra final reduïda, més d'un terç (54) interpretaren la intenció de la pregunta en sentit contrari. Menys del 60% dels alumnes donaren respostes utilitzables al 100%.

b. Qüestió L10

Enunciat: Per als circuits de frens dels vehicles, quin producte dels següents creus que funcionarà millor?

- A) Aire sec
- B) Oli mineral sec
- C) Aigua
- D) CO₂ gas
- E) No ho sé

Si has triat A), B), C) o D) podries indicar per quina raó ho has fet?

Tipus de qüestió : és una qüestió d'elecció múltiple que adicionalment s'ha convertit en una Qüestió oberta

Objectiu: Determinar preconceptes, i:

Algunes propietats i coneixements sobre líquids, p.ex.:

- .La incompressibilitat
- .La compressibilitat dels gasos (aquí la veiem com a interferència, així com la possible confusió amb l'ús per part dels camions de compresors per a l'aire comprimit
- .El problema motivat per l'equilibri entre l'aigua líquida i el vapor d'aigua atès que el vapor d'aigua és compressible.

Constatacions aïllades, lligades a frases peculiars formulades per algun petit subconjunt d'alumnes de la mostra final reduïda:

L'aire està comprimit. Aixó és molt eficaç	(1)
L'oli és menys sensible als canvis de temperatura i no oxida els metalls	(1)
Evidencia Empirica	(7)
Es necessita un líquid. (I el millor és l'oli)	(6)
L'aigua no funcionaria. Ni cap gas, que s'escampen per tot arreu	(1)
és més fàcil de detectar si hi ha alguna fuga	(1)

Gràcies a l'oli, els cilindres rutllen millor	(2)
Gràcies a l'oli, els cilindres i d'altres peces es mouen més fàcilment	(5)
L'oli té major densitat (diuen) i no se'l pot comprimir	(2)
L'oli té major densitat que l'aigua (diuen) i en fa falta menys quantitat	(1)
Degut al principi de Pascal es paren igual les 2 rodes, i no patinen.	(1)
No pot cremar-se	(1)
Comprimit-lo, es te més força	(1)
No es congela encara que faci molt de fred	(1)

D'altres constatacions: Referent als objectius cognitius, molt pocs (3) apliquen correctament la idea de la no-compressibilitat dels líquids.

No s'ha trobat més que 2 casos de confusió referent a l'aire comprimit (dels camions) amb l'existència de gas al circuit líquid. No han assolit la influència d'un fet com l'equilibri, ni l'existència de la compressibilitat dels gasos i vapors com un problema aquí.

Dificultats: En tractarse d'una pregunta d'aplicació real dels conceptes teòrics això ha creat una dificultat adicional. Dos alumnes deien que calia quelcom "sec". Per aquests dos cal pensar que la qüestió no estava formulada amb suficient claretat.

En no assolir-se els objectius, d'alguna manera, de la Qüestió aquesta qüestió ha estat eliminada.

c. Qüestió L11

Enunciat: Tens dues cassoles, A i B, en dos escalfadors idèntics; amb la mateixa quantitat de patates, aigua i sal; es mantenen cobertes d'aigua durant tot l'experiment i les posicions dels escalfadors són les mateixes.

Els continguts d' "A" i de "B" comencen a bullir. Llavors l'escalfador "B" es col·loca a la posició "mínim" mentre segueix l'ebullició més lentament i l' "A" es manté bullint en la posició "màxim".

Indica, en quin cas farà falta més temps per a la cocció?.

- A) En el cas "A"
- B) En els dos casos igual
- C) En el cas "B"
- D) No ho sé

Indica també les principals raons considerades:

Tipus de qüestió: és una Qüestió d'elecció múltiple que també s'ha convertit adicionalment en una Qüestió oberta.

1 La nostra interpretació és la de la confusió densitat/viscositat

Objectiu: Determinar preconceptes, i quines idees tenen els alumnes sobre:

- . la cocció com un aspecte de l'ebullició, i si és independent de la rapidesa amb que s'evapori l'aigua (si n'hi ha en excés)
- . Si l'ebullició de l'aigua és independent del consum de calor, i si té lloc a temperatura constant { dels que l'esmenten : 7 no ho creuen així, i 29 més sí }

Constatacions aïllades, lligades a frases peculiars formulades per algun petit subconjunt d'alumnes de la mostra final reduïda:

Anant massa depressa, el menjar no es cou bé	(4)
Anant tan depressa, els aliments només es couen externament	(2)
A qualsevol de les propostes les molècules 'estan igual'	(1)
Cal igual temps, però diferent consum d'energia	(2)
Cal igual temps, però 'A' vaporitza més aigua	(1)
Cal igual temps	(34)
Evidència Empírica	(1)
El temps serà diferent: la cassoleta 'A' es cou més depressa	(31)
La cassoleta 'A' bull amb més intensitat	(14)
La cassoleta 'B' té menys calor, és més difícil coure-hi	(29)
A la cassoleta 'B' les partícules es mouren més lentament	(1)
Curiositats:	
Ho entenen però marquen erròniament la resposta (pòtser perquè l'enunciat no era prou clar) (5)	
Éntés justament al revés (pòtser perquè l'enunciat no era prou clar) 6	

D'altres constatacions: Obtenim 23 respostes correctes, independentment de que considerin que l'evaporació de l'aigua sigui més o menys ràpida a cada recipient

Dificultats: Aquest enunciat en opinió dels alumnes no resulta prou fàcil d'entendre, malgrat els processos de depuració als que s'ha sotmés

d. Qüestió L12

Enunciat: --Tens dues cassoletes, A i B, en dos escalfadors idèntics; amb la mateixa quantitat d'aigua; es mantenen coberts d'aigua durant tot l'experiment i les posicions dels escalfadors són les mateixes.

Els continguts d' "A" i de "B" comencen a bullir. Llavors l'escalfador "B" es col·loca a la posició "mínim" mentre segueix l'ebullició més lentament i l' "A" es manté bullint en la posició "màxim".

--Si vols preparar cafè aprofitant l'aigua d'aquestes cassoletes indica quin cafè estarà a major temperatura:

- A) Els dos igual
- B) El del cas "A"
- C) El del cas "B"
- D) No ho sé

Indica les principals raons considerades.

Tipus de qüestió: és una qüestió d'elecció múltiple i una qüestió oberta a la vegada

Objectiu: Determinar preconceptes.

Determinar el grau de coneixement dels alumnes sobre:
.que el punt d'ebullició és un procés a temp. constant (encara que només per a les substàncies pures), la qual cosa resulta coneguda per la majoria (71 dels 156)
.si la coccio (aquí lligada a l'ebullició de l'aigua) es pot considerar fonamentalment dependent de la temperatura

Constatacions aïllades, lligades a frases peculiars formulades per algun petit subconjunt d'alumnes de la mostra final reduïda:

La cassoleta 'A' és a major temperatura i <u>tornarà</u> a bullir al seu punt màxim altre cop (1)	(1)
La cassoleta 'A' és a menor temperatura que la 'B', però després tornaran a tenir la mateixa temperatura	(1)
Igual temperatura, a menys que la temperatura de la cassoleta 'B' baixi massa	(1)
Quan arribin a 100° s'estabilitzaran	(1)
Les dues arribaran a la mateixa temperatura	(2)
Al final igual temperatura	(1)
Identific Interccanvi de Temperatura	(1)
La cassoleta 'A' s'evapora més depressa que la 'B'	(5)
Idees sobre els canvis d'estat	(1)
Si la cassoleta està destapada, no hi ha canvi de pressió; per tant, ni de temperatura	(1)
Donem més calor que a la cassoleta 'A' (Alguns digueren:	
La calor es conservarà, i així tindrem major T que a la cassoleta 'B'	(16)
Lentament, però la calor arriba millor a tota l'aigua a la cassoleta 'B'	(1)
Curiositats:	
Entés però triat equivocadament (potsar per un enunciat poc clar)	(12)
Entés justament al revés	(1)

Dificultats: Per a 49 alumnes (31%): un dels recipients (A), estarà a major temperatura.

Aquesta qüestió es molt similar a l'anterior, i es més fàcil i menys rica en informació. És una millor candidata que l'onzena a l'hora de voler tenir un nombre petit de qüestions obertes per a analitzar.

e. Qüestió L13

Enunciat: Selecciona la que creus millor explicació:

La boira la forma:

A) L'aigua que bull a la superfície dels rius

B) El vapor d'aigua que s'enganxa a partícules de polsím portades pel vent.

C) És aigua que es vaporitza de la neu de la muntanya.

D) La condensació de vapor d'aigua present en l'aire humit, en baixar la temperatura.

E) No ho sé

I indica també les principals raons a favor o en contra que has considerat en cada cas:

Tipus de qüestió: és una Qüestió d'elecció múltiple i Qüestió oberta a la vegada

Objectiu: Determinar preconceptes,
determinar si els alumnes coneixen prou bé:
.que l'ebullició de les substàncies pures és produïda només a la temperatura d'ebullició.
.que la vaporització es pot donar a qualsevol temperatura
.alguns mecanismes parcials o/i inductors a confusions (com en el cas de parlar-los del polsim o jocs de paraules en associar la neu i el vapor d'aigua)
.el procés complet que es dona en la formació de la boira, és a dir almenys que vapor d'aigua es dissol a l'aire, que es refreda i condensa
.que el vent dispersa la boira

Constatacions lligades a frases peculiars formulades per algun petit subconjunt d'alumnes de la mostra final reduïda:

Sense el Sol, l'aigua no es pot evaporar, i la boira es produeix de matinada ...	(1)
La boira no és aigua (ni aigua evaporada)	(1)
Als llocs càlids no hi ha boira i viceversa	(1)
La pols s'adhereix al vapor d'aigua per capilaritat	(1)
La boira és vapor d'aigua fixat a la pol·lució	(1)
La pols i vapor d'aigua donarien fang o 'smog' o una cortina de pluja bruta o una pluja de sorra o un filtre tan opac, o alguna cosa a través de la que no es podria veure-hi res	(16)
No veuríem el vapor; tot just el fum o el polsim (format per partícules sòlides)	(2)
No està formada per partícules sòlides	(1)
Si hi ha 'aire' o vent: no hi ha boira. Per a 'enganxar-hi' el polsim caldria aire	(2)
Donaria un sòlid	(1)
El vent dispersa la boira	(1)
Sovint hi ha boira sense que hi hagi vent	(16)
<u>o simplement</u> : les Partícules caurien pel seu propi pes	(4)
Quan parés el vent, el polsim cauria a la terra	(1)
Amb vent fóra menys densa (més prima)	(1)
La neu no és l'única que es vaporitza	
Hauria de ser líquida abans de vaporitzar-se (si ho fés), o bé: els sòlids no s'evaporen	(23)
Donaria núvois	(12)
El vapor d'aigua és menys dens que l'aire i pujaria	(4)
Les Partícules d'aire condensen	(3)
A menor temperatura l'aire es transforma en vapor, o la boira és vapor humit	(2)
L'aigua Condensada pesa més i cau	(1)
Està formada per vapor i aire humit	(5)
La boira és vapor d'aigua	(1)
La boira és vapor d'aigua a baixes altures sobre la superfície	(9)
La Condensació donaria pluja, no boira o coses semblants	(6)
Per eliminació	(8)
També ve del mar, llacs, etc. (a més dels rius). (Sense criticar que sigui aigua bullent)	(3)
El fred fa que el vapor d'aigua es converteixi en boira	(1)
La boira és vapor d'aigua	(1)
La boira és vapor d'aigua en aire humit	(1)
Gran humitat que ve del vapor d'aigua	(1)

Aire humit

(3)

La beira és vapor d'aigua no del tot evaporat. Si hi ha més calor s'evapora i dona els núvols(1)

D'altres constatacions: 12 alumnes més expliquen correctament per que no han triat els distractors que poden induir a confusió (10 sobre el polsím, i 2 més sobre els lligams entre la neu i el vapor d'aigua)

Dificultats: Dos alumnes es permeten dir que els rius bullen. No queda clar si ells coneixen que d'evaporació n'hi pot haver a temperatures fins i tot llunyanes del punt d'ebullició. Com a d'altres preguntes hem observat que juntament amb les respostes correctes uns mateixos alumnes (fins a 75 en aquesta L13) són capaços de produir respostes inútils i incoherents.

Aportacions remarcables: Si bé el procés complet és conegut d'alguna manera per un 63% dels alumnes, l'aspecte del refredament passa per alt al 90% de la mostra. De fet només uns 40 alumnes (el 25%), parlen de vapor present a l'aire o de posterior condensació.

f. Qüestió L14

Enunciat: Descriu la sensació que tens quan et poses colònia o alcohol a les teves mans. Després, explica el que creus que passa.

Tipus de qüestió : És una Qüestió oberta

Objectiu: Determinar preconceptes, determinar frases dels alumnes atès que al pre-Test se'n van obtenir de molt interessants, i determinar si els alumnes coneixen prou bé:
· la vaporització, i que és un procés amb intercanvi d'energia
· l'aplicació dels seus coneixements sobre canvis d'estat als casos o exemples concrets.

Constatacions lligades a frases peculiars formulades per algun petit subconjunt d'alumnes de la mostra final reduïda:

- L'Alcohol o la colònia bullen en tocar les mans calentes i sembla que cremin (1)
- Sensació de calor perquè l'alcohol té molts graus (o explícitament "L'Alcohol té 36") (3)
- S'agafa calor per a evaporar l'alcohol amb l'Aire i les nostres mans (2)
- L'Alcohol s'evapora (és torna volàtil quan toca l'aire i les nostres mans o cos, (4)
- l'Alcohol o la Colònia s'evaporen fàcilment a baixa temperatura.
- I bullen en tocar les nostres mans calentes (1)
- Com si es filtrés (1)
- L'Alcohol s'absorbeix (3)
- L'Alcohol es filtra pels poros (4)

D'altres constatacions: Per a 29 l'important que remarquen és la seva resposta de calor (biològica)

Algún ho considera una reacció química ,i fins a 7 més ho consideren reaccions d'altres tipus (4 d'ells de tipus biològic pel que es desprén de les seves frases)

Un 20% aprox (31) posen èmfasi en la diferència de temperatures.

Dificultats:Cap, a part dels seus preconceptes.

Aportacions remarcables: Fins a 53 (més d'un terç) responen que és un canvi d'estat.

De cara a la recerca són molt estimables les respostes (8) que lliguen el fet a la diferència de graus alcohòlics . També es remarcable que 3 alumnes considerin que l'alcohol s'absorbeix.

g. Qüestió L15

Enunciat: Quan feu camping,algunes vegades la tenda apareix mullada per la matinada,tot i que no hagi plogut. D'on creus que vé aquesta aigua?

Tipus de qüestió : és una Qüestió oberta

Objectiu:Determinar pre-conceptes,

Palesar processos mentals ,els uns concrets (i senzills) com ara nombrar el refredament o el punt de rosada; d'altres de seqüencials com els lligats al punt de rosada donant detalls i no limitant-se a esmentar-lo; i procesos formals com ara els lligats tan a falses idees sobre els canvis d'estat o a idees científicament acceptables sobre els mateixos canvis d'estat;

Determinar si els alumnes coneixen prou bé:

.la procedència de l'aigua que la mulla, atès que a les respostes del pre-test ja hi hagué un bon conjunt de frases sorprenents.

.Que l'aigua es trobava ja present a l'aire en 'forma' de vapor d'aigua

Comprovar si hi ha equivalències de respostes a aquesta qüestió L15 amb les respostes a les qüestions L14 i L17 que són semblants i també tracten d'equilibris líquid-vapor.

Constatacions lligades a frases peculiars formulades per algun petit subconjunt d'alumnes de la mostra final reduïda:

Quan hi ha gelada o gebrada es fon	(5)
De les plantes (vegetals) o de la nostra respiració	(3)
És fred que es converteix en aigua	3}
Amb l'aire fred de la nit (un cop escalfat)apareixen	

!Segons el propi vocabulari utilitzat pels alumnes al pre-test.

gotes d'aigua (Molt poca claretat semàntica)	1}{(4)
Per refredament i posterior escaïfament	6}
'després d'escaïfar-se'	3}{(9)
Aigua enganxada a les parets de la tenda o a qualsevol altre material	3}
CO ₂ + fred: condensa en forma d'aigua i a; condensació de CO ₂ que existeix a l'aire humit	(2)
Procedeix de l'aigua del sol	(4)
De la boira ,etc. unes	(16)
i fins a 54 procedències més. algunes d'ailes força pintoresques.	

D'altres constatacions: Cap el 45% (65 alumnes) donaven a entendre que el vapor de l'aire ja era present a l'aire.

Dificultats:GAirebé cap donats els objectius del treball, atès que 35 alumnes donen idees falses relatives als canvis d'estat

Aportacions remarcables: Sobre el refredament en parlen 64, sobre el punt de rosada 27, a part de 16 més que el citen en una seqüència. Al menys 29 alumnes han donat frases formals i de caire científic relatives als canvis d'estat.

h. Qüestió L16

Enunciat:En una cambra qualsevol, quan fa fred a l'hivern s'entelen els vidres que donen a l'exterior però no els vidres d'un armari. Dona una explicació a aquesta diferència de comportament.

Tipus de qüestió: és una Qüestió oberta

Objectiu:Determinar preconceptes, i

si els alumnes coneixen prou bé:

.que l'aigua ja hi era present com a vapor (com a qüestions anteriors)

.processos amb força component 'formal' com ara la condensació

Constatacions lligades a frases peculiars formulades per algun petit subconjunt d'alumnes de la mostra final reduïda:

Perque el vidre toca el fred i la calorí cada costat	(2)
Es degut al contrast entre la Temperatura de la cambra i la de l'exterior	(1)
Perque les temperatures del vidre i de la cambra són diferents	(1)
La temperatura Interna s'equilibra amb l'externa del vidre	(1)
Els vidres estan en contacte amb dues temperatures	(1)
Perque hi ha aires diferents (l'interior i l' exterior)	(1)
La producció d'humitat depen del contacte entre l'aire calent i el fred	(1)
El fred entra pels vidres a l'interior de la casa	(1)
Es degut a un corrent que condensa vapor d'aigua de la respiració i de la cambra	(1)
El vidre s'entela per la part externa <u>i similars.</u>	(11)
L'aire calent en contacte amb el vidre fred	(1)

Sense que la utilització d'aquest terme presuposi cap veïtat piagetiana

L'aire dels voltants del vidre (o/i que toca al vidre) condensa	(2)
L'aire condensa	(1)
L'aigua (o vapor d'aiguas) enganxen per tot arreu	(3)
El CO ₂ amb el vidre fred condensa en forma d'aigua	(1)
Les partícules de vapor passen a través del vidre	(1)
A l'armari la temperatura interna i externa són iguals	(1)
La majoria dels alumnes diuen que es troben a la mateixa temperatura	(36)
---UNICAMENT en un dels casos anteriors es parla de temperatura constant---	2
A l'exterior, el vapor entela els vidres	(1)
A dintre de la casa no hi ha aire humit	
(1)	

D'altres constatacions: Que el vapor passa a través dels vidres, o que el fred no passa a l'habitació són indicacions d'alguns alumnes.

Dificultats: Molt pocs alumnes clarifiquen els processos en que es fundamenten els fets que fins i tot algunes vegades expliquen bé.

Aportacions remarcables: Idees correctes sobre la condensació trobades en 18 alumnes; que l'humitat ja era al vapor, en 9 alumnes i en canvi idees errònies sobre la condensació en 9 més.

i. Qüestió L17

Enunciat: Mentres tens a les teves mans un líquid volàtil que s'acabarà evaporant íntegrament estàs agafant lectures d'un termòmetre molt sofisticat conectat a les teves mans. Describeu quina serà la variació dels registres termomètrics. Si vols pots fer un gràfic.

Explica detalladament el que creus que passarà.

Tipus de qüestió: és una Qüestió oberta

Objectiu: Determinar pre-conceptes, i si els alumnes coneixen prou bé:
.que els canvis d'estat van associats a intercanvis d'energia i tenen lloc a temp. constant per a les substàncies pures
.la vaporització
.el concepte i la terminologia dels canvis d'estat
Observar possibles divergències respecte a la L14 (pregunta gairebé idèntica però en la que el context és més quotidià que en aquesta L17)

Constatacions lligades a frases peculiars formulades per algun petit subconjunt d'alumnes de la mostra final reduïda:

Relacionades amb una hipotètica pujada de temperatura del líquid:	
Fins a T.ambient que es a la que s'evap l'aigua líquida	(1)
Fins al punt d'ebullició:	(2)
Fins a 100°C, després constant, es transf. en vapor i després baixa:	(1)
Fins a evaporar-se	(9)
Fins a baixar de cop que es quan s'evaporitza	(1)
Fins a tenir un canvi d'estat	(1)

S'escalfa ,llavors les mans es refreden per igualar temperatures, i l'aire acaba evap.	(1)
Puja fins que a mida que s'evap les mans agafin T.normal del cos	(1)
Deis qui consideren T=Constant :	
Mentre s'evapora :	(1)
mentre canvia d'estat	(1)
Relacionades amb una hipotetica pujada de temperatura de les mans:	
A mesura liquid 'vo!'-> evap	(2)
Mentres hi ha evaporació	(1)
A mesura mans agafin la T.normal del cos altre cop	(1)
Sense masses explicacions o cap:	
car alta temp->vaporització atès que l'aire calent s'eleva	(1)
car per L->V cal pujar la Temperatura	(1)
T=CONST. Igual a la de les mans	(1)
T BAIXA:	
Primer baixa .Després puja fins a la T. original	(1)
l'energia tèrmica variarà	(1)
S'evapora i després les mans recuperaran la seva T.	(1)

D'altres constatacions: Hi ha qui es centra en el que passa al líquid, i qui es centra en les mans. També és interessant que al voltant d'un 10% dona frases de tipus vàlid i correcte, i fins a un 30% de tipus pseudocientífic, resultant que en ambdós casos hi ha una alta proporció de respostes dient que la temperatura pujarà fins a l'evaporació .

Dificultats: Observem que per a alguns la temp. líquid baixarà o que la temp. de les mans pujarà, en contra de tota evidència. Fins i tot alguns dels últims diuen que la temp. mans pujarà i pujarà mentres duri l'evaporació.

No hi ha d'altres aportacions remarcables:

j. Qüestió L18

Enunciat: Un dels equipaments bàsics de protecció pels submarinistes són les ulleres, que generalment es porten lligades amb una cinta de goma al cap.

En aquelles ulleres en les que hi queda el nas per dintre s'hi sol formar baf a la part interior dels vidres.

Quina explicació se t'acut per a la formació de baf a les ulleres?

Tipus de qüestió: és una Qüestió oberta

Enunciat: Determinar preconceptes, i si els alumnes coneixen prou bé:

.la condensació, ara ja en un context més científic que a la qüestió L14, encara que mitjançant d'un exemple. Constatacions lligades a frases peculiars formulades per algun petit subconjunt d'alumnes de la mostra final reduïda:

Les ulleres noten diferència	(1)
Pel contacte de la calor PELL amb la T.exterior	(1)
Es crea vapor	(1)
La Fredor fa que es formi vapor d'aigua	(1)
Pels gasos que desprenem i no tenen sortida	(1)
Per l'aire enganxat als vidres	(1)
Gas que s'enganxa al vidre fred	(1)
Calor que desprèn el cos pel canvi de Tempe. fa que es formi aigua	(1)
Degut a la calor s'evapora humitat dins l'aire de les ulleres	(1)
L' Aire condensa (i s'enganxa)	(8)
Aire impregnat als vidres / Vapor que ha quedat a dins	(1)
L' Aire que no se'n va l'entela	(1)
Per la Transpiració de la PELL	(1)
En respirar pel nàs tot l'oxigen i no entrar-ne més...	
...el CO ₂ restant produeix el baf	(1)
El CO ₂ calent que per una baixada de Tempe. queda en forma de vapor d'aigua i s'enganxa als vidres	(1)
El CO ₂ després no es pot barrejar amb l'aire exterior i s'agafa als vidres de les ulleres en notar una substància més freda	(1)

D'altres constatacions: Es detecta un elevat antropomorfisme en frases com ara "les ulleres noten la diferència de calor" o bé "el vapor es vol escapar però no pot"

Aportacions remarcables: Contràriament a l'esperat no resulta una qüestió especialment difícil (així s 'obtingueren 58 respostes vàlides-científiques; 25 de gairebé acceptables; 15 de tipus científic-incorrepte, i 38 del quotidià (apart de 20 de pseudo-científic, 38 de fals científic i 20 d'inútils o en blanc))

k. Selecció

Del que hem comentat per a cada qüestió aïllada se'n desprén que unes bones candidates a ser eliminades en l'estudi de frases són les qüestions L9,10 i 13 .A més a més la 11 i la 12 són molt similars i es dubtava en quina sel.leccionar.Per aquest motiu en un primer esborrany de taula que contenia l'adscripció de respostes en categories s'incloguèren les qüestions 11,12, 14,15, 16, 17 i 18. Finalment s'eliminà la 12 en veure que d'aquesta manera les categories predominants de les respostes a les qüestions seleccionades son: 2 de tipus 'A' (científiques i vàlides), 2 mes de tipus 'B' (gairebé acceptables) i 2 de tipus 'F' (no acceptables), millorant així el balanç de distribució fet al Test-G on teníem 3 qüestions amb predomini de respostes de tipus 'A', 1 de 'B', i 2 de 'F'.

6.3.2 Estudi de les respostes obertes del Test-L

6.3.2.1 Anàlisi qualitativa:Classificació de les respostes obertes

i. Coherència interna de la categorització efectuada

Les respostes obertes de les sis qüestions seleccionades del Test-L, ja les havíem classificat en 4 categories jerarquitzades aprofitables, tal com es mostra a la Secció 6.1 (Taula 6.1.23), de manera similar al que hem fet amb les respostes obertes del Test-G a la Taula 6.1.20.

D'aquesta categorització de les respostes obertes així com de les respostes a les qüestions d'elecció múltiple se'n preten demostrar la coherència interna del Test-L , per a legitimar la utilització de les seves dades per a propòsits diversos, com hem fet amb les del Test-G, com ara la pròpia classificació en categories de les respostes a les preguntes obertes i, addicionalment per a assignar un perfil a cada alumne, d'entre un conjunt de 3 o 4 perfils o tipologies.

Per a establir aquesta coherència del Test-L, s'han elaborat les taules de contingència que es mostren a l'annex 6J (Taula 1J) i que inclouen els càlculs dels respectius paràmetres Xi-quadrat (χ^2) per a avaluar-ne la significació.

En aquestes taules es presenta l'associació de les respectives qüestions amb uns conjunts que predeterminem, atesa l'afinitat entre les qüestions que els formen. Aquests conjunts ja es mostraren a la Secció 6.1 (Taula 6.1.24), i el criteri seguit per a la seva creació fou el següent:

El Conjunt 1 el constitueixen:

Subconjunt 1A: Preguntes obertes sobre canvis d'estat 'LV'; és a dir la Núm.10 si hagués estat seleccionada. En realitat aquest subconjunt restarà buit, atès que no hi ha cap altra qüestió oberta d'aquestes característiques.

Subconjunt 1B: Qüestions d'elecció múltiple sobre canvis d'estat 'LV' (és a dir, les Núm. 1, 3, 4, 5, 6 i 10)

El conjunt Núm. 2 el constitueixen:

Subconjunt 2A: Preguntes obertes sobre d'altres canvis d'estat com ara 'VL'. (és a dir les Núm.15,16 i 18; més la 13 si s'hagués seleccionat)

Subconjunt 2B: Qüestions d'elecció múltiple sobre d'altres canvis d'estat, com ara 'VL'. (és a dir les Núm.2, 7 i 13)³

El conjunt Núm.3 el constitueixen:

Subconjunt 3A: Preguntes obertes sobre intercanvis de calor. (és a dir les Núm. 11,14 i 17)

Subconjunt 3B: Preguntes d'elecció múltiple sobre intercanvis de calor. (és a dir les Núm. 8, 9, 11 i 12)

En aquest Test-L, algunes de les qüestions obertes que a la vegada són Qüestió d'elecció múltiple (Núm.9, 10,12 i 13) no s'han seleccionat per a l'anàlisi qualitativa, i únicament a la qüestió Núm.11 s'han seleccionat les seves dues facetes: de qüestió oberta i d'elecció múltiple.

Igual que al Test-G, però, a l'anàlisi quantitativa s'han considerat totes les respostes a les qüestions d'elecció múltiple.

ii. Comprovació de la coherència

Els resultats principals d'aquests estudis són

-L'existència d'associació, segons la Taula 1 de l'Annex 6J, entre els resultats correctes de qüestions aïllades i els del conjunt al qual s'assignen (fins i tot excluint del conjunt, la qüestió considerada) com ara:

.les qüestions Q1, Q5, Q6 i el conjunt Núm.1B,

.les qüestions L15, L16 i L18 i el conjunt Núm.2A,

.les qüestions L15, L16, L18, Q7 i Q13 i el conjunt Núm.2,

.i la qüestió Q12 i el conjunt Núm.3B

³Observació: La qüestió Núm.13 tenia part de qüestió oberta, i part de qüestió d'elecció múltiple.

.les qüestions L11,L14, Q8, Q9,Q11 i Q12 i el conjunt Núm.3,

-L'existència d'associació ,segons la Taula 1 de l'Annex 6J,entre els resultats correctes de qüestions aïllades i els del conjunt al qual s'assignen (sense excloure del conjunt, la qüestió considerada,però) com ara :

.les qüestions Q1,Q3,Q4,Q5,Q6 i Q10 amb el conjunt Núm.1B,

.les qüestions L15,L16,L18,Q2,Q7 i Q13 amb el conjunt Núm.2, i

.les qüestions L11,L14 i L17 i el conjunt Núm.3A,

.les qüestions L11,L14,L17 , Q8, Q9,Q11 i Q12 i el conjunt Núm.3,

-Uns pocs parells específics de qüestions obertes del Test-L (L14 amb L16),(L15 amb L16), (L15 amb L17) i (L16 amb L18) mostren també associació segons la mateixa Taula 1 (Annex 6J)

-Les respostes a la qüestió 11a tant com a Qüestió d'elecció múltiple (Q11) com a qüestió oberta(L11) també mostren associació segons la Taula 1(Annex 6J), en contraposició amb el que passava al Test-G amb la 9ª pregunta,on $p=.09$ i només hi havia associació entre les dos formes de resposta(Oberta i Qüestió d'elecció múltiple) quan a aquesta 9ª pregunta en forma de qüestió oberta consideràvem les respostes de tipus C (les científic-errònies).

iii. Resultat d'aquesta anàlisi

-Aquestes associacions trobades a 'Comprovació de la coherència' indiquen la bondad de l'adscripció de les qüestions als conjunts que hem realitzat. També són una certa mesura de la coherència interna i validesa de la prova.

-D'altra banda la Qüestió 11ª com a qüestió d'elecció múltiple fou encertada per gairebé un terç dels alumnes de la mostra final reduïda (per 49 dels 156 alumnes que la componen), però considerada com a qüestió oberta, només 23 alumnes donen respostes de tipus 'A'(vàlides i científiques) , i només 9 més de tipus 'B' (Gairebé acceptables); mentre que en teniem 106 del tipus F(no acceptables).

Observant els resultats de la qüestió 11ª d'aquest Test-L i de la qüestió 9ª del Test-G per separat (Taula 6.3.1 i 6.3.2), una vegada més es posa de manifest el caràcter idiosincràtic de les respostes dels alumnes, atès que entre la part d'elecció múltiple (K9) i la part de qüestió oberta (G9) -del Test-G- no hi ha associació significativa . Fins a l'extrem que molts alumnes encertaven el distractor adequat a la part d'elecció múltiple, però cap d'ells donava respostes de les que classifiquem com de tipus 'A' (vàlides i científiques).

Però en canvi entre la part d'elecció múltiple (Q11) i la part de qüestió oberta (L11) -del Test-L hi ha associació significativa ($'p' < .05$).

TAULA 6.3.1 COMPARACIÓ ENTRE els ENCERTS A LA QÜESTIÓ Núm.11 DEL TEST-L CONSIDERADA OBERTA (L11) i d'ELECCIÓ MÚLTIPLE (Q11).				
per L11:Q11	0,0	::0,1	::1,0	::1,1
	107	26	0	23
	L'associació és Significativa			
	$'p' < 0.05$			

TAULA 6.3.2 COMPARACIÓ ENTRE els ENCERTS A LA QÜESTIÓ Núm.9 DEL TEST-G CONSIDERADA OBERTA (GAS9) i d'ELECCIÓ MÚLTIPLE.(K9)				
GAS9:Q9	0,0	::0,1	::1,0	::1,1
	35	104	1	15
	L'associació no és Significativa			
	$'p' > 0.05$			
(Agafant com a respostes correctes les del tipus 'B' (gairebé acceptables), atesa la manca de les del tipus 'A')				

6.3.2.2 Tipus de perfils.Llista amb el Perfil-L de tots els estudiants segons llurs respostes al Test-L.

Després d'ordenar en 4 categories operatives les respostes dels alumnes al Test-L la següent hipòtesi de treball és la possibilitat de determinar uns perfils o tipologies per a cada estudiant d'acord (1^a) amb les respostes que donen a qüestions obertes del Test-L, i (2^a) d'acord amb les respostes que donen a qüestions obertes del Test-Final, considerant també la part que en diem Test-G; i que aquestes tipologies tipologies seran consistents.

Tal com vem fer al Test-G, descriurem cada estudiant per una categoria, observarem si encerta o no les qüestions d'elecció múltiple i prepararem taules de contingència, per a les anàlisis de coherència.

També portarem sengles registres¹ de tots els perfils que anem donant a cada alumne a cada grup de qüestions (les del Test-G, les del Test-L i considerant un únic grup final que inclou el Test-L i el G).

Per arribar-hi han fet falta uns passos previs:

¹Taules 6.3.3 i 6.3.6

- 1) Disposar d'una transcripció ben propera a l'original que resumeixi les frases dels alumnes agrupades en una llista amb moltes classes de frases, encara². Com fa de les Taules G1 a G10 de l'annex 6E o de les Taules L9(brut) a L18(brut) de l'annex 6K.
- 2) Col·lapsar aquelles classes en unes 4 categories jeràrquiques comunes. Com es fa a les Taules G1 a G10 de l'annex 6F i a les Taules L9 a L18 de l'annex 6L
- 3) Donar, per a cada qüestió, una sola categoria a la resposta oberta de cada alumne, malgrat que a la resposta hi hagi frases de diferent categoria³. En general⁴, hem assignat a cada resposta la categoria de la millor frase⁵. A les taules G1 a G10 de l'annex 6G i a les Taules 1M a 10M de l'annex 6M ja no s'hi han transcrit les frases i només hi ha el resum numèric de frases corresponents a cada grup per a cada qüestió.
- 4) Codificar aquestes categories de les frases de cada alumne en unes lletres o nombres que les representin.

A continuació i utilitzant les 4 tipologies o perfils, que ja hem usat en el Test-G, acabarem fent les adscripcions dels alumnes a aquests perfils:

- AP) Alumnes avançats o científics
- BP) Alumnes Coherents
- PP) Alumnes Pseudocientífics, i
- EP) Alumnes quotidians

que encara reduïm a les tres següents:

- AP) Alumnes avançats o científics
- BP) Alumnes Coherents, i
- SG) Alumnes Singulars, que engloba la dels pseudocientífics i la dels quotidians.

Per a aquestes adscripcions hem de recordar la llista de les categories de les respostes que vem definir al Capítol 6.1:

- A=Respostes vàlides i científiques,
- B=Respostes gairebé Acceptables, encara que vagues o incompletes
- C=Respostes incorrectes en les que s'utilitzen idees científiques
- D=Respostes quotidianes (usualment incorrectes), i
- E=Respostes irrelevants o en blanc.

Aquestes categories les podem recodificar a valors numèrics :
A=5, B=4, C=3, D=2, i E=1.

²Com qui fa una anàlisi de xarxes

³Com es pot veure als annexos 6F, i 6L

⁴Excepte en algun cas aïlladíssim on l'existència d'incoherències o disbarats descomunals ens han fet rebaixar el nivell assignat a la resposta.

⁵Per això als annexos 6F i 6L s'observen, per a cada qüestió alguns dels nombres dels alumnes 'tatxats'. Vol dir que ja s'han considerat a categories superiors, frases millors donades a la mateixa resposta.

Els criteris que hem utilitzat per a determinar el perfil de cada estudiant segons les seves respostes a les 6 qüestions qualitatives seleccionades del Test-L són idèntics als que vem considerar per a elaborar els perfils basats en les respostes obertes al Test-G⁶. És a dir, assignem una tipologia (entre quatre de definides), a cada estudiant, segons les seves respostes obertes a les sis qüestions qualitatives seleccionades al Test-L:

AP) Alumnes 'Avançats' :

Els que tenen almenys 3 respostes codificades amb '5' i que arriben almenys a sumar 6, quan sumem els valors codificats de les altres 3. És a dir els conjunts de codis mínims següents:
555411, 555321, i 555222 sense considerar l'ordre, per a rés.

D'acord amb això: els alumnes que tenen les seves respostes codificables p.ex. com 555221, 555311, 555111, or 555211 no els podem considerar com a alumnes 'AP' (o sigui avançats)

Per contra aquells que les tenen codificables com a 555551, 555511, o 555555 els considerarem del grup 'AP' (Avançat).

BP) Alumnes 'Coherents'- encara que no-científics -:

Els que tenen almenys 3 respostes codificades amb '4' i que arriben almenys a sumar 5, quan sumem els valors codificats de les altres 3. És a dir els conjunts de codis mínims següents:
444311, i 444221 sense considerar l'ordre, per a rés.

D'acord amb això: els alumnes que tenen les seves respostes codificables p.ex. com 444211, 444211, or 444111 no els podem considerar com alumnes 'BP' (o sigui COHERENTS).

Per contra aquells que les tenen codificables com a 444541, 444411, o 444444 els considerarem del grup 'BP' (COHERENT)

PP) Alumnes 'Pseudo científics':

Els que tenen almenys 3 respostes codificades amb '3' i que arriben almenys a sumar 4, quan sumem els valors codificats de les altres 3. És a dir els conjunts de codis mínims següents:
333211 sense considerar l'ordre, per a rés.

⁶Per a determinar els perfils segons les respostes al Test-Final considerat en conjunt, els criteris s'exposen més endavant.

D'acord amb això: els alumnes que tenen les seves respostes codificables p. ex. com 333111 no els podem considerar com alumnes 'PP' (o sigui PSEUDOCIENTIFICS).

Per contra aquells que les tenen codificables com a 333541, 333411, o 333333 els considerarem del grup 'PP' (PSEUDO-CIENTIFICS)

EP) Alumnes 'Quotidians':

Els que tenen almenys 3 respostes codificades amb '2' els considerarem del grup 'EP' (o sigui QUOTIDIANS)

SG) Alumnes 'Singulars': Inclou els grups dels

Pseudocientífics(PP) i dels quotidians (EP).

La llista de perfils-L (basats en les respostes obertes al Test-L) es mostra a la Tab.6.3.3, on la informació que conté es presenta de la manera següent:

A cada fila hi trobem d'esquerra a dreta 10 columnes:

A la primera el Nombre que cada alumne té a la llista que conté les dades dels 549 participants en aquesta recerca de les Taules 6.1.32 i 6.1.33 de l'annex 6A, a la segona el PERFIL-G que ja s'havia assignat a cadascú al Test-G, a la tercera el PERFIL-L Assignat al Test-L, en funció dels tipus de respostes donats a les OEQ 11 i OEQ 14 a 18 del Test-L, i segons els criteris que s'acaben d'enunciar, i a les columnes 4ª a la 10ª, les classes de respostes que se'ls ha assignat.

Per a l'assignació dels alumnes a diferents perfils s'han utilitzat els següents codis per a les categories de frases: A=5, B=4, C=3, D=2, i E=1.

TAULA 6.3.3 PERFILS DELS ALUMNES (TEST-L)									
GAS-PROF	L-PRO	12	11	14	15	16	17	18	
1	BP	AP	A	E	C	A	A	A	A
6	EP	AP	C	A	A	A	B	D	D
13	AP	AP	E	E	A	A	A	A	D
20	BP	AP	A	C	B	A	A	C	A
68	AP	AP	A	A	A	B	B	B	A
91	BP	AP	A	A	A	A	B	B	B
93	PP	AP	A	A	C	A	A	E	A
97	PP	AP	A	A	A	C	D	C	A
99	AP	AP	A	A	D	A	A	C	C
106	BP	AP	C	B	A	A	A	B	A
113	AP	AP	C	B	A	A	E	C	A
114	PP	AP	C	C	A	A	B	A	C
117	BP	AP	A	C	B	A	B	A	A
323	AP	AP	A	D	A	A	A	C	A
324	AP	AP	A	A	A	B	A	A	D
327	BP	AP	A	C	E	A	A	C	A

TAULA 6.3.3 (Cont.)

331	AP	AP	C	C	A	A	A	A	A	C	C
348	PP	AP	A	A	A	A	A	A	A	C	A
349	AP	AP	A	C	D	A	D	D	A	C	A
363	BP	AP	E	A	A	A	D	D	A	C	A
368	BP	AP	A	C	B	A	A	A	A	E	A
383	BP	AP	C	C	A	A	A	A	B	B	D
409	AP	AP	E	E	B	A	A	B	A	E	A
436	PP	AP	A	B	A	A	A	A	B	E	A
441	AP	AP	C	C	A	A	A	B	D	C	A
445	BP	AP	A	A	C	A	A	D	B	A	A
452	AP	AP	A	A	E	A	A	B	B	A	B
454	BP	AP	A	A	A	A	A	B	B	C	A
456	AP	AP	A	E	A	A	A	A	A	C	A
457	BP	AP	A	E	A	A	A	A	A	C	A
458	BP	AP	C	C	A	A	A	B	B	A	A
462	BP	AP	C	C	A	A	A	B	B	A	A
470	BP	AP	A	C	A	A	A	B	B	E	A
3	BP	BP	E	A	B	B	B	B	B	E	B
5	EP	BP	C	A	B	D	D	D	E	A	D
9	AP	BP	B	C	A	D	B	D	E	A	B
10	PP	BP	A	E	D	A	C	B	A	C	B
11	PP	BP	A	C	A	C	A	B	A	C	B
12	BP	BP	A	C	B	A	B	B	C	D	E
15	BP	BP	C	C	A	B	B	D	D	E	B
18	AP	BP	B	D	A	A	B	D	D	E	B
21	AP	BP	E	B	C	B	A	D	D	B	D
36	PP	BP	C	C	B	A	D	D	D	C	B
39	PP	BP	D	D	B	A	D	D	D	A	D
50	PP	BP	A	A	B	A	D	D	B	E	B
54	PP	BP	A	B	A	A	A	B	B	B	E
62	BP	BP	C	C	B	A	A	B	B	C	B
70	EP	BP	C	D	A	B	B	D	B	C	A
72	AP	BP	A	C	A	B	B	B	B	E	E
75	AP	BP	C	C	A	B	B	B	B	E	E
83	AP	BP	A	C	B	B	B	B	B	E	C
85	AP	BP	E	C	E	B	A	B	B	E	C
89	AP	BP	A	C	B	B	A	B	B	E	E
90	AP	BP	C	C	B	A	B	B	B	E	B
92	AP	BP	C	C	A	A	A	B	B	E	B
94	BP	BP	A	C	B	A	A	B	B	E	E
98	AP	BP	C	D	B	D	B	B	B	D	C
110	AP	BP	A	A	B	A	B	B	B	C	C
112	PP	BP	A	C	B	B	B	B	B	C	C
119	BP	BP	E	E	B	B	B	B	B	C	C
122	BP	BP	C	D	C	B	B	B	B	E	E
126	AP	BP	A	C	A	A	B	B	B	E	E
129	BP	BP	A	A	D	B	B	B	B	C	C
151	BP	BP	C	C	C	A	B	B	B	C	C
155	AP	BP	A	A	B	B	D	D	D	D	A

TAULA 6.3.3 (Cont.)

161	AP	BP	A	C	E	A	A	E	A
326	AP	BP	C	D	B	B	D	B	D
328	PP	BP	C	C	B	D	B	C	A
329	BP	BP	E	D	B	A	B	C	A
340	PP	BP	A	C	B	D	B	E	B
346	BP	BP	A	C	A	A	B	C	E
347	BP	BP	C	C	B	B	B	E	A
352	BP	BP	C	C	B	B	D	B	A
353	PP	BP	E	D	A	B	B	B	D
390	BP	BP	A	C	A	A	B	C	B
406	BP	BP	A	C	B	A	B	C	B
415	AP	BP	C	C	E	A	B	B	A
420	BP	BP	D	C	B	C	A	B	A
430	AP	BP	A	C	A	A	B	E	E
433	AP	BP	A	C	B	A	C	E	B
434	PP	BP	A	B	B	A	B	C	D
435	PP	BP	A	C	B	B	D	B	A
437	PP	BP	A	A	B	B	A	E	D
438	PP	BP	A	D	B	B	B	E	A
439	AP	BP	C	C	B	B	B	E	A
444	BP	BP	A	C	D	A	B	C	A
446	BP	BP	C	D	B	A	B	E	A
448	PP	BP	C	C	B	B	B	E	A
451	EP	BP	A	D	B	B	B	E	A
455	EP	BP	C	D	B	A	D	C	A
461	BP	BP	E	C	B	A	C	B	C
463	EP	BP	E	E	D	A	B	B	B
464	BP	BP	A	D	B	A	B	B	A
472	AP	BP	C	C	A	A	B	C	E
7	AP	PP	C	C	A	A	D	C	D
8	AP	PP	A	C	A	C	B	C	D
14	BP	PP	C	C	B	C	D	C	B
16	EP	PP	E	C	A	A	D	C	C
17	PP	PP	A	C	B	D	B	C	C
48	EP	PP	C	C	B	C	B	E	C
52	BP	PP	C	D	C	A	B	C	B
60	AP	PP	C	C	D	B	E	C	D
82	BP	PP	E	B	E	A	E	C	D
84	BP	PP	C	C	A	D	D	C	A
86	BP	PP	C	C	C	B	B	C	D
88	BP	PP	C	C	B	D	B	C	C
115	BP	PP	E	C	C	A	C	E	D
116	BP	PP	A	C	C	A	D	E	D
120	PP	PP	C	C	A	D	B	E	D
123	BP	PP	C	C	C	C	D	E	D
127	PP	PP	B	A	D	C	E	E	A
149	AP	PP	A	A	C	C	B	E	E
164	BP	PP	C	C	C	A	D	E	D

TAULA 6.3.3 (Cont.)

341	PP	PP	E	D	B	B	B	E	E
356	BP	PP	A	C	C	C	A	E	E
358	BP	PP	A	C	E	B	B	C	D
364	AP	PP	E	C	A	D	B	C	C
366	PP	PP	A	A	B	D	D	C	C
386	BP	PP	C	C	A	D	B	C	D
387	PP	PP	C	C	B	D	D	E	A
405	BP	PP	C	C	A	D	B	E	D
408	PP	PP	C	C	B	A	B	C	D
431	BP	PP	A	E	B	A	B	E	D
432	AP	PP	C	B	B	B	D	E	D
447	BP	PP	C	C	D	A	A	D	D
450	BP	PP	C	C	B	B	D	E	D
453	BP	PP	A	E	B	D	A	E	A
459	EP	PP	C	D	C	B	E	C	C
460	PP	PP	E	D	B	D	C	E	A
469	AP	PP	A	E	A	B	A	E	D
4	PP	EP	E	E	B	D	D	E	B
25	E	EP	A	D	D	B	D	E	A
30	PP	EP	A	C	B	D	D	E	E
42	EP	EP	C	D	C	D	D	E	B
43	PP	EP	C	D	A	D	D	E	A
49	BP	EP	C	D	A	E	D	E	A
51	PP	EP	C	E	E	D	D	E	A
118	EP	EP	A	E	E	D	D	E	C
124	PP	EP	A	A	C	D	D	E	D
152	BP	EP	C	D	D	A	B	E	D
156	PP	EP	A	D	E	B	D	E	E
325	PP	EP	A	C	E	B	E	E	A
334	BP	EP	C	C	E	D	E	D	A
342	EP	EP	E	C	D	D	B	D	E
351	BP	EP	A	E	D	B	D	D	C
376	BP	EP	E	D	C	B	D	E	D
391	EP	EP	C	E	D	D	D	E	B
413	BP	EP	C	C	A	D	E	E	D
414	E	EP	C	C	A	E	E	E	B
416	E	EP	C	B	E	E	D	E	B
440	AP	EP	A	C	A	A	E	E	E
449	BP	EP	C	C	E	A	D	E	E
465	BP	EP	E	D	B	D	E	E	B
466	EP	EP	E	C	D	E	E	E	C
66	BP	E	A	E	D	A	E	E	E
381	EP	E	E	E	E	D	E	E	E
A			23	51	74	24	16	58	246
B			9	56	39	69	20	25	218
C			80	18	10	4	46	15	173
D			26	16	29	42	8	38	159
E			18	15	4	17	66	20	140

6.3.2.3 Anàlisi de la coherència dels perfils(L)
dels estudiants segons llurs respostes al
Test-L.

i. Procediment

S'ha preparat la taula 6.3.4 en la que a les verticals hi van els perfils 'AP', 'BP', 'PP' i 'EP', i a les horitzontals els tipus de frases 'A', 'B', 'C' i 'D' que donen els alumnes a cada una de les sis preguntes (L11, L14, L15, L16, L17 i L18) seleccionades a l'apartat 6.3.1.1 per a la seva anàlisi en profunditat.

Així tenim per als 33 estudiants del perfil 'AP'(AVANÇATS) que:
-> 12 donen frases també del grup 'A', 3 del tipus 'B', 12 del tipus 'C' i 1 més del tipus 'D' per a la primera pregunta ,
-> A la segona: 22 també donen frases del grup 'A', 4 del 'B', 3 del 'C' i 2 del 'D', etc. etc.
I així succesivament.

D'altra banda observant la simple distribució de respostes en les esmentades categories A,B,C i D, que es pot trobar al punt anterior resulta que :

El major nombre de respostes de tipus 'A' es dona a les preguntes Núm.15 i 18 del Test-L,
El major nombre de respostes de tipus 'B' es dona a la pregunta Núm.14 i 16 del Test-L,
El major nombre de respostes de tipus 'C' es dona a la pregunta Núm.11 i 17 del Test-L, i
El major nombre de respostes de tipus 'D' es dona a la pregunta Núm.18 del Test-L.

Estudiant els quocients que surten per als estudiants de cada perfil al dividir, per a cada pregunta, el nombre de respostes d'un tipus per la suma de les dels tipus restants s'observa que per a cada pregunta els millors (exceptuats els casos on el divisor és menor o igual a 2), son:

Núm.11 :Estudiants tipus PP(Pseudocientífics), amb respostes 'C'(2,66)

Núm.14 :Estudiants 'BP'(Coherents), amb respostes 'B'(1,63),
Estudiants tipus AP(Avançats) amb respostes "A"(2,44).

Núm.15 :Estudiants tipus AP(Avançats), amb respostes 'A'(10)

Núm.16 :Estudiants tipus BP(Coherents), amb respostes 'B'(2,63) i D amb B (7.5)

Núm.17 :Estudiants tipus PP(Pseudocientífics), amb respostes 'C'(5,33)

Núm.18 :Estudiants tipus AP(Avançats), amb respostes "A"(3), i

Es troba una certa associació entre el tipus d'estudiant i el tipus de frases que es dona a cada pregunta, que a més es l'òptima per als perfils i les respostes de les qüestions L11,15,17 i 18.

És a dir arribem a una conclusió idèntica a la trobada al Test-G: hi ha associació significativa (prova del coeficient Pearson de Chi-quadrat) entre la classe del perfil d'estudiants que a cada pregunta presenten els majors quocients que surten en dividir, el nombre de respostes d'un tipus per la suma de les dels tipus restants i les respostes de la mateixa classe obtingudes en les preguntes obertes del Test-L.

Les implicacions pedagògiques es comentaran al capítol Núm.8.

A continuació col.lapsem(resumim) les categories de frases C i D, en una nova categoria(F) de respostes "no acceptades" i resumim els perfils dels alumnes AP i BP en una nova categoria que anomenarem singular (SG). Finalment incorporem aquestes dades a les d'abans de resumir categories i obtenim la taula 6.3.4. A la Taula 6.3.5 es presenta resumida la informació de la Taula 6.3.4.

Amb les dades de la taula 6.3.4. s'han confeccionat els resums gràfics de l'annex 6P. Per a quatre categories de frases i quatre perfils tenim els gràfics:

L11C-LQ4, L14B-LQ4, L15A-LQ4, L16B-LQ4, L17C-LQ4 i L18A-LQ4;

que permeten de visualitzar condensadament tota aquesta mateixa informació.

Considerant ja per a cadascún dels quatre tipus de frases, únicament un perfil d'estudiants (aquell que té el mateix nombre d'ordre jeràrquic que el tipus més general de les frases obtingudes en cada pregunta), llavors s'obtenen els gràfics:

1C-11C-LP, 1C-14B-LP, 1C-15A-LP, 1C-16B-LP, 1C-17C-LP i 1C-18A-LP de l'annex 6P.

Un cop resumides les categories i els perfils a 3 tipus, s'han dibuixat també les gràfiques corresponents que es mostren també a l'annex 6P:

L11-3P, L14-3P, L15-3P, L16-3P, L17-3P i L18-3P .

TAULA 6.3.4

O.E. QÜESTIÓ FRASES P E R F I L S D' A L U M N E S

		AVANÇAT	COHER.	SINGL.	c. d.	c+d=sg	E
11C	A	12	7	4	3	1 4	0
	B	3	3	3	2	1 3	0
	F=C+D	13	48	45			
	C	12	35		24	9 33	0
	D	1	13		4	8 12	<u>2</u>
14B	A	22	15	14	9	5 14	0
	B	4	36	16	13	3 16	0
	F=C+D	5	7	21			
	C	3	3		9	3 12	0
	D	2	4		3	6 9	<u>1</u>
15A	A	30	30	13	10	3 13	1
	B	2	24	13	8	5 13	
	F=C+D	1	7	30			
	C	1	2		7	0 7	
	D	0	5		11	12 23	<u>1</u>
16B	A	16	4	4	4	0 4	0
	B	12	42	15	13	2 15	0
	F=C+D	4	14	28			
	C	0	2		2	0 2	0
	D	4	12		11	15 26	<u>0</u>
17C	A	12	4	0	0	0 0	0
	B	5	13	2	1	1 2	0
	F=C+D	12	22	20			
	C	11	19		16	0 16	0
	D	1	3		2	2 4	<u>0</u>
18A	A	24	4	10	5	5 10	0
	B	2	13	8	2	6 8	0
	F=C+D	6	22	30			
	C	3	19		5	3 8	0
	D	3	3		18	4 22	<u>0</u>

I per la refusada qüestió Núm.12:

12A	A	21	28	18	10	8 18	1
	B	0	21	1	1	0 1	0
	F=C+D	9	23	30			
	C	9	21		19	11 30	0
	D	0	2		00	0 0	<u>0</u>

TAULA 6.3.5 RELACIONS ENTRE PERFILS I CATEGORIES DE RESPOSTES AL TEST-L								
		CIENTÍFICS	COHERENTS	PSEUDOCIENTÍFICS	QUOTIDIANS		SINGULARS	
CIENTÍFIQUES I VAL.(A)	12	7		3	1	4	0	4
GAIREBÉ ACCEPTAB. (B)	3	3		2	1	3	0	3
PSEUDOCIENTÍFIQUES (C)	12	35		24	9	33	0	
QUOTIDIANES (D)	1	13		4	8	12	2	
NO ACCEPTABLES (F)	13	48	L11					45
CIENTÍF. I VALIDES	22	15		9	5	14	0	14
GAIREBÉ ACCEPTABLES	4	36		13	3	16	0	16
PSEUDOCIENTÍFIQUES	3	3		9	3	12	0	
QUOTIDIANES	2	4		3	6	9	1	
NO ACCEPTABLES	5	7	L14					21
CIENTÍF. I VALIDES	30	30		10	3	13	1	13
GAIREBÉ ACCEPTABLES	2	24		8	5	13		13
PSEUDOCIENTÍFIQUES	1	2		7	0	7		
QUOTIDIANES	0	5		11	12	23	1	
NO ACCEPTABLES	1	7	L15					30
CIENTÍF. I VALIDES	16	4		4	0	4	0	4
GAIREBÉ ACCEPTABLES	12	42		13	2	15	0	15
PSEUDOCIENTÍFIQUES	0	2		2	0	2	0	
QUOTIDIANES	4	12		11	15	26	0	
NO ACCEPTABLES	4	14	L16					28
CIENTÍF. I VALIDES	12	4		0	0	0	0	0
GAIREBÉ ACCEPTABLES	5	13		1	1	2	0	2
PSEUDOCIENTÍFIQUES	11	19		16	0	16	0	
QUOTIDIANES	1	3		2	2	4	0	
NO ACCEPTABLES	12	22	L17					20
CIENTÍF. I VALIDES	24	4		5	5	10	0	10
GAIREBÉ ACCEPTABLES	2	13		2	6	8	0	8
PSEUDOCIENTÍFIQUES	3	19		5	3	8	0	
QUOTIDIANES	3	3		18	4	22	0	
NO ACCEPTABLES	6	22	L18					30

6.3.3 Conclusions a partir del Test-L

6.3.3.1 Basades en dades derivades del Test-L

A) No hi ha associació global entre l'encert a les respostes, i la confiança amb la qual els alumnes diuen respondre. Aquesta conclusió, però, s'ha de matisar; com es fa a la Sec. 6.1.B, en el sentit que aïlladament, i pregunta per pregunta, a sis (5 MCQ i 1 OEQ) de les dinou qüestions (13 MCQ i 6 OEQ) apareix associació significativa entre seguretat i encert; i no n'apareix a les restants (8 MCQ i 5 OEQ).

B) Les frases donades en resposta a les qüestions obertes o OEQ s'han classificat en categories i s'han agrupat en petits conjunts i se'n ha comprovat la seva coherència a la secció "6.2.A.3.a".

C) Els perfils respectius també han resultat extraordinàriament coherents ateses les seves associacions amb les categories de les frases donades com a resposta a cada qüestió (Seccions 6.3.4 i 6.3.7).

D) També ens hem permès estudiar alguns fets curiosos aparentment intrascendents. Així a la qüestió 13 del Test-L que tractava sobre la formació de boires s'ha volgut comparar el rendiment a la qüestió, amb dades de la mostra final reduïda entre diferents escoles de/i diferents ciutats. La comparació és feta a la Taula 4 (Annex 6J) i resulta que els alumnes de la boirosa i humida ciutat de Vic contesten d'una manera millor que els de les altres ciutats que han pres part a la recerca, apareguent una associació significativa entre la major quantitat de respostes encertades i el fet de viure a Vic en comptes de a Barcelona o a Reus (Ciutat aquesta on apareixen els resultats més baixos)

Curiosament l'associació es repeteix per a la OEQ 11 d'aquest Test, tot i no ser la tònica general de les altres qüestions.

6.3.3.2 Selecció de frases peculiars del Test-L

La llista detallada de respostes peculiars a les preguntes del Test-L, agrupades qüestió per qüestió es mostra a l'annex 6N.

A continuació se'n mostra una petita selecció:

Perque no hi ha calor (com la del Sol) a la casa o al celler	(22)
El calor asseca. Per aixó els llocs freds no assecaran	(4)
Es Refreda l'aigua del cabell. No s'evapora	(1)
L'aire està comprimit. Aixó és molt eficaç	(1)
Gràcies a l'oli, els cilindres i d'altres peces és mouen més facilment	(5)
L'oli té major densitat (diuen) i no se'l pot comprimir	(2)
Anant tan depressa, els aliments només es couen externament	(2)
Les dues <u>arribaran</u> a la mateixa temperatura	(2)
Al final igual temperatura	(1)
L'Alcohol o la colònia bullen en tocar les mans caientes i sembla que cremin	(1)
Sensació de calor perque l'alcohol té molts graus (o explicitament "L'Alcohol té 96°")	(2)
De les plantes (vegetals) o de la nostra respiració	(3)
És fred que es converteix en aigua	(3)
Procedeix de l'aigua del sòl	(4)
El vidre <u>transpira</u> per la part externa .i similars.	(11)
L' Aire condensa (i s'enganxa)	(8)

6.3.4 Resultats segons els perfils globals

6.3.4.1 Anàlisi de la coherència dels perfils generals dels estudiants segons llurs respostes al Test-Final sencer

Procediment(Inclou llista de tots els perfils generals)

A la taula 6.3.3 ja hem presentat el tipus de categoria assignada al Test-L, a cada frase dels alumnes així com els perfils de cada estudiant que els corresponen per les seves respostes als Tests G i L. Pel que fa als perfils globals s'han determinat segons els criteris següents:

Alumnes avançats(AP)=Els que tenen almenys 5 frases de tipus 'A' (vàlides i científiques) i almenys 42 punts en fer la conversió: Frases 'A'=5, Frases 'B'=4, 'C'=3, 'D'=2, i 'E'=1 .

Coherents(BP)=Els que sense ser 'avançats' tenen almenys 5 frases de tipus 'B'(Gairebé acceptables)(no importa si alguna(s) és de tipus 'A') , i almenys 35 punts amb la mateixa conversió que abans.

Singulars(SG): Els que sense ser 'avançats' ni 'coherents' tenen com a màxim 6 frases de tipus E.

No presenten utilitat(G) : Els que donen més de 6 frases de tipus E A la Taula 6.3.6 s'hi presenten tant les respostes a cada pregunta dels Test-G i L com els perfils dels estudiants atenent al Test-G , al L, o a les seves respostes considerades globalment.

La informació continguda a cadascuna de les 18 columnes de la Taula 6.3.6 és la següent:

Col. 1) Nombre de l'alumne a la llista 6.1.32 i 6.1.33;

Col.2) Perfil general desestimat que tindria cada alumne extrapolant els mateixos criteris seguits als Test-L o G per separat.S'ha desestimat el criteri atès el nombre desproporcionalment alt de perfils 'B' que sortirien, cosa que ha fet aconsellable una suavització de criteris que conduí als indicats unes 20 línies més amunt;

Col.3) a Col.8)Clase de Respostes a les preguntes L11,L14,L15,L16, L17 i L18 del Test-L segons la conversió Frases 'A'=5,Frases 'B'=4, 'C'=3, 'D'=2, i 'E'=1 .

Col9) a 14)Clase de Respostes a les preguntes G1,G2,G3,G4,G5 i G9 del Test-G segons la conversió anterior.

Col 15)Perfil segons les respostes al Test-G;

Col16)Perfil segons les respostes al Test-L;

Col 17) Puntuació que obté cada alumne en sumar els valors dels codis de les categories de les seves respostes obertes a les 12 OEQ esmentades(6 del Test-L i 6 del Test-G) i

Col 18) Perfil general final assignat a cada alumne segons els criteris indicats més amunt en aquesta mateixa secció

TAULA 6.3.6 PERFIL DELS ALUMNES (QÜESTIONS OBERTES DEL TEST FINAL SENCER)

1	AP	1	3	5	5	5	5	5	3	4	2	4	4	BP	AP	46	AP
7	PP	3	5	5	2	3	2	5	5	5	2	5	2	AP	PP	44	AP
8	AP	3	5	3	4	3	2	5	5	4	5	5	3	AP	PP	47	AP
9	BP	3	5	4	1	5	4	5	4	5	5	5	4	AP	BP	50	AP
13	E	1	5	5	5	5	2	5	5	5	5	1	3	AP	AP	47	AP
20	AP	3	4	5	5	3	5	5	4	5	3	1	1	BP	AP	44	AP
68	AP	5	5	4	4	4	5	5	5	2	5	2	2	AP	AP	48	AP
72	AP	3	5	4	4	1	5	5	1	5	5	5	4	AP	BP	47	AP
89	AP	3	4	4	4	1	5	5	5	5	4	5	3	AP	BP	48	AP
90	PP	3	4	5	4	4	5	5	5	5	2	1	3	AP	BP	46	AP
91	AP	5	5	5	4	4	4	5	5	3	2	4	3	BP	AP	49	AP
92	PP	3	5	5	4	1	3	5	5	5	4	5	3	AP	BP	48	AP
99	AP	5	2	5	5	3	3	5	5	5	4	5	3	AP	AP	50	AP
106	PP	4	5	5	5	4	5	4	5	5	2	2	3	BP	AP	49	AP
110	AP	5	4	5	4	3	2	3	5	5	4	5	3	AP	BP	48	AP
113	PP	4	5	5	1	3	5	5	2	5	5	5	3	AP	AP	48	AP
114	PP	3	5	5	4	5	3	5	3	5	1	3	3	PP	AP	45	AP
117	AP	3	4	5	4	5	5	3	5	5	4	1	1	BP	AP	45	AP
126	AP	3	5	5	4	1	2	5	5	5	2	4	3	AP	BP	44	AP
149	AP	5	3	3	4	1	1	5	5	4	5	5	3	AP	PP	44	AP
155	AP	5	4	4	2	2	5	5	2	5	5	2	3	AP	BP	44	AP
161	AP	3	1	5	5	1	5	5	2	5	5	2	3	AP	BP	42	AP
323	AP	2	5	5	5	3	5	5	5	3	2	5	3	AP	AP	48	AP
324	AP	5	5	4	5	5	2	5	2	5	2	5	3	AP	AP	48	AP
327	AP	3	1	5	5	3	5	5	4	5	1	4	3	BP	AP	44	AP
331	PP	3	5	5	5	5	3	5	2	5	5	5	3	AP	AP	51	AP
348	AP	5	5	5	5	3	5	5	1	1	2	4	3	PP	AP	44	AP
349	AP	3	2	5	2	5	5	5	4	5	4	5	3	AP	AP	48	AP
363	E	5	5	5	2	3	5	5	1	5	1	5	3	BP	AP	45	AP
383	PP	3	5	5	5	4	2	5	3	4	1	5	3	BP	AP	45	AP
409	E	1	4	5	4	5	5	5	1	5	3	5	3	AP	AP	46	AP
415	PP	3	1	5	4	4	5	5	2	5	3	5	3	AP	BP	45	AP
430	AP	3	5	5	4	1	1	5	5	4	5	5	3	AP	BP	46	AP
436	AP	4	5	5	5	1	5	5	1	5	3	1	3	PP	AP	43	AP
439	PP	3	4	4	4	1	5	5	5	5	5	4	1	AP	BP	46	AP
440	AP	3	5	5	1	1	1	5	5	4	5	5	3	AP	EP	43	AP
441	PP	3	5	5	4	3	5	5	3	5	5	5	3	AP	AP	51	AP
445	AP	5	3	5	2	5	5	5	4	4	4	5	3	BP	AP	50	AP
452	AP	5	1	5	4	5	4	5	5	1	3	5	3	AP	AP	46	AP
454	AP	5	5	5	4	3	5	5	4	3	1	5	1	BP	AP	46	AP
456	AP	1	5	5	5	3	5	5	2	5	3	5	3	AP	AP	47	AP
457	AP	1	5	5	5	5	5	4	5	3	1	5	3	BP	AP	47	AP
458	PP	3	5	5	4	5	5	4	3	4	2	5	1	BP	AP	46	AP

TAULA 6.3.6 (Cont.)																	
469	AP	1	5	4	5	1	2	5	5	5	3	5	3	AP	PP	44	AP
470	AP	3	5	5	4	1	5	5	2	5	1	2	4	BP	AP	42	AP
472	PP	3	5	5	4	3	1	5	5	5	1	5	3	AP	BP	45	AP
464	AP	2	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	BP	BP	49	BP
3	E	5	4	4	4	1	4	5	5	4	4	3	1	BP	BP	44	BP
5	PP	5	4	2	2	5	2	5	1	4	1	5	1	EP	BP	37	BP
6	PP	5	5	5	4	2	2	2	5	1	1	5	1	EP	AP	38	BP
11	AP	3	5	3	5	4	3	3	2	4	3	4	1	PP	BP	40	BP
12	AP	3	4	5	4	3	2	5	4	3	1	4	2	BP	BP	40	BP
14	PP	3	4	3	2	3	4	4	5	1	4	5	4	BP	PP	42	BP
15	PP	3	5	4	4	2	1	5	3	5	1	1	4	BP	BP	38	BP
16	E	3	5	5	2	3	3	5	5	5	1	1	1	EP	PP	39	BP
18	BP	2	5	5	2	1	4	5	5	5	2	2	3	AP	BP	41	BP
21	E	4	3	4	2	4	2	5	5	3	5	2	1	AP	BP	40	BP
36	PP	3	4	5	2	3	4	4	2	4	1	5	1	PP	BP	38	BP
39	EP	2	4	5	2	5	2	2	5	5	2	2	3	PP	BP	39	BP
52	PP	2	3	5	1	3	4	4	5	3	1	5	3	BP	PP	39	BP
54	AP	4	5	5	4	4	1	4	2	4	4	1	1	PP	BP	39	BP
60	PP	3	2	4	1	3	2	5	5	1	4	5	1	AP	PP	36	BP
62	PP	3	4	5	4	3	4	3	4	4	4	5	3	BP	BP	46	BP
70	PP	2	5	4	2	5	2	3	1	5	1	5	1	EP	BP	36	BP
75	PP	3	5	4	4	1	4	3	3	5	5	5	3	AP	BP	45	BP
82	E	4	1	5	1	4	2	5	2	4	4	5	3	BP	PP	40	BP
83	AP	3	4	4	4	3	3	5	5	5	4	2	3	AP	BP	45	BP
84	PP	3	5	2	2	3	5	5	5	3	4	1	1	BP	PP	39	BP
85	E	3	1	5	4	1	4	5	2	5	4	5	3	AP	BP	42	BP
86	PP	3	3	4	4	3	2	5	3	5	4	2	1	BP	PP	39	BP
88	PP	3	4	2	4	3	3	5	3	4	4	5	3	BP	PP	43	BP
93	AP	5	3	5	5	1	5	5	2	3	2	1	3	PP	AP	40	BP
94	AP	3	4	5	4	1	1	5	2	3	4	5	3	BP	BP	40	BP
98	PP	2	4	2	4	2	4	5	5	5	4	1	2	AP	BP	40	BP
112	AP	3	4	4	4	3	5	5	2	4	1	5	1	PP	BP	41	BP
119	E	1	4	4	4	3	2	5	5	4	4	2	3	BP	BP	41	BP
122	PP	2	3	4	4	1	4	5	5	4	4	2	4	BP	BP	42	BP
129	AP	5	2	4	4	3	5	4	2	4	2	5	3	BP	BP	43	BP
151	PP	3	3	5	4	3	5	4	5	5	2	3	3	BP	BP	45	BP
152	PP	2	2	5	4	1	2	3	5	5	4	2	1	BP	EP	36	BP
164	PP	3	3	5	2	1	2	5	4	5	4	3	4	BP	PP	41	BP
326	PP	2	4	4	2	4	2	5	5	3	5	2	3	AP	BP	41	BP
329	E	2	4	5	4	3	5	5	4	3	4	3	1	BP	BP	43	BP
340	AP	3	4	2	4	1	4	5	2	3	1	5	1	PP	BP	35	BP
346	AP	3	5	5	4	3	1	4	2	4	4	4	3	BP	BP	42	BP
347	PP	3	4	4	4	1	5	5	2	5	4	1	3	BP	BP	41	BP
352	PP	3	4	4	2	4	5	5	2	5	1	5	2	BP	BP	42	BP
353	E	2	5	4	4	4	2	5	2	5	2	1	1	EP	BP	37	BP
356	AP	3	3	3	5	1	1	4	2	5	4	5	3	BP	PP	39	BP
358	AP	3	1	4	4	3	2	4	1	5	4	5	2	BP	PP	38	BP
364	E	3	5	2	4	3	3	5	1	5	2	5	3	AP	PP	41	BP
366	AP	5	4	2	2	3	1	4	5	1	1	5	2	PP	PP	35	BP

TAULA 6.3.6 (Cont.)																	
368	AP	3	4	5	5	1	5	5	3	4	1	4	3	BP	AP	43	BP
386	PP	3	5	2	4	3	2	4	1	5	4	3	3	BP	PP	39	BP
390	AP	3	5	5	4	3	4	5	2	3	1	5	4	BP	BP	44	BP
405	PP	3	5	2	4	1	2	5	4	4	2	5	1	BP	PP	38	BP
406	AP	3	4	5	4	3	4	5	4	4	2	5	1	BP	BP	44	BP
420	EP	3	4	3	5	4	5	5	5	2	1	4	3	BP	BP	44	BP
431	AP	1	4	5	4	1	2	5	4	3	4	1	3	BP	PP	37	BP
432	PP	4	4	4	2	1	1	5	2	5	5	5	1	AP	PP	39	BP
433	AP	3	4	5	3	1	4	5	2	5	2	5	3	AP	BP	42	BP
434	AP	4	4	5	4	3	2	4	1	3	1	5	2	PP	BP	38	BP
435	AP	3	4	4	2	4	5	2	1	4	4	5	1	PP	BP	39	BP
437	AP	5	4	4	5	1	2	5	2	3	1	5	3	PP	BP	40	BP
438	AP	2	4	4	4	1	5	3	3	2	1	5	2	PP	BP	36	BP
444	AP	3	2	5	4	3	5	4	1	1	5	5	3	BP	BP	41	BP
446	PP	2	4	5	4	1	5	4	4	1	5	5	2	BP	BP	42	BP
447	PP	3	2	5	5	2	2	4	5	4	4	3	3	BP	PP	42	BP
448	PP	3	4	4	4	1	5	4	1	5	4	1	2	PP	BP	38	BP
450	PP	3	4	4	2	1	2	4	5	5	2	1	2	BP	PP	35	BP
451	AP	2	4	4	4	1	5	5	4	3	1	1	1	EP	BP	35	BP
453	AP	1	4	2	5	1	5	4	4	4	1	1	3	BP	PP	35	BP
461	E	3	4	5	3	4	3	3	4	3	4	4	3	BP	BP	42	BP
462	PP	3	5	5	4	4	5	4	3	4	4	4	3	BP	AP	48	BP
463	E	1	2	5	4	4	4	5	3	5	1	1	1	EP	BP	36	BP
408	PP	3	4	5	1	3	2	5	1	5	3	3	3	PP	PP	38	SG
4	E	1	4	2	2	1	4	3	5	1	4	2	1	PP	EP	30	SG
10	AP	1	2	5	4	3	5	1	3	3	4	2	3	PP	BP	36	SG
17	AP	3	4	2	4	3	2	4	2	5	2	2	3	PP	PP	36	SG
25	AP	2	2	4	2	1	5	1	1	4	4	1	1	E	EP	28	SG
30	AP	3	4	2	2	1	1	5	5	1	4	1	2	PP	EP	31	SG
42	PP	2	3	2	2	1	4	2	4	1	3	1	1	EP	EP	26	SG
43	PP	2	5	2	2	1	5	4	2	1	4	5	1	PP	EP	34	SG
48	PP	3	4	3	4	1	3	5	2	1	1	2	2	EP	PP	31	SG
49	PP	2	5	1	2	1	1	4	3	4	3	5	3	BP	EP	34	SG
50	AP	5	4	2	2	1	4	4	2	4	4	1	1	PP	BP	34	SG
51	PP	1	1	2	2	1	5	4	2	1	4	5	1	PP	EP	29	SG
66	AP	1	2	5	1	1	1	3	4	3	4	5	1	BP	E	31	SG
97	AP	5	5	3	2	3	5	5	2	3	1	1	3	PP	AP	38	SG
115	E	3	3	5	3	1	2	5	2	5	1	4	3	BP	PP	37	SG
116	AP	3	3	5	2	2	1	5	3	3	4	5	1	BP	PP	37	SG
118	AP	1	1	2	2	1	3	5	5	1	1	1	2	EP	EP	25	SG
120	PP	3	5	2	4	1	2	5	1	3	2	5	1	PP	PP	34	SG
123	PP	3	3	3	2	1	2	5	2	4	4	1	2	BP	PP	32	SG
124	AP	5	3	2	2	1	2	4	2	3	3	4	3	PP	EP	34	SG
127	BP	5	2	3	1	1	5	5	3	2	2	2	3	PP	PP	34	SG
156	AP	2	1	4	2	4	1	3	3	5	3	3	1	PP	EP	32	SG
325	AP	3	1	4	1	1	5	5	5	5	1	1	2	PP	EP	34	SG
328	PP	3	4	2	4	3	5	3	1	1	1	2	3	EP	BP	32	SG
334	PP	3	1	2	1	2	5	5	1	4	4	2	3	BP	EP	33	SG

TAULA 6.3.6 (Cont.)																	
341	E	2	4	4	4	1	1	4	1	5	1	5	2	PP	PP	34	SG
342	E	3	2	2	4	1	1	5	3	1	2	1	2	EP	EP	27	SG
351	AP	1	2	4	2	2	3	4	2	5	2	2	4	BP	EP	33	SG
376	E	2	3	4	2	1	2	4	4	5	1	2	4	BP	EP	34	SG
387	PP	3	4	2	2	1	5	3	2	5	1	3	3	PP	PP	34	SG
391	PP	1	2	2	2	1	4	5	5	1	1	1	2	EP	EP	27	SG
413	PP	3	5	2	1	1	2	5	1	1	4	5	4	BP	EP	34	SG
449	PP	3	1	5	2	1	1	4	2	4	2	1	4	BP	EP	30	SG
455	PP	2	4	5	2	3	5	3	1	2	2	1	2	EP	BP	32	SG
459	PP	2	3	4	1	3	3	3	4	1	1	1	3	EP	PP	29	SG
460	E	2	4	2	3	1	5	2	3	4	4	1	1	PP	PP	32	SG
465	E	2	4	2	1	1	4	4	4	4	3	3	2	BP	EP	34	SG
466	E	3	2	1	1	1	3	4	1	1	1	3	4	EP	EP	25	SG
381	E	1	1	2	1	1	1	4	1	3	1	1	2	EP	E	19	G
414	PP	3	5	1	1	1	4	5	1	1	1	1	3	E	EP	27	G
416	PP	4	1	1	2	1	4	1	5	1	1	1	1	E	EP	23	G

Si s'agrupen les respostes de classe C i D en la nova categoria F(no acceptables) i també s'agrupen els perfils PP i EP en el perfil SG(singular)ja considerat a la taula 6.3.5,obtindrem la taula 6.3.7

TAULA 6.3.7 TAULA D'ASSOCIACIO ENTRE ELS PERFILS GENERALS DELS ESTUDIANTS I ELS DIFERENTS TIPUS DE RESPOSTES OBERTES QUE DONEN A LES OEQ SELECCIONADES

Al costat del nombre de la OEQ s'indica la categoria de resposta més característica per a cada OEQ.

QÜESTIÓ OBERTA I CATEGORIA MES CORRENT	FRASES	P E R F I L S dels A L U M N E S			
		A L U M N E S			
		AVANÇATS (46)	COHERENTS (69)	SINGULARS (38),	SENSE INTERÉS (3 més)
					(ELS QUOCIENTS ES MOSTREN COM A SUBINDEXS)
L11 F	A B F=C+D	12 3 25 _{1.66}	7 5 53 _{4.41}	4 1 28 _{5.8}	
L14 B	A B F=C+D	29 _{2.23} 8 5	16 36 _{1.2} 14	6 12 15 _{.83}	
L15 A	A B F=C+D	36 _{3.8} 8 2	31 _{.82} 24 14	7 7 23 _{1.6}	
L16 B	A B F=C+D	16 22 _{1.05} 5	8 40 _{1.54} 18	0 7 23 _{3.3}	
L17 F	A B F=C+D	13 6 15 _{.79}	3 13 29 _{1.8}	0 1 10 _{1.0}	
L18 A	A B F=C+D	27 _{1.8} 3 12	19 15 28 _{.82}	12 7 13 _{.68}	
G 1A	A B F=C+D	41 _{3.2} 3 2	40 _{1.38} 19 10	16 _{.72} 13 9	

TAULA 6.3.7 (Cont.) ASSOCIACIÓ ENTRE ELS PERFILS GENERALS DELS ESTUDIANTS I ELS DIFERENTS TIPUS DE RESPOSTES OBERTES QUE DONEN A LES OEQ SELECCIONADES

Al costat del nombre de la OEQ s'indica la categoria de resposta més característica per a cada OEQ.

QÜESTIÓ OBERTA FRASES P E R F I L S dels A L U M N E S
I CATEGORIA A L U M N E S
MÉS CORRENT AVANÇATS COHERENTS SINGULARS

OEQ	CATEGORIA	FRASES	A L U M N E S		
			AVANÇATS	COHERENTS	SINGULARS
G2	F	A	221.16	21	6
		B	6	12	5
		F=C+D	13	27.81	181.63
G3	A	A	312.38	25.66	9.53
		B	8	21	8
		F=C+D	5	17	9
G4	B	A	14	6	0
		B	7	301.66	131
		F=C+D	17.81	12	13
G5	A	A	292.42	321.39	8
		B	6	8	2
		F=C+D	6	15	141.4
G9	F	A	0	0	0
		B	4	6	5
		F=C+D	379.25	406.66	244.8

Considerant a cada pregunta els tipus de frases i els perfils, tal com es mostren a la taula 6.3.7 els millors quocients del 'nombre d'estudiants d'un cert perfil utilitzant frases d'un cert tipus' entre 'el nombre dels estudiants restants del mateix perfil utilitzant qualsevol altre tipus de frases' dona valors òptims per a cada pregunta, llevat dels casos marcats amb un asterisc, per als perfils i tipus de frases indicats a la Taula 6.3.8.

QÜESTIÓ Núm.	PERFIL	TIPUS DE FRASE
L11	SG(Singular)	F(No acceptable)
L14 *	BP(Coherent)	B(Gairebé acceptable)
L15	AP(Avançat)	A(Vàlida Científica)
L16 *	BP	B
L17	SG	F
L18	AP	A
G1	AP	A
G2	SG	F
G3	AP	A
G4	BP	B
G5	AP	A
G9 *	SG	F

Aixó indica la bondad de les assignacions jeràrquiques de perfils i tipus de frases donada aquesta elevada coherència entre ambdos.

Treballant amb els perfils que s'obtenen quan es consideren conjuntament el Test-G i el Test-L (Taula 6.3.7), els resums gràfics corresponents es mostren a l'annex 6P amb els títols: G1-GLB, G2-GLB, G3-GLB, G4-GLB, G5-GLB, G9-GLB, L11-GLB, L14-GLB, L15-GLB, L16-GLB, L17-GLB i L18-GLB

I, tal com hem fet abans, per a cadascun dels tres tipus resumits de frases, si agafem únicament un perfil d'estudiants (el del mateix ordre jeràrquic que el tipus de frases més representatiu de cada pregunta), llavors s'obtenen els gràfics:

T-G1, T-G2, T-G3, T-G4, T-G5, T-G9, T-L11, T-L14, T-L15, T-L16, T-L17 i T-L18, (que també es mostren a l'Annex 6P).

La significació estadística entre les diferències observades a diferents perfils-globals es mostra a la Taula 6.3.9.

A la Taula 6.3.10 s'indiquen les significacions de les associacions entre 'puntuacions' i 'perfils'.

TAULA 6.3.9 DIFERENCIES ENTRE LES PUNTUACIONS PROMIG DE CADA PERFIL					
MARGE	PUNTUACIO	(%)	TIPUS DE PERFIL	NOMBRE D'ALUMNES	NOMBRE DE RESPOSTES ^a D'UN PERFIL DETERMINAT
16-29	22.76	60	AVANÇAT (AP)	46	1745
10-24	17.01	45	COHERENT (BP)	69	2611
8-22	14.22	37	SINGULAR (SG)	38	1407
7-11	8.33	22	NO UTILZ. (G)	3	111
	{ 17.89	47	{ P r o m i g }		
F:	56.1 ^b	83.54 ^b			
p:	<0.01	<0.01			

^a: Tant les OEQ, com les MCQ. ^b: Parametres Pearson de Xi-quadrat

TAULA 6.3.10 ASSOCIACIONS 'PUNTUACIO' vs. 'PERFILS'		
	VALORS de F	SIGNIFICACIO
q ² vs. 'Perfil Avançat, o no'	80.64	p < 0.01
q ² vs. 'Perfil Coherent, o no'	36.9	p = 0.02
q ² vs. 'Perfil Singular, o no'	52.5	p < 0.01 (Assc. neg.)
q ^{MCQ} vs. 'Els 3 Perfils Globals prals.'	107.3	p < 0.01
q ^{MCQ} vs. 'Perfil Avançat, o no'	42.2	p < 0.01
q ^{MCQ} vs. 'Perfil Coherent, o no'	22.38	p = 0.13
q ^{MCQ} vs. 'Perfil Singular, o no'	20.9	p = 0.18

On q²: Puntuació Total del Test Final (G+L),
 On q^{MCQ}: Puntuació al Test Final (G+L), a les preguntes MCQ, i
 F: Parametres Pearson de Xi-quadrat

6.4 Cap.6_4.Conclusions a partir del Test final

6.4.1 Conclusions basades en dades derivades dels Test-G i L

Aquesta recerca de pre-conceptes ens ha permès treballar adicionalment en aspectes que no pertanyen directament al món de les concepcions alternatives, les idees equivocades, els sustractes pre-conceptuals dels alumnes, etc. I segurament això és degut a que el nostre interès no és el merament acadèmic del lingüista o el psicòleg. Ens interessa conèixer (adicionalment als preconceptes) el màxim nombre d'altres aspectes que faciliten o dificulten que els nostres alumnes de 'Física i Química' aprenguin i progressin en els seus cursos de batxillerat, especialment als més baixos atès que és on més dificultats d'aprenentatge es presenten a jutjar pel nombre d'abandonaments o pel de males notes i de repetidors, que ens troben any darrera any.

A continuació agruparem les conclusions per àmbits.

A) Començarem establint quines variables es poden menystenir en quant a la seva influència en el rendiment. A la Taula 6.1.27, a l'Annex 6A resulta que el rendiment global a les qüestions MCQ no presenta associacions significatives ni amb 'ENTNT' (viure o passar temporades en entorns naturals al camp, el mar o la muntanya), ni amb 'REPET' (el fet de repetir curs), 'ESPORT' (practicar habitualment un esport tan en competició regular com per afició), 'KUI' (tenir aficions o habilitats relacionades amb la cuina), 'IDS' (defensar-se en algun/s idioma/es estranger/s; malgrat que els rendiments mostren una tendència de creixement a mesura que passem dels 0 a 1 i a 2 o més de 2 llengües estrangeres), ni 'LLOC' (on també s'observa una tendència clara a rendiments majors en passar de les zones metropolitanes, a les urbanes menors i cap a les rurals).

B) A la inversa i segons la Taula 6.1.27 de l'Annex 6A resulta que el rendiment global a les qüestions MCQ presenta associacions significatives amb les variables socio-culturals 'CLT' (accés a llibres i d'altres bens de naturalesa cultural), 'CAT' (utilització del català sense problemes), 'AFICIONS' (tenir aficions relacionades amb la Natura), 'CENTRE' i 'SEXE', així com amb variables que hem definit com a combinació d'altres com és el cas de 'NIVELL' i 'CAMP' que es defineixen entre d'altres llocs a la pròpia Taula 6.1.27.

1 On fins i tot apareix associació significativa amb les dades de la mostra final reduïda

C) També resulta d'interés comparar el rendiment global en tant per cent classificat per temes (Test-L o Test-G), i per tipus de qüestions (Taula 6.4.1⁽²⁾).

TIPUS DE QÜESTIO	T TEST-L	E	M TEST-G	A Promig	NOMBRE DE QÜESTIONS DEL TIPUS QUE S'INDICA
MCQ	51		58	55	26
OEQ	26		34	30	12
Promig	44		50	47	38

D) No hi ha associació global entre encerts de les respostes i la confiança que els alumnes indiquen amb que responen. Tot i que aquesta conclusió s'ha de matisar com es fa a la Sec. 6.1.B, en el sentit que aïlladament i pregunta per pregunta a tretze de les trenta-vuit qüestions apareix associació significativa entre seguretat i encert, i no hi apareix a les vint-i-cinc restants.

E) Les respostes dels alumnes a qüestions de temes iguals però plantejades en formes -diguem-ne- simètriques com en el tema dels equi. libris líquid vapor parlar de l'evaporació o la condensació donen resultats molt clarament diferenciats.

² basada en les dades de la Tab 6.1.30 de l'Annex 6A.

TAULA 6.4.2 DIFERENT RENDIMENT A QÜESTIONS D'EVAPORACIÓ I CONDENSACIÓ

TEST	No. DE LA QÜESTIO	PRINCIPAL ASPECTE QUE TRACTA	PUNTAU- CIÓ
		CONDENSACIÓ (o Eqs. V->L) EVAPORACIÓ (o Eqs. L->V)	
PRE-T	1	X	36
	5		27
E	9	X	61
	10		20
S	11	X	76
	13		64
T	14	X	42
TEST-G	2		31
TEST-L	1		7
	2	X	82
	3		31
	5		61
	6	X	52
	7	X	24
	8		40
	9	X	47
	9	X	8
	10		32
	10	X	8
	11	X	27
	11		15
	12	X	48
	12	X	44
	13	X	80
	13	X	63
	14		33
	15	X	47
	16	X	15
	17		10
	18	X	37
Promig total		<u>51.41</u> <u>30.72</u>	<u>38.76</u>

Efectivament, amb dades de la Taula 6.1.31 , de les Taules 3.1.8 i 3.1.9 i de la Taula 3.A.1 de l'Annex 1 es pot construir una nova Taula, la 6.4.2 en la que s'observa que el rendiment a qüestions de condensació ha sigut diferent a les d'evaporació tant al pre-test com als Test-G i L.

El resum de les dades mostrades a la Taula 6.4.2 es presenta a Taula 6.4.3

Taula 6.4.3:

Resum dels rendiments per aspectes i per Test amb dades tretes de la Taula 6.4.2:

	Eqs.V->L	Eqs.L->V	En conj	Diferències
Promig total	51,41 ₁₂	30,72 ₁₈	38,76 ₃₀	20,69
Test final	50 ₈	29,47 ₁₅	36,61 ₂₃	20,53
Final OEQ	40,50 ₄	21,29 ₇	28,27 ₁₁	19,21
Final MCQ	59,50 ₅	36,63 ₈	44,25 ₁₂	22,88
Pre test	53,75 ₄	37 ₃	46,57 ₇	16,75
Id id OEQ	36 ₁	27 ₁	31,50 ₂	9
id id MCQ	59,67 ₃	42 ₂	52,60 ₅	17,67
Test G(OEQ)		31 ₁	31 ₁	
Test L	50 ₈	29,36 ₁₄	36,86 ₂₂	20,64
id id MCQ	59,50 ₄	36,63 ₈	44,25 ₁₂	22,88
Id id OEQ	40,50 ₄	19,67 ₆	28 ₁₀	20,83

promig de les totes les diferències anteriors: 19,11

Nota: En forma de sub-índexs hi consta el nombre de qüestions de cada tipus.

Com es pot comprovar a qualsevol dels nostres Tests els aspectes L->V son encertats pels alumnes en un 20% menys, que els dels aspectes V->L. També hi ha singularitats com a les parelles de preguntes L3(31%) i L5(61%) on variava el context, i entre L5 i L6(52%) on les diferències es donen en sentit contrari que en general, i entre L14(33%) i L17(10%) que tracten el mateix tema i aspecte però en contextos diferents.

F) Les frases donades en resposta a les qüestions obertes o OEQ s'han classificat en categories i s'han agrupat en petits conjunts i se'n ha comprovat la seva coherència (seccions "6.2.2.1", i "6.3.2.1")

G) Els perfils respectius també han resultat extraordinàriament coherents ateses les seves associacions amb les categories de les frases donades com a resposta a cada qüestió (Seccions 6.2.2 i 6.2.3, i 6.3.4 i 6.3.7), i amb el rendiment global al Test final (Taula 6.3.9).

Quan s'els compara amb la puntuació global obtinguda al test final (Taula 6.3.10) tot i que tant el perfil avançat (AP), el coherent (BP) com el singular (SG) hi presenten associacions significatives, aquestes passen de ser elevada i positiva pel perfil AP, a menys elevada pel BP i altre cop a altament significativa, però negativa pel perfil SG.

Quan s'els compara amb el rendiment a les qüestions MCQ(Taula 6.3.30), l'associació és significativa respecte al conjunt dels tres perfils AP,BP i SG , però quan els estudiem perfil a perfil resulta que per al avançat (AP) hi ha significació, però aquesta va baixant i desapareix per al perfil coherent(BP) i el singular(SG).

També resulten d'un gran interès les dades de la Taula 2 de l'Annex 6J

Aquí primerament apareix significació per a l'associació entre la distribució en perfils globals i cadascuna de les conegudes³ variables socio- culturals 'CAT' , 'CLT' i 'AFICIONS' ,però en canvi quan per a cada perfil per separat estudiem la seva associació amb el rendiment global al Test final resulta que pel perfil avançat(AP) no hi ha associació amb cap d'aquestes tres variables 'socials', que pel perfil coherent(BP) hi ha associació significativa amb la variable 'CAT' i que pel perfil singular(SG) n'hi ha amb la variable 'CLT'.

També hem pres nota del fet curiós que hem trobat a la Taula 3 (Annex 6J) de que no hi ha associacions significatives entre el tipus de centre i la distribució en els tipus de perfil(AP,BP i SG) però que cap dels alumnes del pitjor perfil (G) no pertanyen a l'escola privada.

Tots aquests fets seràn crucials a l'hora d'establir la confirmació a la hipotesi tercera.

6.4.2 Llista de frases peculiars

La llista sencera de frases peculiars recollides al test final es mostra als Annexos 6H,6I i 6N. A continuació,però, mostrem una petita selecció de les que hem recollit durant tota aquesta recerca.

- "Les molècules es dilaten."

- "Les molècules agafen l'olor, es mouen i necessiten un cert temps per que totes les de l'habitació hagin agafat l'olor, (que se'n hagin impregnat del de les seves molècules veïnes)"

- "Els gasos no tenen cos"

- "Les partícules es troben molt separades".

- Els líquids volàtils s'evaporen "perque no resisteixen els raigs solars".

- Si ens posem alcohol o colònia a la mà... ens provoquen "sensació de calor perque l'alcohol té més graus" ,(i fins i tot en algun cas explícitament diuen:"perque l'alcohol te 96°"),

³per descrites al paràgraf B)

l'aigua que mulla una tenda de campanya amb la rosada de la matinada "ve de les plantes, o del sòl (del terra)", com a definició de gas algun diu: "el gas potser orgànic (gas natural), o artificial", per d'altres un gas segueix tenint que veure amb la combustió, l'associen amb "un combustible volàtil (quelcom que crema amb l'oxigen o que té alguna cosa a veure amb la inflamabilitat) o amb una font d'energia".

CAPÍTOL Núm. 7
CONCLUSIONS

7 Capítol 7:Conclusions.

7.1 Resum de les conclusions obtingudes al Test-Final

Presentació

L'exposició de resultats i conclusions es farà amb el següent ordre:

- 1)Conclusions particulars d'aquesta recerca
- 2)Mostra de les frases més singulars que s'han detectat .
- 3)Consideracions sobre la visió microscòpica de la matèria
- 4)Persistència dels pre-conceptes

Més detalls ó extensió d'algunes de les conclusions es mostren als apartats de conclusions de les SEc. 6.2(sobre el Test-G), 6.3(sobre el Test-L) i 6.4(Sobre el test-final en general)

7.1.1 Conclusions generals de la recerca

Després de distribuir entre alumnes de 2n curs de BUP , uns qüestionaris sobre els seus coneixements relatius als canvis d'estat d'agregació de la matèria les conclusions que obtenim¹, basades en dades citades al text o als annexos finals, són les següents:

1)Es verifica la Hipòtesi de treball Núm.1: "Les seves respostes obertes es poden classificar en categories que resulten coherents amb els resultats obtinguts a les qüestions d'elecció múltiple. A més presenten coherència interna acceptable". Tal com s'ha pogut observar a les seccions 6.2.2.1 i 6.3.2.1 ,segons les dades dels annexos 6B (Taules I a VIII) i 6J (Taula Núm.1). Les principals categories assignades a les frases són:

- A)Correctes ,de tipus vàlid ,científiques i enteses correctament.
- B)Gairebé correctes llevat que són imprecises o que s'han entés malament.
- F)Inadequades que comprenen les dels tipus C) i D) que es nombren a continuació:

¹ La dinàmica de la pròpia recerca ens ha permès generar conclusions addicionals relacionades amb algunes de les hipòtesis principals. Aquestes conclusions es nombren immediatament a continuació de les conclusions que verifiquen o refuten alguna hipòtesi principal, i hi afegim 'BIS' o 'TER' a la seva numeració.

C) Científiques inadequades (intents fallits d'explicacions científiques).

D) Respostes en llenguatge quotidià.

E) Sense utilitat o en blanc.

2) Es verifica la Hipòtesi de treball Núm.2): "Com a conseqüència de la primera, també es poden elaborar diversos perfils o tipologies d'alumne en funció precisament de les seves respostes a les qüestions obertes". Efectivament, com a conseqüència, també s'han pogut elaborar diversos perfils d'alumne en funció de les seves respostes obertes al Test-G (Perfiles L), o al Test-G (Perfil G) o al conjunt dels 2(Global). Són els següents :

AP) Alumnes avançats o científics

BP) Alumnes coherents, encara que escasament científics

SG) Alumnes singulars, categoria que compren la dels Pseudo-científics o PP); i la dels quotidians EP).

G) Grup sense utilitat per la seva manca de respostes utilitzables

Aquests perfils presenten associacions significatives amb :

- les categories assignades a les seves respostes (Taules 6.2.2, 6.2.3, 6.3.4 i 6.3.7

- el rendiment obtingut o puntuació global del Test-Final (Tests G i L) considerant les MCQ i OEQ en conjunt (Taula 6.3.9)

La coherència d'aquests perfils s'ha mostrat suficientment a les seccions 6.2.2 i 6.3.2.

3) Es verifica parcialment la Hipòtesi de treball Núm.3): "El seu rendiment depen entre d'altres factors, de les variables geogràfiques, econòmiques, socials i culturals que enmarquen la vida dels alumnes". Efectivament hi ha uns factors amb els quals es demostra (Taula 6.1.27 de l'Annex 6A) que el rendiment no hi presenta associació, i uns altres amb els que sí que hi presenta associació significativa. Els no significatius són:

A) Llocs on viuen (àrees rurals, urbanes², o metropolitanes), malgrat que es detecta una tendència³ a rendiments més alts en

²no metropolitanes

³no significativa

passar de les zones metropolitanes, a les urbanes menors i cap a les rurals)

B) Si repeteixen curs.

C) Si viuen en un entorn natural, o si al menys hi passa el seu temps de lleure en vacances o caps de setmana.

D) Si realitzen setmanalment activitats físiques com ara caminar per la muntanya o el camp o bé practicar algun esport

E) Si ajuden o saben cuinar.

F) Si es defensen en alguna/es llengua/es estrangera/es. Malgrat que els rendiments mostren una tendència³ a l'alça a mesura que anem passant de cap, a 1, 2, i més de 2 llengües estrangeres ; que fins i tot es fa significativa amb les dades de la mostra final reduïda.

Mentre que els significatius per a obtenir rendiments alts són:

A) Si tenen aficions lligades a la Natura.

B) Si tenen accés a biblioteques i a d'altres bens de naturalesa cultural.

C) Si responen usualment tots els seus examens en català.

D) Pertànyer a un o altre sexe.

E) Si el centre al que van és privat o és públic, com també el centre concret al que assisteixen.

Com també, algunes combinacions de factors ja esmentats:

G) Que vagin a un centre privat i a la vegada (o be tinguin accés a bens culturals o be responguin usualment en català) que resulta molt decisiu, i

H) Que visquin en àrees no metropolitanes i a la vegada tinguin aficions lligades a la Natura. Per aquesta combinació de factors s'observa una clara tendència a millors rendiments en passar successivament des de zones metropolitanes i sense aficions lligades a la Natura, a zones no metropolitanes i sense aficions lligades a la Natura, a zones metropolitanes , amb aficions lligades a la Natura, i a zones no metropolitanes, amb aficions lligades a la Natura.

3Bis) Adicionalment hem constatat que la comprensió d'alguns fenòmens concrets, com ara la formació de les boires, depèn de la ubicació geogràfica (Capítol 6.3), com p.ex. el que s'ha considerat a la qüestió Núm.13 del Test-L, que tractava sobre la formació de la boira i que es resumeix a la Taula 4J de l'Annex

6J. Resulta que a la ciutat de Vic (boirosa i humida) és on s'han obtingut els millors rendiments⁴ i a Reus (molt més seca i ventosa) els pitjors en aquesta qüestió. Per escoles, també ha estat una escola de Vic, la que millors promitjos⁴ ha obtingut en aquesta qüestió. Tanmateix es torna a obtenir una associació significativa a la qüestió oberta Núm.11 del Test-L, que també tractava sobre equilibris líquid-vapor, (malgrat que aquests millors resultats de Vic, no són pas la tònica general de tota la prova).

4)Es verifica la Hipòtesi de treball Núm.4): "La manera de presentar les qüestions (com a preguntes obertes o com a qüestions d'elecció múltiple), així com els següents factors de disseny tenen influències significatives sobre el rendiment demostrat pels alumnes:

- CONTEXT (Científic i quotidià)
- CONCEPTES (Equilibris Líquid-Vapor i Propietats dels gasos)
- INTENCIONALITAT (-Producció o Selecció d'Explicacions
-Producció o Selecció de Prediccions,
-Generació d'Hipòtesis o d'explicacions)".

Efectivament el rendiment resulta dependre dels factors de disseny del qüestionari i de la manera de formular les qüestions. En analitzar globalment el rendiment a totes les qüestions del Test-Final (Taula 6.1.30 de l'Annex 6A) s'observa que aquest depen de,(o bé diguem millor: mostra associacions amb) els factors de disseny:Context, Concepte o Macro-Tema de les qüestions, la Intencionalitat i el tipus(OEQ o MCQ) de cada Qüestió.

Així a les qüestions que es presenten en contextos científics els alumnes hi obtenen millors rendiments-promig que a les presentades en contextos quotidians.

I també les qüestions en que es demanen seleccions de prediccions i explicacions els alumnes hi obtenen,per aquest ordre, millors rendiments-promig que a les que es demana una generació d'hipòtesis.

No es pot, però, deduir si la manera de formular la qüestió(com a qüestió d'elecció múltiple o com a qüestió oberta), és determinant a l'hora d'obtenir mejor o menor rendiment, atès que la majoria de qüestions obertes són precisament de les que demanen una generació d'hipòtesis. És, tanmateix,un fet (Taula 6.4.1), que a les 12 qüestions obertes del test-final s'ha obtingut un rendiment del 30% per un 55% a les 26 qüestions d'elecció múltiple, valor clarament diferent, tal com es preveia a l'hipòtesi quarta.

⁴amb diferències clarament significatives

4 Bis) La influència dels sub-temes resulta crucial.

A més de comprovar la influència dels factors de disseny: context, temes, etc.; també s'obtenen resultats marcadament diferents en les respostes a qüestions reversibles (p.ex. en l'equilibri líquid-vapor, qüestions que es refereixin a l'evaporació o a la condensació, (Taula 6.4.2).

4 Ter) L'aplicació de la tècnica LOGIT no ens mostra únicament que existeixen associacions, sinó que també prediu uns valors 'experimentals' dels resultats, en funció de les variables considerades com a independents (Secc. 3.2.2 i 6.1.3).

5) Es verifica la Hipòtesi de treball Núm.5): "El rendiment dels estudiants presenta associacions globals amb els 'Perfils' o tipologies i amb l'entorn socio-cultural en que viuen aquells". Efectivament el rendiment dels estudiants en el Test-Final (segons dades de la Taula 2 de l'Annex 6J) presenta associacions globals amb els 'Perfils' que s'han definit, i amb l'entorn socio-cultural en que viuen.

6) Es verifica la Hipòtesi de treball Núm.6): "Els únics alumnes d'algun perfil que donen uns rendiments que no depenen dels factors socio-culturals més influents són els del perfil dels avançats".

És a dir, pels alumnes del perfil més avançat la influència del seu 'entorn' no és tan determinant com per als dels altres perfils. Tal com es mostra a la Taula 2J, Annex 6J.

Ho considerem un resultat complementari molt interessant. Tot i que no era un objectiu fonamental d'aquesta tesi, ens satisfà molt haver-lo treballat.

Aixó vol dir que els alumnes dels perfils elevats no depenen tant de les circumstàncies ambientals com els altres i que per tant que en aquests casos no s'hauria d'aprendre menys Química (per extensió d'aquesta hipòtesi) pel fet de viure a un barri o a un altre.

Aquest és un cas dels que confirmen la bondat de contrastar aquelles petites hipòtesis gratuïtes que formulem els educadors i que anomenem implícites o 'evidents' i que des del punt de vista del docent és utilíssim formular-les i poder comprovar-les o refutar-les.

Ara el que resultaria interessantíssim des del punt de vista socio-cultural, fóra abordar aquest problema amb més detall amb les eines i la metodologia dels sociòlegs, però això ja surt fora de l'àmbit de la nostra recerca

7) Es verifica la Hipòtesi Secundària: "D'una manera general el grau de certesa amb que els alumnes responen qüestions referents als canvis d'estat es independent de la bondad de la resposta".

Efectivament la certesa amb la que manifesten respondre a cada pregunta tant del Test-G com del L, és independent de la bondad de la resposta. Tot i que aquesta afirmació és limitada, pel que ja s'ha comentat i matisat a la secció 6.1.2, ens basem en els resultats de les Taules Núm.6.1.2, Núm.1 de l'Annex 6C i la 6.1.30 de l'Annex 6A. Presenten aspectes interessants lligats amb la psicologia de l'adolescent i amb la persistència dels preconceptes que ja s'han comentat en el text.

8) Abans de presentar la llista de frases peculiars que es mostra a la propera Secció 7.1.2, cal destacar el problema de la polisèmia que és una font important d'aquestes frases que anem a presentar. N'és un exemple antològic la confusió entre graus termomètrics (concretament °C) i graus alcohòlics. Amb aquests fets es fa patent la necessitat de fixar prèviament els conceptes, i no donar mai per suposat que els conceptes que anem a utilitzar ja són prou coneguts pel fet d'utilitzar un llenguatge i un vocabulari aparentment molt senzills.

7.1.2 Tipus d'idees alternatives a destacar

En total s'han recollit unes tres-centes respostes peculiars a les qüestions obertes dels nostres qüestionaris. Com a meres descripcions es presenten als annexos 6H, 6I i 6N. És un dels objectius de la recerca, i s'ha assolit abastament. A continuació es mostren, com a exemple, únicament unes poques frases peculiars que els alumnes donen com a resposta a algunes qüestions dels tests que s'han distribuït en aquesta recerca.

Hi trobem frases amb antroporfismes, d'altres que denoten els efectes de la polisèmia de mots com ara "graus". En general s'han obtingut interpretacions molt simples, com si les respostes no corresponguessin a teories que segur que han sentit i que en un altre context coneixen perfectament.

La curta mostra de frases, triada gairebé a l'atzar, és aquesta:

"L'acetona s'ha evaporat perquè no ha aguantat (no ha resistit) els raigs solars".

"Les molècules de l'olor s'adapten a la nova temperatura" en comptes de parlar del pas a vapor i del conceptes de difusió o distribució.

"Els gasos no són visibles atès que té les seves molècules molt separades", o simplement dient que "es troba 'per tot arreu'".

7.1.3 Conclusions respecte a la metodologia.

Les pretensions de qualsevol investigació són les de narrar (qualitativament) els aspectes que s'han confirmat quantitativament, i d'altra banda quantificar les informacions qualitatives de que es disposa, ates que d'altra manera es podrien confondre amb informacions o descripcions qualitatives irrelevants, excepte en metodologies en que el que es preten es precisament aquest estudi qualitatiu en profunditat.

Aquesta harmonització¹, es articulable en recerques en que com a la nostra s'hi incorporen tècniques de recerca naturalistes (qüestionaris amb qüestions obertes², entrevistes², etc.) i tècniques quantitatives pròpies tan de l'estadística descriptiva (anàlisi exploratòria de dades) com de l'estadística inferencial i confirmatòria, com ara l'utilització de paràmetres estadístics que resumeixen la informació de tests de qüestions d'elecció múltiple. Aquestes tècniques quantitatives ens faciliten el poder disposar d'un gran nombre de dades, consegüentment amb una alta significació estadística dels resultats, en relativament poc temps esmerçat tan a la distribució com al tractament analític³.

De la doble utilització d'aquestes tècniques en resulta una mena de proces sinèrgic que és molt útil tan al professor que fa recerca amb un interès centrat a la classe, a l'investigador, o a qui avalua amb enquestes una experiència (com ara una reforma d'estudis, etc.)

A la nostra recerca també s'ha de destacar la aportació de tècniques més usades en Sociologia i Econometria, com ara la tècnica LOGIT⁴ amb la que hem tractat els resultats dels nostres qüestionaris, sense precedents detectats a la bibliografia sobre recerques en preconceptes.

¹ Qualitativitzar el quantitatiu, i quantificar el qualitatiu

² tractats amb el màxim rigor científic, utilitzant com ara les tècniques de BLISS, J. et al. (1983)

³ Pensem que al qüestionari final, les qüestions d'elecció múltiple ja estaven analitzades al juliol del 89, menys de dos mesos després de distribuïdes; i en canvi les qüestions obertes, i només agafant una mostra d'una talla de l'ordre del 30% de la del cas anterior, no s'han tingut analitzades fins a març del 1990

⁴ la qual pot ser útil per a recerques posteriors, d'ordre causal.

7.1.4 Aspectes sobre la Teoria corpuscular i la visió microscòpica de la matèria

Gairebé tenim que un de cada tres alumnes utilitza, (encara que molts es limiten a nombrar les paraules "partícula" o "molècula"), algun aspecte de la teoria corpuscular en les seves explicacions a la qüestió del perfum (Núm.2 del Test-G) i a la Núm.3 on una part majoritària de les definicions (80) en citen un aspecte o altre.

A les Núm.8 i 16 un cert coneixement sobre la T. Corpuscular era també essencial per poder donar la resposta correcta.

A jutjar pels resultats obtinguts a la Qüestió Núm.8 del Test-G, els alumnes tenen un mínim coneixement sobre la teoria corpuscular.

El que també s'ha evidenciat és que el recurs a aquesta teoria per explicar els fets varia enormement d'una qüestió (p.ex Núm.8) a una altra (p.ex. Núm.16), i fins i tot tractant sobre un mateix macro-tema (gasos), amb el mateix tipus de context (científic), i amb una mateixa intencionalitat (seleccionar una explicació). És a dir, tornem a trobar un fort aspecte idiosincràtic en la manera de estructurar els conceptes per part dels alumnes, que no es pas paral·lel a la manera com els structuren els professors.

Com indicarem a les recomanacions (Capítol Núm.8), quan presentem als alumnes teories com la corpuscular convindrà que es mostri la seva aplicabilitat en el màxim nombre de situacions, exemples, diferents contextos, etc.

7.1.5 Persistència de les idees alternatives

De la manera que hem fet la nostra recerca gairebé no s'ha previst la refutació o la comprovació de la persistència de preconceptes que trobem sovint a la bibliografia .P.ex. al treball de Giordan, A., (1987).

En qualsevol cas, amb els pocs alumnes d'universitat que s'ha distribuït alguna qüestió del Test-G s'ha trobat una gran similitud de respostes amb les donades pels alumnes de segon de BUP: Tenien en comú amb els de BUP que no utilitzaven els seus coneixements adquirits durant la seva carrera.

Un cop més s'observa un divorci entre el coneixement científic que tenen els alumnes i les aplicacions, i més encara si es tracta de fets quotidians on la persistència dels preconceptes més estesos dificulta la comprensió dels conceptes científics fins i tot als estudiants que aviat obtindran la seva llicenciatura. Fins i tot ells, sofreixen un desajust entre el que saben i el que creuen o interpreten.

Curiosament també observem que els alumnes de tercer de Químiques que contesten a la qüestió Núm. 10 del Test-G, només solen donar explicacions en termes de 'temperatures diferents' i amb la mateixa vaguetat que els de BUP. No utilitzen els recursos que segur que han adquirit en els anys de carrera que porten, com ara l'entalpia específica, o els coeficients de transferència de massa i d'energia. Sembla com si els errors conceptuals o els conceptes fragmentaris i en general tot el que cap en el mot 'preconceptes' sobrevisqui (com diuen Viennot, (1977) i Driver, (1973)) a l'ensenyament que els contradia.

7.2 Suggestiments per a recerques posteriors:

Els suggeriments abarquen A) aspectes de la recerca en sí, pels que no hi ha hagut temps material d'investigar-los; B) aspectes lingüístics, C) socials, D) relatius a la Història de la Ciència, comparant les respostes dels alumnes amb els conceptes considerats correctes en d'altres èpoques; E) metodològics, etc. A continuació se'n presenta un petit conjunt de possibilitats:

-Les troballes ocasionals dels punts anteriors suggereixen l'enorme interès d'una recerca més sociològica sobre la influència tant en el rendiment i perfil com en l'aprenentatge i en la formació de conceptes que tenen les variables socials esmentades, especialment en el que fa referència a l'entorn dels alumnes.

-Tractar d'arribar a conclusions interpretatives respecte a les descripcions que ara coneixem. Com p.ex les diferències d'exigència conceptual que mostren els nostres alumnes en front de fenòmens reversibles, com ara l'evaporació i la condensació.

-Les influències del llenguatge dels mestres d'EGB,
-Comptar amb l'assessorament lingüístic adient, en aquests tipus de recerca, atesa la importància crucial que psicòlegs, filòsofs de la Ciència, i simples professors de ciències donem als aspectes de llenguatge en la formació de conceptes.

-Es podrien repetir els càlculs de rendiment i amb ells els de coherència, significació, etc. a base d'assignar doble valor als encerts a les qüestions obertes, donat el seu demostrat major grau de dificultat

-Es suggereix d'estudiar l'evolució temporal d'alumnes des que comencen els seus estudis secundaris en Física i Química, de manera que es pugui monitoritzar la seva adscripció a perfils o tipologies com les definides en aquesta tesi. Una hipòtesi a comprovar és la no variació de perfil o tipologia assignada per als qui inicialment es col·loquen als extrems, i que en canvi hi haurà un desplaçament en vers els models superiors per part dels situats a nivells inter-mitjos.

- Investigar les correlacions entre els resultats d'aquesta recerca i el rendiment acadèmic en diverses matèries, inclosa la Física i Química.
- També interessa al docent la recerca pendent de seguir l'evolució dels alumnes en funció del temps, en quant a l'abast de les etiquetes assignades al adscriure als alumnes a determinats perfils, p.ex.
- Aspectes que incideixen en els dissenys curriculars.
- Els canvis d'estat en la Història de la Ciència i comprovació de possibles paral·lelismes amb les idees dels estudiants.
- El biaix que s'ha produït en utilitzar la mostra final reduïda, que no es considera perjudicial per aquesta recerca tal com s'explica al punt 3 (en parlar de selecció d'aquesta mostra reduïda), en canvi pot fàcilment ser responsable d'algunes de les manques d'associació que ja hem esmentat.
- També suggerim realitzar una investigació com la d'aquesta tesi, però realitzant un estudi longitudinal. És a dir, a d'altres nivells: amb nens de primària, i amb cursos superiors fins i tot d'universitat. No descartant el fer un estudi al llarg del temps amb un mateix grup o mostra des de primària fins a la universitat, a l'estil de les metodologies més naturalistes.
- En uns temps en que comencen a sovintejar recerques sobre idees dels alumnes a les nostres universitats, si les recollides de dades es fessin a uns mateixos alumnes, es podria disposar d'una informació molt més comparable, amb molta més riquesa descriptiva i més potència estadística.
- Ampliar el rang d'aquestes recerques, dissenyant noves i majors experimentacions i definint noves sub-variables ara amagades sota la vaguetat del que en diem interaccions de factors.
- Es suggereix, també, d'estudiar l'evolució temporal d'alumnes des que comencen els seus estudis secundaris en Física i Química, de manera que es pugui monitoritzar la seva adscripció a perfils o tipologies com les definides en aquesta tesi. Una hipòtesi a comprovar és la no variació de perfil o tipologia assignada per als qui inicialment es col·loquen als extrems, i que en canvi hi haurà un desplaçament en vers els models superiors per part dels situats a nivells intermedis.

CAPÍTOL Núm. 8
IMPLICACIONS DIDÀCTIQUES

8.- Recull de Recomanacions. Utilitat d'aquesta recerca

En aquest capítol s'inclou bàsicament un resum de les aplicacions que pot tenir aquesta recerca, tant les relatives a les conclusions d'aquest treball, com també les que se'n deriven de la digestió de d'altres recerques trobades a la bibliografia, i que incideixen sobre algun aspecte del nostre treball.

Com ja hem fet en el Capítol Núm.7, en parlar dels suggeriments per a recerques posteriors, aquestes aplicacions, recomanacions,etc. les agruparem segons els aspectes a que es refereixin:

Lingüístics,
Socials
Geogràfics,
Psicològics,
Metodològics,etc.

-Convindria treballar el llenguatge que cal utilitzar a les classes de ciències a les escoles d'EGB, com a font (paral.lela al vocabulari quotidià) de generació de possibles preconceptes, d'idees alternatives, etc. Es tracta en definitiva, d'ajudar els nens a diferenciar entre llenguatge científic i llenguatge quotidià.

-Una altra implicació o tasca adicional pels professors és la referida a la llengua. Jo soc dels que suscriuria totalment la afirmació de Herron,J.D., (1976) que un professor de qualsevol disciplina, primer que res ho es de la llengua. Una de les fonts de creació de conceptes alternatius, d'errors conceptuals, i de preconceptes, es el llenguatge. Tan el vocabulari, com la sintaxi i la llegibilitat resulten crucials.

-Vista la desigualtat de resultats entre un i altre sexes, s'imposa donar un senyal d'alarma i proposar mesures de remei, en comptes de pre-suposar que als anys 90 estem en una societat amb igualtat d'oportunitats per a nois que i noies.

-Unes reflexions adicionales s'imposaran cada dia més als professors de Química (i als de ciències en general)en el marc dels nous ensenyaments secundaris¹. Inclouen les interrogacions següents: Ens cal preparar unes classes diferents per al més del 80% d'alumnes que no seguiran una carrera amb nous ensenyaments de Química?. Com deixem al 20 % restant? . Interrogacions que ja es feia a Austràlia Fensham,P.J.,(1984).

¹ A part de les merament vivencials i relacionades amb l'escassa (per ara) valoració social d'aquesta tasca.

-Creiem oportú obtenir informació dels alumnes sobre el seu entorn socio-cultural, atès que s'ha demostrat que presenta una clara influència sobre la comprensió i el rendiment, per a poder realitzar un diagnòstic i trobar una actuació de remei als problemes que aquests factors originen.

-Tot i no constituir un objectiu prioritari de la tesi, s'ha comprovat la tendència que mostren els alumnes del perfil avançat, a la manca d'associació amb cap de les tres variables "socials" més significatives: tenir aficions lligades a la natura, usar el català habitualment i tenir fàcil accés a bens culturals. Entenem que d'això se'n despren que els alumnes d'aquest perfil no han de tenir més dificultats en l'aprenentatge de la Química que d'altres alumnes amb millor decorat educatiu i cultural. Un decorat que, en canvi, (pel que indiquen les dades) els deu haver ajudat a assolir els millors rendiments i els millors "perfils".

-No podem restar insensibles al fet de que tots els alumnes del pitjor perfil pertanyin a Instituts públics de Batxillerat. Tot i que una vegada més hem de dir que el nostre no és un treball d'enquesta sociològica, aquesta tendència se'ns presenta prou clarament per a demostrar que hi ha alguns conceptes erronis en els criteris d'admissió² d'alumnes als Instituts³. Tenen que ser uns centres d'ensenyament per a tot-hom , i en canvi dades com aquestes fan sospitar que (al menys als Instituts dels barris de les zones metropolitanes) s'han anat convertint en Centres d'aparcament d'adolescents".

-Per a alguns temes tampoc es pot oblidar la Geografia de la zona on s'ubiquen els centres (llocs secs, humits, ventosos, etc.), com s'ha vist amb la importància crucial que ha tingut sobre l'encert de les qüestions relatives a la boira el fet de viure i estudiar a Vic respecte a qualsevol altre ciutat menys humida i boirosa, en les que també s'ha distribuït el test final.

-Atesa la manca d'associació global entre encerts de les respostes i la confiança que els alumnes indiquen amb que responen, caldrà malfiar-se també de les seves exterioritzacions de comprensió aparent, que tan sovint veiem a les aules.

²Actualment no existeix cap mena de prova, ni de diagnòstic d'entrada que permeti, si més no, organitzar alguna mena de curs d'adaptació pels alumnes més desmotivats o/i menys preparats, que sovint suposen un lastre pels restants alumnes mateixos.

³ i que no sembla que es pretenguin, sinó el contrari, amb l'aplicació de la Reforma que ens portarà la LOGSE.

-Atés que les respostes dels alumnes a qüestions sobre fets reversibles com l'evaporació o la condensació, o bé les propietats dels líquids i les dels gasos donen resultats molt clarament diferenciats, convé reconsiderar el tractament d'aquests temes a l'aula. El problema que comentem, ja havia estat estudiat per Piaget, quan tractava sobre el pensament reversible, i esdevindrà crucial si no pretenem deixar buits imperdonables en l'estructuració conjunta dels conceptes científics.

-Vist el resultat de les anàlisis qualitatives del test final, pensem que cada professor podria preparar un test auto-avaluatiu pels alumnes per que puguin saber a quina Tipologia pertanyen per a poder modificar les conseqüències negatives que se'n desprenen de cadascuna. Es una tasca que inclou deixar una sèrie d'indicacions als alumnes, recomanant-li passes a donar per a canviar de tipologia a la vegada que se li diu les limitacions que pot tenir si no s'esforça per millorar de perfil.

-Els resultats de les tipologies avalen la idea de múltiples perfils d'alumnes. El professor haurà de tenir en compte que cal seguir un camí específic per a cada tipologia. Si la tenia, haurà d'abandonar la idea de que a la classe hi té alumnes bons i alumnes dolents i prou. Abans de rebre els alumnes, al començament de cada curs, es pot preveure que hi ha alumnes de diferents tipus i que possiblement... seguiran existint! L'estratègia per una classe entesa d'aquesta manera entenem que podria ser la de facilitar els canvis de perfil següents:

NO COHERENT	---	>	COHERENT
COHERENT	---	>	AVANÇAT
PSEUDO-CIENTIFIC	---	>	CIENTIFIC - AVANÇAT
QUOTIDIA	---	>	COHERENT ---> AVANÇAT
SINGULAR	---	>	COHERENT ---> AVANÇAT
NO VALID	---	>	VALID o COHERENT
IRRELLEVANT	---	>	COHERENT ---> AVANÇAT

-Pels buits detectats en temes propers, conceptualment, als canvis d'estat, també cal dir que hauriem d'incidir més en aspectes crucials per a la comprensió global dels canvis d'estat com ara la conservació de la matèria o la teoria corpuscular, (amb més exemples, analogies, i casos pràctics). La connexió entre els diferents conceptes relacionats amb els canvis d'estat es palesa per l'existència, a la ment dels alumnes, d'idees semblants a la frase "els gasos no tenen massa". Igualment els rudiments d'aplicacions de la teoria corpuscular no sol anar més enllà de nombrar l'existència de molècules, etc. Cal planificar a fons aquest tema, estudiant tots els possibles lligams amb l'estudi dels conceptes implicats més propers.

-També recomanem que s'introdueixi, al menys des del batxillerat, la classificació "ordenat" vs. "desordenat" pels estats d'agregació, compatible a la vegada amb l'esquema tradicional de "sòlids", "líquids" i "gasos" (a la nomenclatura dels quals convindria incloure-hi la dels vapors).

-Amb alguns grups d'alumnes més avançats, es suggereix treballar amb l'esquema No.1.4 a base d'un mínim de 10 estats d'agregació, atés que permeten una millor comprensió dels estats típics dels flams, les maioneses, els gels de bany, les pantalles de cristall líquid dels rellotges digitals, els ordinadors portàtils, les TV de "butxaça", etc.

-Vistes les explicacions tan deficitàries de contingut científic que trobem a les qüestions obertes on es parla ben poc de transferències d'energia, pensem que s'hauria d'introduir aquest concepte lligant-lo també als canvis d'estat.

-També es fa necessari introduir el concepte de substància pura, si volem seguir posant exemples de canvi d'estat a temperatura constant, com fan la majoria de llibres de text.

-Cal ampliar les recerques sobre la formació de conceptes al voltant dels canvis d'estat, com també sobre d'altres continguts temàtics, realitzant-les preferiblement des de diferents perspectives. Així arribaríem a disposar d'unes eines per al disseny curricular, més a mida dels potencials d'aprenentatge dels alumnes.

-Al llarg del text, creiem que ja hem subratllat prou el "divorci" existent entre la ciència de la classe, i la vida diària; però no ens cansaríem de recomanar a qui hagi de fer de professor de Química en un Institut la conveniència de vigilar aquests aspectes tan a l'hora de fer les classes com a les avaluacions. Sovint alumnes amb bones qualificacions, es queden "paralitzats" al davant de problemes quotidians tan senzills com l'evaporació de l'aigua del mar, a temperatures relativament baixes i força allunyades del punt d'ebullició.

-Donades les dificultats d'interpretació que comporten els exemples "reals", convé que el professor en presenti en múltiples contextos i situacions, per salvar el forat existent entre la ciència de la classe (la necessària per a aprovar) i la que convé tenir per a interpretar el món en funció d'aquesta ciència.

-Un cop palesada l'escassa transferència d'habilitats i coneixements d'uns contextos a uns altres es fa necessari ampliar els contextos en el que tractar els diferents temes. Com diu Song, J. (1990) a la seva tesi, "el que s'apren en un context donat, es recorda millor en aquell entorn".

-En analitzar les respostes a una qüestió de les proves a petita escala prèvies a la distribució del pre-test ja vem trobar un fet curiós: Alguns dels qui donaven la resposta correcta ho feien amb arguments erronis, i alguns dels qui triaven distractors erronis utilitzaven arguments absolutament coherents. Ja teniem una implicació didàctica important: La dicotomia "cert-fals" algunes vegades amaga arguments que son tan o més importants que la pròpia resposta.

-Una implicació pràctica, però que és a la vegada un suggeriment per a recerques posteriors, és el fet que els investigadors que pretenguin investigar algunes de les interaccions que hem enunciat a les conclusions requeririen realitzar un range d'estudis molt més ampli que el restringit als canvis d'estat, i delimitar noves sub-variables actualment enmascarades sota la vaguetat que en diem interacció.

-A la matriu No.1 així com a la Taula 3.1.3 havíem detallat els conceptes sobre els que tractaven les qüestions del pre-test. Aquesta mena de matriu resulta molt útil per a estudiar si hem dissenyat prou vàlidament una prova. Si el tema de que ha de tractar te una sèrie de sub-apartats, és clar que la prova sobre aquell tema també els ha d'incloure. Tot i que no hi ha una equació que ens permeti avaluar el grau de validesa dels dissenys, el sol fet de realitzar un disseny acurat i complet augmenta considerablement la validesa de les proves.

-Pel que fa a l'aspecte metodològic de la recerca propiament dita, els criteris i tècniques utilitzats resulten recomanables, atesa la coherència i la riquesa dels resultats obtinguts.

-Els models LOGIT de les Secc. 3.1.5 i 6.1.3 amb que s'han fet ajustos de les dades respecte a variables de disseny i/o variables socio-culturals (segons el LOGIT que es tracta) no ens mostren únicament que existeixen aquestes associacions o dependències de que parlàvem al paràgraf anterior sinó que també prediuen uns valors "experimentals" en funció d'aquestes variables independents.

CAPÍTOL Núm. 9

SÍMBOLS I ABREUJAMENTS

9.- Significat d'alguns abreuaments, codis i símbols que s'utilitzen repetidament en aquesta recerca.

O.E.Q.= Qüestions obertes

M.C.Q.= Qüestions d'elecció múltiple.

Q1 [...] Q18 = Abreuament utilitzat quan ens referim a les qüestions Núm.1 a Núm.18. En el cas que es tracti de qüestions d'elecció múltiple les codifiquem amb un '1' o un '0' segons que s'hagi triat la resposta correcta o no.

G1 [...] G18 = Abreuament amb el que ens referim a les qüestions obertes del Test-G, (les MCQ les solem abreujar per K1 [...] K18).

L1 [...] L18 = Abreuament amb el que ens referim a les qüestions obertes del Test-L.

P1 [...] P14 = Abreuament utilitzat quan ens referim als nivells de certesa (confiança) amb que s'han donat les respostes a les qüestions M.C.Q., al pre-test. Les codifiquem amb un '1' per a confiances altes i molt altes i amb un '0' en els altres casos.

P= Certesa global en les M.C.Q. del pre-test. Usualment la codifiquem amb un '1' si, almenys, tenim set respostes donades amb una certesa alta o molt alta, i amb un '0' en cas contrari.

PBS= Point biserial correlation (Nom com s'anomena un estadístic que mesura co-relacions).

Safe= Seguretat amb que es responen les qüestions del test final, les codifiquem amb un '1' per a confiances altes i molt altes i amb un '0' en els altres casos.

Score = Rendiment obtingut a les qüestions individuals de cada test.

AP= (Alumnes AVANÇATS)

EP= (Alumnes QUOTIDIANS)

BP= (Alumnes COHERENTS)

SG= (Alumnes SINGULARS)

PP= (Alumnes PSEUDOCIENTÍFICS)

G o E=(Tipologia sense interés)

AFICIONS=HON= Aficions lligades a la natura (1=sí ,0=No)

ENTNT= Entorn Natural (1=sí ,0=No)

ESP= L'alumne practica usualment algun esport (1=sí ,0=no)

KUI= Habilitats a la cuina (1=sí ,0=No)

LLOC=UBI= Zona on es viu (1=Metropolitana, 2=Urbana, 3=Rural)

CEN= Classe d'escola (1=Privada ,0=Pública).

CENTRE= Escola de l'alumne. En el test final s'han codificat:

- 1= IB 'B.BESÒS'
- 2= Escola 'St.MIQUEL', DE VIC
- 3= IB 'SALVADOR VILASECA', DE REUS
- 4= IB 'BERNAT METGE'
- 5= C.E. DE TARRAGONA
- 6= Escola 'SUNION'
- 7= IB 'JAUME CALLÍS', DE VIC.

Al pre-test també hi van participar alumnes de l'IB 'CARLES RIBA' i de l'IB 'BERNAT METGE'. (Quan se'ls nombra en el text o en algunes taules, s'hi expliquen els codis assignats a aquests centres).

CLT= Accés a bens de tipus Cultural(1=sí ,0=No)

CAT= ús habitual del català a examens,etc. (1=sí ,0=No)

CAMP=HUBI=Es defineix al text segons una equació que combina les variables AFICIONS i LLOC.

NIVELL=CECUT=Es defineix al text segons equació que combina les variables CEN,CAT i CLT.

A la figura 9.F.1 es mostren, en forma de taula, els principals abreujaments utilitzats:

Fig 9.F.1. PRINCIPALS ABREUJAMENTS UTILITZATS
CAT=ús HABITUAL DEL Català, als examens,etc.
CLT=Accés a bens de tipus cultural.
AFICIONS=HON="Hobbies" relacionats amb la natura
CENT=Centre (IB o Escola) on l'alumne cursava 2ⁿ de BUP
SEX=Sexe.
PRIV=Escola privada.
NIVELL=CECUT=Variable que es defineix al text segons l'equació booliana $NIVELL=CEN*(CLT+CAT)$
LLOC=UBI=Ubicació del domicili de l'alumne
CAMP=HUBI=Variable que es defineix a l'Annex 6, (Pag 412) segons una equació que inclou les variables 'AFICIONS' i 'LLOC'.
REP=Alumne repetidor
MCQ = Qüestions d'elecció múltiple (tipus test)
TS = Col.lecció sencera
MFR= Mostra final reduïda
C = Context científic
V = Context quotidiana
E = Intencionalitat :Selecció d'explicacions
P = Intencionalitat :Selecció de prediccions
H = Intencionalitat :Generació d'hipòtesis
NDI o NDF = Intencionalitat
TXT = Context
SBJ o SB3 o TEMA = Contingut temàtic
SCO = Rendient (També s'utilitza Q en alguns llistats SPSS^x)

CAPÍTOL Núm. 10

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

10 Bibliografia consultada¹

ABRAHAM, M.R. i RENNER, J.W., (1986), "The sequence of learning cycle activities in High School Chemistry", Journal of Research in Science Teaching, Vol.23, Núm.2 pp 121-143.

AIKENHEAD, G.S., (1989), "Decision-Making theories as tools for interpreting student behavior during a scientific inquiry simulation". Journal of Research in Science Teaching, Vol.26, Núm.3, pp 190-203.

AITKENHEAD A.M. and SLACK J.M.(eds.) (1987) "Issues in cognitive modeling". (An Open University set book), Lawrence Erlbaum Assoc. Ltd., Publishers, Hove.

ALBERT, E. (1979), "Can Ausubel's Theory of Meaningful Learning Become an Alternative to Piagetian Psychology?", Science Education, Vol. 63, Núm.1, pp 135-138.

ALDRICH, J.H. i NELSON, F.D. (1985) "Linear Probability, Logit and Probit models" Sage Publs, Beverly Hills.

ALIBERAS, J. (1987) 'Dificultats actuals de l'ensenyament de les Ciències' Tesi de llicenciatura no publicada, Universitat Autònoma de Barcelona.

ALIBERAS, J. (1989), "Didàctica de les Ciències. Perspectives actuals", Eumo, Vic.

ALVAREZ A. y RIO (del), P. (1987) "Actas de las II Jornadas Internacionales de Psicología y educación." 'Psicología y Educación. Realizaciones y tendencias actuales en la investigación y en la práctica'. MEC y VISOR. Madrid

AMIR, R., FRANKL D.R. & TAMIR P. (1987) 'Justifications of answers to multiple choice items as a means for identifying misconceptions'. A Novak, J.(ed.): 'Proceedings of the 2nd International Seminar Misconceptions in Science and Mathematics'. Cornell University. Ithaca, NY. Vol I pp 15.

ANDERSON, B. (1980), "Some aspects of children's understanding of boiling point" .A Archenhold W., Driver, R., Orton & Woods-Robinson (eds.) 'Cognitive development research in science and mathematics', Univ. of Leeds.

¹ La present llista consta dels treballs consultats en aquests cinc anys, tan si es citen en el text com no. D'altra banda en el text de la memòria apareixen, de tant en tant, cites addicionals a peu de pàgina que usualment corresponen a treballs citats per tercers, però que no han estat consultats.

- ANDERSSON, B. i RENSTRÖM, L. (1981), "Oxidation of steel wool" Elevperspektiv: Elevtänande och Kurskrav i Naturvetenskapling undervisning (EKNA) Rapport Núm.7, Göteborg Institutionen för Praktisk pedagogik. Göteborgs Universitet.
- ANDERSSON, B. (1986), "Pupils' explanations of some aspects of Chemical Reactions", Science Education, Vol.70, Núm.5, pp 549-563.
- ANTAKI, C. (1988), "Analysing everyday explanation. A casebook of Methods". Sage Publications, London.
- BACHELARD, G. (1974), "La formación del espíritu científico. Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo". Siglo XXI, Buenos Aires
- BAILEY, M.H. "Comparing the vapor pressure of two liquids", Chem 13 News, Núm.186, p 4.
- BAR, V. (1989) 'Children's views about Water Cycle' Science Education, Núm.73 (4), p481-500
- BARLEX D. and CARRE C. (1985): 'Visual Communication in Science', Cambridge University Press. London
- BEJAR I. (1983) "Achievement testing". Series: Quantitative Applications in the Social Sciences. Sage Publications Ltd, London
- BELL A., BREKKE G. & SWAN M. (1987) 'Misconceptions, Conflict and discussion in the teaching of graphical interpretation'. A Novak, J. (ed.): 'Proceedings of the 2nd International Seminar Misconceptions in Science and Mathematics'. Cornell University. Ithaca, NY; Vol I pp 46.
- BELL, J. (1987), "Doing your research project". Open University Press, Milton Keynes.
- BENLLOCH M. (1984) Por un aprendizaje constructivista de las ciencias. VISOR, Madrid.
- BENSON G.D. (1987) 'Open-endedness in the Empirical-Analytic mode: One conception of scientific progress'. A Novak, J. (ed.): 'Proceedings of the 2nd International Seminar Misconceptions in Science and Mathematics'. Cornell University. Ithaca, NY; Vol I, pp 59.
- BERRY, W.D i FELDMAN, S. (1985), "Multiple regression in practice". Sage Publications, Beverly Hills.
- BERRY (1985) "Nonrecursive causal models" .Sage Publications , Beverly Hills.
- BLACK, P.J. (1989) "Introduction" In Adey, P.; Bliss, J.; Head, J. & Shayer, M. (eds.): 'Adolescent Development and School Science'. The Falmer Press , London . pp 1-4

BLISS J., MONK & OGBORN, J. (1983), 'Qualitative data Analysis for Educational Research'. Croom Helm, London

BLISS, J. (1989) "A Common-Sense Theory of Motion" .A Adey, P.; Bliss, J.; Head, J. & Shayer, M. (eds.): 'Adolescent Development and School Science'. The Falmer Press, London . pp 266-272.

BOADA, H. (1986), "El desarrollo de la comunicación en el niño", Anthropos, Barcelona.

BOHRNSTEDT G.W. (1969), "A quick method for determining the reliability and validity of multiple-item scales". American Sociological Review, Vol.34, pp 542-548.

BOHRNSTEDT G.W. (1970), "Reliability and validity assessment in attitude measurement", a F. Summer (ed) Attitude Measurement. Chicago. Rand Mc Nally.

BOHRNSTEDT G.W. (1987), "Measurement" a J. Wright & P. Rossi (eds). Handbook of survey research. New York. Academic Press.

BOYLE, R. (1985), "Física, Química y Filosofía Mecánica", Alianza, Madrid.

BOYER, R. i TIBERGHIEU, A. (1989), "Goals in physics and chemistry education as seen by teachers and high school students". International Journal of Science Education, Vol.11, Núm.3 pp 297-308.

BRINBERG, D. and McGRATH, J.E. (1985), "Validity and the Research Process" ' Sage Publs., Beverly Hills.

BROOK, A.; BRIGGS, H.; BELL, B. i DRIVER, R. (1984), "Aspects of secondary students' understanding of heat: Full Report" in Children's Learning in Science Project (CLIS), Centre for Studies in Science and Mathematics Education, The University of Leeds.

BROOK, A.; BRIGGS, H. i BELL, B. (1983), "Secondary students' ideas about particles" in Children's Learning in Science Project (CLIS), Centre for Studies in Science and Mathematics Education, The University of Leeds.

BROUSSEAU, G. (1989), "Fundamentos de didáctica de la Matemática", apunts no publicats, per a uns crèdits de tercer cicle del Dept. de Matemàtiques de la Universidad de Zaragoza.

BROWN W. (1910), "Some experimental results in the correlation of mental abilities". British Journal of Psychology 3:296-322

BROWN, G. H. & CROOKER P. P. (1983), 'Liquid crystals. A colorful state of matter' Chem. & Eng. News, Special report, Jan.31 pp24-37

BRUNER J.S.; SKINNER, B.F. i THORNDIKE, R.L. (1984), 'Aprendizaje escolar y evaluación'. Paidós Educador, B.Aires

BULLOCK, A. , (1975), "Standards of reading. Definition of literacy" a Comitee of Inquiry into Reading and the use of English (ed.): 'A language for life' , HMSO, London.

BULMAN, L. , (1986) , "Teaching language and study skills in secondary science". Heinemann Educational Books, London.

BULMER, M. , (1977), "Sociological Research Methods". Macmillan, London.

BUNGE, M. (1972), "Teoría y realidad", Ariel, Barcelona

BUTTS, B. i SMITH, R. (1987). "What do students perceive as difficult in H.S.C. Chemistry?". The Australian Science Teachers Journal, Vol.32, Núm.4, pp 45-56

BUTTS, D.; CAPIE, W.; FULLER, E.; MAY, D.; OKEY, J. i YEANY, R. (1978), "Priorities for research in science education. A Delphy Study". Journal of Research in Science Teaching, Vol.15, Núm.2, pp 109-114

CAAMAÑO, A. (1987), Jornadas de Ciencias experimentales. Torremolinos. Apuntes del Taller 'Estructura de la materia'.

CALATAYUD, M.L.; CARBONELL, F.; CARRASCOSA, J; FURIO, C.J; GIL PEREZ, D.; GRIMA, J. {Seminari de Física i Química. Servei de Formació Permanent. Universitat de València} (1988) "La construcción de las ciencias físico-químicas" Nau-llibres, València

CARDENAS, F i BAGUNYA, J. (1985), "La calor", Area d'ensenyament de l'Ajuntament de Barcelona.

CARMINES E.G. & ZELLER R. A. (1986), Reliability and Validity Assessment. Sage Publications Ltd, London Series: Quantitative Applications in the Social Sciences

CARRASCOSA, J. i GIL PEREZ, D. (1982), "Los errores conceptuales en la enseñanza de la Física. I: Un estudio de su persistencia" a les Actes de les ' Primeras jornadas de Investigación en Didáctica en Física y Química' ICE-Universitat de València pp 268-276.

CARRASCOSA, J. i GIL PEREZ, D. (1987), "Diferencias en la evolución de preconceptos de Mecánica y de Química". Enseñanza de las Ciencias, Núm.Extra, pp 167-168

CASA ARUTA E. (1988) '200 problemas de estadística' Vicens-Vives, Barcelona

CHIAPPETTA, E. L. i FOOTS, B. K. (1984), "Does your science fair. Do what it should?". The science teacher, november issue, pp 24-26.

CLAXTON , G. (1986) "The alternative conceiver's conceptions" [Book review from Driver R. Guesne E. & Tiberghien A.: 'Children's ideas in Science'] Studies in Science Education, Vol.13 pp 123-130

- CLAXTON, G. (1987), "Vivir y aprender", Alianza-Psicología, Madrid.
- CLAXTON, G. (1989) "Cognition doesn't matter if you're scared, depressed or bored". A Adey, P.; Bliss, J.; Head, J. & Shayer, M. (eds.): 'Adolescent Development and School Science'. The Falmer Press, London. pp 155-161
- CLEMENT, J. (1988), "Observed methods for generating analogies in Scientific Problem Solving". Cognitive Science, Vol.12, pp 563-586
- COHEN, L. i MANION, L. (1989) , "Research Methods in Education", Routledge, London.
- COLL, C. (1986), "Marc curricular per a l'ensenyament obligatori". Generalitat de Catalunya, Departament d'Ensenyament, Barcelona.
- COLL, C. (1988a), "Conocimiento psicológico y práctica educativa" Barcanova, Barcelona
- COLL, C. (1988b), "Significado y sentido en el aprendizaje escolar. Reflexiones en torno al concepto de aprendizaje significativo". Infancia y aprendizaje Vol 41. pp 131-142
- COLL, C. (1990), "Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento", Paidós Educador, Barcelona
- CONFREY J. (1987) "'Minsconceptions' Across Subject Matters: Science, Mathematics and Programming", A Novak, J. (ed.): 'Proceedings of the 2nd International Seminar Misconceptions in Science and Mathematics'. Cornell University. Ithaca, NY. Vol I, pp 81.
- CONSTABLE, H. i LONG, A.F., (1989), "Creating professional vocabulary: Issues in evaluating and running a short in-service course", Studies in Science Education, Vol 16, pp 195-208.
- CORNEJO J.M. (1988). "Técnicas investg. social: El anal. de correspondencias", P.P.U Série Medium .Barcelona
- CROCKER L. & ALGINA G. (1986), Introduction to classical and modern test theory. Holt-Reinhart and Winston. London.
- CRONBACH L.J. (1951), "Coefficient alpha and the internal structure of tests". Psychometrika Vol.16, pp 297-334.
- CRONBACH L.J. & MEEHL P.E. (1955) "Construct validity in psychological tests" Psychological Bulletin, Vol.52, pp 281-302
- CRONBACH L.J. (1971), "Test validation", a Thorndike (ed): Educational Measurement. Washington, DC. American Council on Education.
- CRONBACH L.J. (1982), "Designing Evaluations of Educational and Social Programmes". Jossey-Bass Publishers, London.

- CROSS, R.T. i MEHEGAN, J., (1988), "Young children's conception of speed: possible implications for pedestrian safety". Intl. Journal of Science Education, Vol.10, Núm.3, pp 253-265.
- DALTON, J., (1808), "New system of Chemical Philosophy", S. Rusell for R. Bicherstaff, Manchester.
- DAVIS J. A. (1985) "The logic of causal order", SAGE Publs, Beverly Hills
- DeHART H., P. (1986), "Perspectives for the reform of Science Education". Phi Delta Kappan, January Issue, pp 353-358.
- DELAMONT, S. (1985), "Gender and educational research", Apunts no publicats.
- DELAMONT, S. (1989), "The Fingernail on the Blackboard? A sociological perspective on Science education". Studies in Science Education, Vol.16, pp 25-46.
- DELCLAUX, I i SEOANE, J. (eds.) (1982), "Psicología cognitiva y procesamiento de la información. Teoría, práctica y aplicaciones" Pirámide, Madrid.
- DIVAR URE M.C. & COLINVAUX D. (1989) "Developing adults's view of the phenomem of change of physical state in water" International Journal of Science Educ, Vol 11, Núm.2 pp153-180
- DOMENECH J.M. (1977), Bioestadística: Métodos estadísticos para investigadores. Ed. Herder, Barcelona
- DOMENECH J.M. et al (1985) Métodos estadísticos: Modelo lineal de regresión' HERDER, Barcelona
- DOMENECH J.M. et al (1987) Una síntesis de los métodos estadísticos bivariantes HERDER, Barcelona
- DOMENECH J.M. (1988) 'Tablas de estadística' HERDER, Barcelona
- DORAN, R.L. (1972), "Misconceptions on selected concepts held by elementary school students". Journal of Research in Science Teaching, Vol.9, Núm.2, pp 127-141
- DOUADY, R. (1990), "La didàctica de les Matemàtiques, avui", Comunicació no publicada.
- DRIVER, R., (1973), "The representation of conceptual frameworks in young adolescent science students". Tesi doctoral no publicada. University of Illinois, Urbana.
- DRIVER, R. & EASLEY, J. (1978), "Pupils and paradigms: a review of literature related to Concept Development in Adolescent Science Students". Studies in Science Education, Vol.5 pp 61-84

DRIVER, R.(1979), "When is a stage not a stage ?. A critique of Piaget's theory of cognitive development and its application to science education". Educational Research, Vol.21, Núm.1, pp 54-61

DRIVER, R.(1982) "Children's learning in Science". Educational Analysis, Vol.4, Núm.2, pp 66-79

DRIVER, R.(1983), "Theories-in-Action: Some theoretical and empirical issues in the study of student's conceptual frameworks in science". Studies in Science Education, Vol.10, pp 37-60

DRIVER R. GUESNE E. & TIBERGHIEA A.(1985): 'Children's ideas in Science' Open University Press, Milton Keynes

DRIVER, R.(1986) "Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos". Enseñanza de las Ciencias, Vol 4, Núm.1 pp 3-15.

DRIVER R. & ODHAM V. (1986), "A Constructivist approach to Curriculum Development in Science". Studies in Science Education, Vol 13, pp 105-122

DRIVER R. GUESNE E. & TIBERGHIEA A.(1987) Putting into focus [A response to a Guy Claxton's review]. Studies in Science Education, Vol.14 pp 145-147

DRIVER, R. (1989) "Changing Conceptions" .A ADEY, P.; BLISS, J.; HEAD, J. & SHAYER, M. (eds.): 'Adolescent Development and School Science'. The Falmer Press, London. pp 79-103

DUIT R.(1987). 'Research on student's alternative frameworks in Science topics...'. A Novak, J.(ed.): 'Proceedings of the 2nd International Seminar Misconceptions in Science and Mathematics'. Cornell University. Ithaca, NY. Vol I, pp 151.

EGGLESTON, J.F.; GALTON, M.J. i JONES, M. (1975), "Final report of the Schoos council project for the evaluation of Science teaching". Macmillan, London.

ELLISON, H.R. (1978), "Binary Solid-Liquid Phase Equilibria" J.Chem. Educ., Vol.55, Núm.6, pp 406-407.

ENTWISTLE N. J. (1986) Learning how to learn science [Book reviews from Novak J. and Gowin Bob, (1986) ' Learning how to learn' Cambridge University Press. London ; Head, J. (1985) 'The personal response to Science' Cambridge University Press ; and Barlex, D. and Carre, C. (1985): 'Visual Communication in Science' Cambridge University Press]. Studies in Science Education, Vol.13 pp131-134

ERICKSON , G. L.(1979), "Children's conceptions of Heat and Temperature" , Science Education, Vol 63, Núm.2 pp 221-230

ERICKSON , G. L.(1980), "Children's conceptions of Heat and Temperature: a second look", Science Education, Vol 64, pp 323-336

ERICKSON et al (1983) "Understanding Data" The Open Univ. Press ,

Milton Keynes

EVERITT, B. (1986), "Cluster analysis". Halsted Press, New York.

FAIRBROTHER, R.W i SWAIN, J.R.L. ., (1977), "The assessment of Project Work in Nuffield advanced Biology, and Nuffield Advanced Physical Science", Educational Research, Vol.19 , Núm.2, pp 92-95

FAIRBROTHER R. (1985) Apunts no publicats: Assessment, Validity and Reliability. Curs d'estiu al Chelsea College (ara King's College), Londres.

FARADAY, M. (1896), "The liquefaction of gases", Alembic Club Reprints-Núm.12. W.F.Clay, Edinburgh.

FAUCHER G. (1987) 'Pragmatical conceptions in the atomic domain'. A Novak, J. (ed.): 'Proceedings of the 2nd International Seminar Misconceptions in Science and Mathematics'. Cornell University, Ithaca, NY. Vol III pp 137

FELIU, M.J. (1985), "Consideraciones sobre la didáctica de los estados físicos de la materia y de los cambios de estado". Patio Abierto, Núm.14, mayo-junio, pp 19-21. ICE-Universidad de Cádiz.

FENSHAM P.J., (1972), 'Prior knowledge- A source of negative factors for subsequent Learning-, in TISHER, R.P. (ed): Research 1972. Proceedings of the third annual conference of the Australian Science Education Research Association, University of Queensland Printers, pp 50-67

FENSHAM, P. J. (1984), "Conceptions, Misconceptions, and alternative Frameworks in Chemical Education" (Nyholm Lecture). Chemical Society Reviews, Vol.13, Núm.2 pp 199-217

FENSHAM, P. J. i KASS, H. (1988), "Inconsistent or Discrepant Events in Science Instruction", Studies in Science Education, Vol.15, pp 1-16.

FERGUSON G. A. (1987) 2nd Ed, Statistical Analysis in Psychology and Education. 'International Student Edition'. McGraw-Hill-London

FERGUSON, G.A., (1987), "Statistical Analysis in Psychology and Education". McGraw-Hill, London.

FIENBERG S.E (1985) "The analysis of Cross-Classified Categorical Data". The MIT Press , Cambridge, MASS.

FISCHBEIN, E.; STAVY, R.; & MA-NAIM, H. (1989), "The psychological structure of naive impetus conceptions". International Journal of Science Education Vol.11, Núm.1, pp 71-81.

FISHER, K.M. i LIPSON, J.I. (1986), "Twenty questions about student errors". Journal of Research in Science Teaching, Vol.23, Núm.9, pp 783-803.

FLANDERS, N.A. (1970), "Analyzing teaching behaviour". Addison Wesley. Reading, MASS.

FOWLER, T. W. i JAOUDE, S. Bou (1983), "Using hierarchical concept/proposition maps to plan instruction that addresses existing and potential student misunderstandings in Science" A Novak, J.(ed.): 'Proceedings of the 2nd International Seminar Misconceptions in Science and Mathematics'. Cornell University. Ithaca, NY, Vol III pp 137.

FOWLER, L.S.(1980), "An application of Piaget's theory of Cognitive Development in Teaching Chemistry: The learning cycle". J. Chem. Educ. Vol 57, Núm.2, February issue, pp 135-6

FUCHS H.U. (1987) 'Thermodynamics: A "Misconceived" Theory'. A Novak, J.(ed.): 'Proceedings of the 2nd International Seminar Misconceptions in Science and Mathematics'. Cornell University. Ithaca, NY. Vol III pp 160.

FURIO C & HERNANDEZ PEREZ J.(1983). 'Ideas sobre los gases en alumnos de 11 a 15 años'. Enseñanza de las Ciencias, Vol 1, pp83-91.

GAULD, C.F., (1988), "The cognitive context of pupils' alternative frameworks". International Journal of Science Education, Vol.10, Núm.3 pp 267-274.

GARDNER, H. (1987), 'The mind's new science. A History of the Cognitive Revolution' Basic Books Inc. New York

GARNETT, P.J. (1988), "Teaching for understanding: Exemplary practice in High School Chemistry". Journal of Research in Science Teaching, Vol.26, Núm.1, pp 1-14

GASCON, J. (1989), "El aprendizaje de métodos de resolución de problemas de matemáticas ", Tesi doctoral no publicada, Universitat Autònoma de Barcelona.

GEDDIS, A.N. (1988), "Using concepts from epistemology and sociology in teacher supervision". Science education Vol.72, Núm.1, pp 1-18

GENSLER, W.S (1970), "Physical versus Chemical change". J. Chem. Educ. Vol.47, Núm.3, pp 154-155.

GERTH, K.E. (1988) , "Latest developments in early bilingual education in France and Southern Europe". Journal of Multilingual and Multicultural Development , Vol.9, Núm.1, pp 193-202

GIL-PEREZ, D. (1986), "La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones controvertidas". Enseñanza de las ciencias , Vol.4, Núm.2, pp 111-121

GILBERT, G.L. (1981), "Tested demonstrations", J. Chem. Educ. Vol 58, Núm.9, pp 725-6

GILBERT, J. K. & WATTS, D.M. (1983), "Concepts, Misconceptions and alternative frameworks: Changing perspectives in Science Education". Studies in Science Education, Vol.10, pp 61-98

GIORDAN, A. i VECCHI(de), G. (1988), "Los orígenes del saber" Colección: Investigación y Enseñanza. DIADA Editoras, Sevilla

GIORDAN, A. (1987), "Conceptions sur l' utilisation pedagogique des conceptions". Comunicació presentada al 'II Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas'. València

GLASERFELD (von), E. (1983) "Learning as a constructive activity" Proceedings of the North American Group for Psychology and Mathematics Education 5th Annual Meeting Montreal, Canada

GRAZIANO, A.M. i RAULIN, M.L. (1989), "Research methods . A process of inquiry". Harper & Row, New York.

GROOTINGS, P. (1987), "Work and learning". Presses Interuniversitaires Europeennes, Maastricht.

GOWIN, B. (1983), 'Misconceptions, metaphors and conceptual change: Once more with Feeling'. A Novak, J.(ed.): 'Proceedings of the 2nd International Seminar Misconceptions in Science and Mathematics'. Cornell University. Ithaca, NY. Vol I, pp 39-46.

GOWIN, B. (1987), 'Educating', Cornell University Press, Ithaca, NY.

GUIDONI, P (1985), "On natural thinking". European Journal of Science Education Vol.7, Núm.2, pp 133-140

GUILFORD J.P. i FRUCHTER B. (1983) 'Fundamental statistics in Psychology and education', McGRAW-HILL ;Tokyo

GUINIER, A. (1984) "The structure of matter. From the blue sky to liquid crystals", Edward Arnold, London.

- GUINIER, A. & JULEN, R. (1989), "The solid state. From superconductors to superalloys", International Union of Crystallography. Oxford Univ. Press.
- GUNSTONE, R.F. & WHITE, R.T. (1986), "Assessing understanding by means of Venn diagrams". Science Education, Vol.70, Núm.2, pp 151-158.
- GUTIERREZ, R. (1985), "La investigación didáctica en el área de ciencias: Nueva crisis de paradigmas?". Enseñanza de las Ciencias, Núm. Extra, p 5.
- HAKIM, C. (1982), "Secondary analysis in Social Research. A Guide to data sources and methods with examples". George Allen & Unwin, (Contemporary social research series. General editor: Bulmer, M), London.
- HARLEN, W. (1983), "Guides to Assessment in Education. Science". Macmillan Education, London
- HARLEN, W. (1989), "Enseñanza y aprendizaje de las ciencias", MEC-Morata, Madrid
- HARRISON, C. (1980), "Readability in the classroom". Cambridge University Press, Cambridge.
- HARTWIG, F. & DEARING, B.E. (1979), "Exploratory Data Analysis". Sage Publications, Beverly Hills
- HASHWEH, M.Z., (1986) "Toward an explanation of conceptual change". European Journal of Science Education, Vol.8, Núm.3 pp 229-249
- HEAD, J. (1985), "The personal response to Science". Cambridge University Press, London
- HEILBRON, J.L., (1987), "Applied History of Science", ISIS, Vol.78, pp 552-563.
- HELLEVIK, O. (1984) "Introduction to causal analysis". George Allen & Unwin, London
- HERNANDEZ F. & SANCHO J.M. (1989) "Para enseñar no basta con saber la asignatura" Laia-Cuadernos de Pedagogía, Barcelona
- HENLEY E.J. & KUMAMOTO H. (1981), Reliability engineering and risk assessment. Prentice-Hall, Englewood-Cliffs NJ
- HERRON, J.D. (1976), "Concept formation as a function of institutional procedure, or: What results from ineffective teaching". Science Education, Vol.60, Núm.3 pp375-388.
- HERRON, J.D. (1978), "Role of learning and development: Critique of Novak's Comparison of Ausubel and Piaget". Science education, Vol.62, Núm.4, pp593-605

HEWSON P. W.(1981), "A conceptual change approach to learning science". European Journal of Science Education, Vol.3, Núm.4, pp 383-396

HEWSON,P.W. & HEWSON, M.G.A'B, (1988), "An appropriate conception of teaching science: a view from studies of science learning ". Science Education, Vol.72, Núm.5 pp 597-601

HEWSON,M.G. A'B. & HAMLYN,D. (1984), "The influence of intellectual environment on conceptions of heat", European Journal of Science Education, Vol 6,Núm.3 pp 245-262

HEWSON,M. G. A'B.(1986), "The acquisition of Scientific knowledge: analysis and representation of student conceptions concerning density". Science Education, Vol.70, Núm.2, pp 159-170.

HIERREZUELO J. i MONTERO A. (1988) "La ciencia de los alumnos" Laia/MEC- Cuadernos de Pedagogía, Barcelona

HOFSTEIN,A. ,AIKENHEAD,G. i RIQUARTS K. (1988), "Discussions over STS at the Fourth IOSTE Symposium". International Journal of Science Education, Vol.10, Núm.4, pp 357-366.

HOUGHEN,O.A, WATSON,K.M. i RAGATZ,R.A (1964), "Principios de los procesos químicos", Reverté, Barcelona.

HOSTE R. (1981) "How valid are school examinations? An exploration into content validity". British Journal of Educational Psychology Vol.51, pp 10-22.

HOWE,A.C. i DURR,B. (1982), "Using concrete materials and peer interaction to enhance learning in Chemistry". Journal of Research in Science Teaching ,Vol.19, Núm.3, pp 225-232

HOYO(De) GARCIA,M.C. (1987), "Estudio de ideas previas en los alumnos:La Combustión.Una base para la preparación de actividades". Comunicació presentada al 'II Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas' . València

IVERSEN,G.R i NORPOTH,H.(1987), "Analysis of variance" . Sage Publications .Beverly Hills

IZQUIERDO,M. (1987), "La formació del concepte 'substància química' ".Comunicació presentada al 'II Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas' . València

JELSKI,D. A. & GEORGE, T. F.(1988) "Clusters: link between molecules and Solids" J. Chem. Educ. Vol.65, Núm.10 pp 879-883.

JENKINS,E.W.(1976), "Piaget and school chemistry - a critique". Education in Chemistry, pp 85-86

- JOHNSON-LAIRD, P.N. (1987), "Mental models", A. AITKENHEAD A.M. and SLACK J.M. (eds.) (1987): "Issues in cognitive modeling". Lawrence Erlbaum Assoc., Hove
- JOHNSON-LAIRD, P.N. (1988), "The computers and the mind", Harvard University Press, Cambridge, MA.
- JONES, B. (1984), "How solid is a solid. Does it matter?" Research in Science Education Núm.14, pp104-113
- JONES, B.; LYNCH, Patrick; and REESINK Carole (1989) "Children's understanding of the notion of solid and liquid in relation to some common substances" International Journal Science Education, Vol 11, Núm.4, pp 417-427
- JONES, M., (1988), [Book review from Simons, Helen, (1987), "Getting to know schools in a Democracy: the politics and processes of evaluation", Falmer Press, London], Journal of Education for teaching, Vol.14, Núm.1, pp 92-94.
- JOU D.(1983), "La tecnología en el Siglo XVIII", a Real Academia de Ciencias Exactas, físicas y Naturales (ed): 'Historia de la Física hasta el Siglo XIX', Madrid.
- JOU D.(1987), "Del plasma eléctrico al plasma de color". La Vanguardia-Ciencia, 21-6-87
- KARPLUS R. & STAGE E.K.(1981) "Misconceptions in science: past work and present approaches". The University of California at Berkeley Lawrence Hall of Science, Berkeley, California
- KALTON, G. (1985) "Introduction to survey sampling". Sage Publications Ltd, London Series: Quantitative Applications in the Social Sciences
- KEIL, F. (1981), "Constraints on Knowledge and Cognitive Development". Psychological Review, Vol.88, Núm.3, pp 197-227.
- KEMPA, R.F. i HODGSON, G.H.(1976), "Levels of concept acquisition and concept maturation in students of Chemistry". British Journal of Educational Psychology, Vol.46, pp 253-260.
- KILPATRICK, J.(1981) "Research on mathematical learning and thinking in the United States", Recherches en Didactique des Mathématiques, Vol.2, Núm.3, pp 363-379.
- KITCHER, P. (1984), "Good Science, bad science, dreadful science and pseudoscience" Journal of College Science Teaching, Vol.14, Núm.3, pp 168-173.
- KNOKE, D. i BURKE(1980) 'Log-Linear Models', SAGE Publs: Beverly Hills.
- KNOKE, D. i KUKLINSKI, J.H.(1982), "Network analysis". Sage Publications, Beverly Hills.

KOBALLA (Jr), T. R. (1985), "What research says. Six strategies for improving attitudes toward science" . Science and Children, Vol.22, March issue, pp 32-34.

KOULALIDIS, V. & OGBORN, J. , "Use of systemic networks in the development of a questionnaire" , International Journal of Science Education, Vol 10, Núm.5, pp 497-509

KRAEMER, H. C. and THIEMANN, S. (1987), "How many subjects? Statistical Power analysis in Resarch". Sage Publications, Beverly Hills

KUBLI, F. (1979), "Piaget's cognitive Psychology and its consequences for the teaching of science". European Journal of Science Education, Vol.1, Núm.1, pp 5-20.

KUDER G.F. & RICHARDSON (1937) "The theory of the estimation of test reliability". Psychometrika Vol.2, pp 151-160.

KUHN, T.S. (1982), "La estructura de las revoluciones científicas", 8ª reimpresión, Fondo de cultura económica, Madrid.

LAIDLER, K.J. , (1989), "The story of Entropy- Part 2", Chem 13 News, Núm. 186, pp 15-19.

LACKENBY, P. i FRENCH, M. (1989), "History across the Primary/ Secondary Divide: A Sunderland Case-Study". Teaching History, Núm.56, pp 8-13.

LAWSON A. E. (1989) "Research on Advanced Reasoning, Concept Acquisition and a Theory of Science Instruction" .A Adey, P.; Bliss, J.; Head, J. & Shayer, M. (eds.): 'Adolescent Development and School Science'. The Falmer Press , London.

LAVOISIER, A. (1909). "Tractat elemental de Química". T.G. Bellsoley i Llauger, Barcelona. (Edició facsimil per la Societat Catalana de Química , de 1989).

LEVIN, H. (1987), "Successions in Psychology" [Book review from BAARS, Bernard J. (1986) 'The cognitive revolution in Psychology' Guilford, New York] Science, Vol.236, June Issue, pp 1683-1684.

LLORENS, J.A. i LLOPIS R. (1985), "Diseño de pruebas para la caracterización del perfil cognitivo de los alumnos que comienzan el estudio de la Química en las enseñanzas medias". Enseñanza de las Ciencias, Núm. Extra, p 75.

LLORENS, J.A. , LLOPIS R. , i JAIME (de), M.C. (1987), "El uso de la terminología científica en los alumnos que comienzan el estudio de la Química en Bachillerato y Formación Profesional. Una propuesta metodológica para su análisis". Enseñanza de las ciencias, Vol.5, Núm.1, pp 33-40

LLORENS, J.A. (1987), "Propuesta y aplicación de una metodología para analizar la adquisición de los conceptos químicos necesarios en la introducción a la teoría atómico-molecular" Tesi doctoral no publicada, Universitat de València.

LONG J.S. (1988), "Common Problems/Proper Solutions. Avoiding error in quantitative Research". Sage Focus Edition, Beverly Hills

LURIA, A.R. (1980), "Lenguaje y pensamiento", Fontanella, Barcelona.

MANS C. (1981) "El agua, cultura y vida" Temas clave Salvat. Barcelona.

MANS, C. (1987) "Errors en la descripció científica de la realitat", Apunts de l'escola d'hivern (No publicats).

MANS, C.; LLORENS, J. i COSTA LOPEZ, J. (1988), "La interfase gas-líquido". Investigación y Ciencia, Núm. 136, pp 78-86.

MARKUS, G.B. (1984), "Analyzing panel data". Sage Publications, Beverly Hills.

MARTI i FRANQUES, Grup (BARRAL, A.; COROMINAS, J.; GIL, A.; IZQUIERDO, M. i LLORENS, R.) (1984), "Estats d'agregació de la matèria". ICE-UPB.

MASAKATA, O. (1989), "Beyond the tacit framework of 'science' and 'science education' among science education". International Journal of Science Education, Vol. 11, Núm. 3, pp 247-250.

MASKILL, R. (1988), "Logical language, natural strategies and the teaching of science". International Journal of Science Education Vol. 10, Núm. 5, pp 485-495.

McBRYDE, B. E. & BROWN, F.W. (1985), "When water cools down" Science and Children, Vol 22 pag 23-24

McNAUGHT, C. (1982), "Relationship between cognitive preferences and achievement in Chemistry". Journal of Research in Science Teaching, Vol 19, Núm. 2, pp 177-186.

MEHEUT, M.; SALTIEL, E.; i TIBERGHIEU, A. (1985), "Pupil's (11-12 years old) conceptions of combustion", European Journal of Science Education, Vol 7, No 1, pp 83-93

MEHEUT, M. i LARCHER, C. (1987), "Modeles particuliers dans l'initiation aux sciences physiques". Comunicació presentada al 'II Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas'. València

MESTRE, J. et al. (September 1989) 'Cognitive research-what's in it for physics teachers?' The Physics Teacher p 447.

MEYEN (Von), K. (1989), "La historia de la ciencia, hoy " Apunts no publicats d'una Conferència pronunciada al Museu de la Ciència, de Barcelona; el 28 de febrer.

MILES, M.B. & HUBERMAN, A.M. (1984), "Qualitative Data analysis. A sourcebook of new methods". Sage Publications, London.

MILLER, G.A. (1987), "Trends and debates in Cognitive Psychology" .A Aitkenhead A.M. and Slack J.M.(eds.) (1987): "Issues in cognitive modeling". Lawrence Erlbaum Assoc., Hove

MORENO GONZALEZ, A., (1983), "La Física de fluidos en el Siglo XVIII" a Real Academia de Ciencias Exactas, físicas y Naturales (ed): 'Historia de la Física hasta el Siglo XIX', Madrid.

MOSTELLER, F. & TUKEY, J. W. (1977), "Data analysis and regression. A second course in statistics", Adisson-Wesley Publ. Co., Reading, MASS.

MOREIRA, M.A., (1987) 'Como construir un mapa conceptual' Apunts No publicats, donats al taller del mateix nom al II Congrés Internacional de Didàctica de les Ciències, Valencia

MOREIRA, M.A. & NOVAK J. (1988) "Investigación en enseñanza de las Ciencias en la Universidad Cornell: esquemas teóricos, cuestiones centrales y abordos metodológicos", Enseñanza de las ciencias, Vol 6, Núm.1, pp 3-18.

MURPHY, P. i SHOEFELD, B. (1984a) , "Science at age 13. Assesment of Performance Unit (APU). Science report for teachers:3", Department of Education and Science Welsh Office, London.

MURPHY, P. i GOTT, R. (1984b), "Science. Assessment framework. Age 13 & 15. Assesment of Performance Unit (APU). Science report for teachers:2", Department of Education and Science Welsh Office, London.

MURPHY, R. (1987), " Assessing a national curriculum", Journal of Educational Policy. Vol.2, Núm.4, pp 317-323.

NORMAN, D.A.(ed.) (1981), "Perspectivas de la ciencia cognitiva", Paidós, Barcelona

NORMAN, D.A. (1985), "El aprendizaje y la memoria", Alianza Editorial, Madrid

NORMAN, D.A. (1987), "Twelve issues for Cognitive Science" .A Aitkenhead A.M. and Slack J.M.(eds.): (1987): "Issues in cognitive modeling". Lawrence Erlbaum Assoc., Hove

NOVAK J. (1977a), "A Theory of education", Cornell University Press, Ithaca, NY.

NOVAK J. (1977b), "An alternative to Piagetian Psychology for Science and Mathematics Education". Science Education. Vol 61, Núm.4, pp 453-477 o bé Studies in Science Education (1978), Vol.5, pp 1-30.

NOVAK J.(1979), 'Response to "Can Ausubel's Theory of meaningful Learning become an alternative to Piagetian Psychology?"'. Science Education , Vol 63 ,Núm.2, pp 271-3

NOVAK J. and GOWIN B.,(1986) ' Learning how to learn' Cambridge University Press.London

NOVAK J.D. (1987) 'Human constructivism:Towards a Unity of Psychological and Epistemological Meaning Making', o bé en castellà:"Constructivismo humano:un consenso emergente", Enseñanza de las Ciencias,(1988); Vol 6, Núm. 3 pag 213-223.

NOVAK J.D.,(1988),"Learning science and the Science of Learning", Studies in Science Education, Vol.15, pp 77-101.

NOVAK J.D. (1989) "The use of Metacognitive Tools to Facilitate Meaningful Learning" .A ADEY,P.; BLISS,J.; HEAD,J. & SHAYER,M. (eds.): 'Adolescent Development and School Science'. The Falmer Press ,London .pp 225-239

NOVICK,M & LEWIS G. (1967) "Coefficient alpha and the reliability of composite measurements",Psychometrika Vol.32, pp 1-13.

NOVICK,S. & NUSSBAUM,J. (1978),"Junior High School Pupil's understanding of the particulate nature of matter:an interview study", Science Education, Vol 62,Núm.3, pp 273-281

NOVICK,S. & NUSSBAUM,J. (1981) "Pupil's understanding of the particulate nature of matter:a cross-age study" . Science Education, Vol.65,Núm.2, pp 187-196

NUNNALLY J.C. (1978) "Psychometric Theory". New York.McGraw-Hill.

NUSSBAUM,J & NOVAK,J. (1976), "An assessment of children's concepts of the earth utilizing structured interviews". Science Education, Vol.60, Núm.4, pp 535-550.

OGBORN, J. (1987) The role of objectives [Book review from Martinand Jean-Louis(1986): 'Connaitre et transformer la matière.Collection Exploration Recherches en sciences de l'éducation.P. Lang,Berne,Francfort, New York] Studies in Science Education, Vol.14, pp 143-144

OSBORNE R.(1980),"Some aspects of the students' view of the world". Research in Science Education , Vol.10, pp 11-18

OSBORNE R.,i GILBERT,J.K.(1980),"A method for investigating concept understanding in science". European Journal of Science Education, Vol.2, Núm.3, pp 311-321

OSBORNE,R.(1981), "Science Education:Where do we start?". The Australian Science Teachers Journal, Vol.28, Núm.1, pp 21-30.

OSBORNE R., i COSGROVE M.M.(1983a), "Children's conceptions of the change of state of water". Journal of Research in Science Teaching, Vol.20, Núm.9, pp 825-838

OSBORNE R.& WITROCK,M.C. (1983b), "Learning science: A generative process". Science Education ,Vol.67 ,Núm.4, pp 489-503

OSBORNE R. & FREYBERG P.S.(1985a) Learning in Science.The implication of children's science.Heinemann, Auckland

OSBORNE R.& WITROCK M.C.(1985b), "The generative learning model & its implications for Science Education." Studies in Science Education, Vol.12, pp59-87

OST,D.H. & BAIRD,W.E. (1989), "Sources of experienced secondary Teachers' Skills and knowledge: A comparison of science teachers with other teachers". Science Education ,Vol.73,Núm.1, pp 71-86

PELLA & VOELKER A.M.(1968), "Teaching the concepts of physical and chemical change to elementary school children", Journal of Research in Science Teaching ,Vol 5, pp 311-323

PENICK,J.E. i YAGER,R.E. (1986), "Science education:new concern and issues". Science Education ,Vol.70, Núm.4, pp 427-431

PEREZ C.(1987), "Liquidones y gasones". 'La Vanguardia-Ciencia' del 19-4-87

PERRET-CLERMONT A.N. (1984). "La construcción de la inteligencia en la interacción social". Aprendizaje. Visor, Madrid.

PIAGET,J. (1978), "La representación del mundo en el niño" (4a ed.) Ediciones Morata, Madrid.

PIAGET,J.(1981), "La epistemología genética". Ariel, Barcelona

PIAGET,J.(1985), "Escrits per a educadors". Eumo, Vic

PINES, A.L i WEST,L.H.T. (1986), "Conceptual understanding and science learning:an interpretation of research within a Sources-of-knowledge framework". Science Education, Vol.70, Núm.5, pp 583-604.

POPE,M. i GILBERT,J.K., (1983). "Personal Experience and the construction of knowledge in Science". Science Education, Vol.67, Núm.2, pp 193-203.

PORLAN,R. ;GARCIA, J.E.; & CAÑAL,P.(1988), "Constructivismo y enseñanza de las ciencias", Colección: Investigación y Enseñanza. DIADA Editoras, Sevilla.

POZO,J.I.,(1987), "Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal". Aprendizaje; Visor, Madrid.

POZO,J.I.,(1989), "Teorías cognitivas del aprendizaje". Morata, Madrid.

POPKEWITZ, T.S. (1984), 'Paradigm and Ideology in Educational Research. The social functions of the Intellectual' The Falmer Press, Barcombe, Lewes

POSNER, G. J.; STRIKE, K.A.; HEWSON, P. W.; & GERTZOG, W.A. (1982) "Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change", Science Education, Vol 66, Núm.2 pp 211-227.

PREECE, P. F.W. (1984), "Intuitive science: Learned or triggered?". Eur. Journal of Science Education, Vol.6, Núm.1, pp 7-10

PRING, R., (1987), "Privatization in education", Journal of Education, Policy, Vol.2, Núm.4 pp 289-299

RAFEL J., PORTA I. i MANS C. (1985) 'Los cambios de estado de agregación de la materia: Detección de pre-conceptos'. Actes de les 'III Jornades de estudi sobre la Investigació en la escola'. Sevilla pp 113-116.

RAFEL J. & MANS C. (1987a), "Alternative frameworks about the learning of changes of state of matter: sorting into models". A Novak, J. (ed.): 'Proceedings of the 2nd International Seminar Misconceptions in Science and Mathematics'. Cornell University, Ithaca, NY. Vol III pp 392-398.

RAFEL J. i MANS C. (1987b) 'La didàctica dels canvis d'estat d'agregació de la matèria: Utilització de les anàlisis de xarxes conceptuals en la detecció de pre-conceptes' Actes del 'II Congreso sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas'. Valencia

REID, N. (1982), "Chemistry with a time dimension", Education in Chemistry, November issue, pp 166-8

RENSTRÖM, L. (1987) 'Pupils conception of matter. A Phenomenographic approach'. A Novak, J. (ed.): 'Proceedings of the 2nd International Seminar Misconceptions in Science and Mathematics'. Cornell University, Ithaca, NY. Vol III, pp 400-414.

REYNES, J.H. (1985), "La intimitat revelada. Diaris secrets de Wittgenstein" El món, Núm.183, p 38

REYNOLDS, H.T. (1984), "Analysis of nominal data". Sage Publications, Beverly Hills:

REYNOLDS, L. i SIMMONDS, D. (1989), "Presentation of data in Science", Martinus Nijhoff, Dordrecht.

RICHMOND, P.G., (1970), "Introducción a Piaget", Ed. Fundamentos, Madrid.

RIO (Del), P.; CARRETERO, M.; RAMIREZ, J.D.; VILA, I. i GISPERT (De) I. (1986), "Vygotski para maestros". Tema del mes. Cuadernos de Pedagogía, Núm.141, pp 7-22

RIVIERE, A. (1987), "El sujeto de la psicología cognitiva", Alianza Editorial, Madrid.

ROBERTSON, W.W & RICHARDSON, E. (1975), "The development of some physical science concepts in secondary school students", Journal of Research in Science Teaching, Vol.12, Núm.4, pp 319-329

ROCKE, A.J., (1984), "Chemical atomism in the nineteenth century. From Dalton to Cannizzaro", Ohio State University Press.

ROSENBERG, M. (1965) "Society and the Adolescent Self Image". Princeton University Press. Princeton, NJ

ROWELL, J.A. (1984), "Many paths to knowledge: Piaget and Science Education", Studies in Science Education, Vol.11, pp 1-25

ROWELL, J.A. i DAWSON, C.J., (1989), "Towards an integrated theory and practice for Science teaching". Studies in Science Education, Vol. 16, pp 47-73.

RUDNITSKY, A.N. i HUNT, C.R. (1986), "Children's strategies for discovering cause-effect relationships". Journal of Research in Science Teaching, Vol.23, Núm.5, pp 451-464.

RUMELHART, D.E, i NORMAN, D.A (1978), "Accretion, tuning and restructuring: Three modes of learning" in KLATZKY, K.L. & COTTON, J.W.(eds.): "Semantic factors in cognition". Lawrence Erlbaum, New York.

RUSELL, T. ; HARLEM, W. & WATT, D. (1989) "Children's ideas about evaporation", International Journal of Science Education, Vol.11, Special Issue, pp 566-576

RUSELL, T; BLACK, P.; HARLEM, W; JOHNSON, S & PALACIO, D. (1988), "Science at Age 11" in Rusell, T. (ed): "A review of A.P.U. Survey Findings 1980-84 (HMSO, London)

RUSELL, T. & WATT, D. (1990) "Evaporation and condensation" Primary S.P.A.C.E. Project, Research Report. Liverpool University Press. Liverpool.

SALTER, B i TAPPER, E.R., (1988), "The Politics of Reversing the Ratchet in Secondary Education", Journal of Educational Administration and history, Vol.20, Núm.2 pp 57-70.

SANCHEZ-CARRION, J.J. (1984) 'Introducción a las técnicas de análisis multivariable, aplicadas a las ciencias sociales' CIS.

SANFORD, Julie P. (1988), "Learning on the Job: Conditions for Professional Development of Beginning Science Teachers" Science Education, Vol. 75 Núm.5, pp615-624

SANMARTI, N. (1986), "Paradigmes psicològics d'aprenentatge, teories de la Instrucció, teories filosòfiques de l'aprenentatge i mètodes d'ensenyament". Apunts no publicats. Sessió de treball del 17-3-86 del 'Grup Chelsea-Seminari d'intercanvi d'experiències' de l'ICE-UPC.

SANMARTI, N. (1989), "Dificultats en la comprensió de la diferenciació entre els conceptes de mescla i compost", Tesi doctoral no publicada, Universitat Autònoma de Barcelona.

SCHÖLLUM, OSBORNE, R. & LAMBERT (1982), "Heating and cooling", LISP working paper Núm.38, Univ. of Waikato, Hamilton, NZ

SCHUSTER, D.G. (1987) 'Understanding Scientific derivations: A task analysis and constructivist learning strategy'. A Novak, J. (ed.): 'Proceedings of the 2nd International Seminar Misconceptions in Science and Mathematics'. Cornell University. Ithaca, NY. Vol I, pp 448.

Science Education Bibliography (1986), "A beginning bibliography of English language publications concerning Science Education in Japan". Science Education, Vol.70, Núm.3, pp 351-354.

SÉRÉ G. (1985): "Analyse des conceptions de l'état gazeux qu'ont les enfants de 11 à 13 ans, en liaison avec la notion de pression, et propositions de stratégies pédagogiques pour en faciliter l'évolution". Tèsi doctoral no publicada. Université Pierre et Marie Curie, París-6.

SERRAMONA, S. (1980), "Investigación y Estadística aplicada a la educación". CEAC- Barcelona

SHAYER, M. & WILLIAM (1981), "The development of the concepts of heat and temperature in 10-13 years old pupils" Journal of Research in Science Teaching, Vol 18, Núm.5, pp 419-434

SHAYER, M. & ADLEY, P. (1984), "La Ciencia de enseñar Ciencias", Narcea, Madrid

SHEPARD, R. (1982), "Student understanding and misunderstanding of states of matter and density changes", School Science and Mathematics, Vol.82, p 650

SHUELL, T.J. (1987), "Cognitive psychology and conceptual change: implications for teaching science". Science Education, Vol.71, Núm.2, pp 239-250.

SIGUAN, M. (1984), "Estudios sobre psicología del lenguaje infantil", Eds. Pirámide, Madrid

SKUTNABB-KANGAS, T. (1983), "Bilingualism or not. The education of minorities", Multilingual Matters, Ltd, Clevedon, Avon, UK.

SNADDEN, R.B. (1978), "Chemical equilibria in 3D". Education in Chemistry, Vol.15, Núm.2, pp 56-57

SNIVELY,G (1987) 'The metaphor interview and the analyses of Conceptual Change'.A Novak,J.(ed.): 'Proceedings of the 2nd International Seminar Misconceptions in Science and Mathematics'. Cornell University. Ithaca, NY.Vol I, pp 434.

SOLOMON J.; BLACK P.; OLDHAM V. & STUART H.(1985) "The pupils' view of electricity" . European Journal of Science Education, Vol 7,Núm.3, pp 281-294

SOLOMON J.(1989),"A study of behaviour in the teaching laboratory". International Journal of Science Education, Vol.11, Núm.3, pp 317-326.

SONG,J.(1990),"Effects on pupil's responses of interactions between process skill demands, concept requirements and contexts in Science questions", Tesi doctoral no publicada, King's College,University of London.

SPEARMAN, C. (1910),"Correlation calculated from faulty data". British Journal of Psychology 3:271-295

STANLEY ,J.C. (1971) "Reliability" in Thorndike(ed): Educational Measurement.Washington,DC: American Council on Education.

STAVRIDOU, H., i SOLOMONIDOU,C. (1989),"Physical phenomena -- chemical phenomena:do pupils make the distinction?" International Journal of Science Education, Vol 11,Núm.1, pp 83-92

STAVY R. & BERKOVITZ B.(1980)," Cognitive conflict as a basis for teaching quantitative aspects of the concept of temperature", Science Education Vol 64 Núm.5, pp 679-692

STAVY R. & STACHEL,D.(1985a),'Children's ideas about "solid" & "liquid"'. European Journal of Science Education, Vol 7,Núm.4 pp407-421.

STAVY R. & STACHEL D.(1985b) 'Children's conception of Changes in the State of Matter:from Solid to Liquid' Archives de Psychologie, Vol.53 p 331.

STAVY R.(1987) 'Acquisition of conservation of matter' Proceedings of the 2nd International Seminar 'Misconceptions in Science and Mathematics.Vol I pag 456 Cornell University.Ithaca, NY.

STAVY R.(1988), 'Children's conceptions of gas',International Journal of Science Education, Vol 10, No 5, pag 553-560

STENHOUSE,D.(1986),"Conceptual change in Science Education: Paradigms and language-games". Science Education, Vol.70, Núm.4, pp 413-425.

STEPANS,J. i KUEHN,C. (1985), "Children's Conceptions of Weather", Science and Children, September Issue,pp 44-47.

- STEPANS, J. i.; BEISWENGER, R. E. & DYCHE, S. (1986), "Misconceptions die hard", The science teacher, September issue pp 65-69.
- STERNBERG, R.J. (1987), "Inteligencia humana, II" .Paidós, Barcelona
- STINNER, A. (1989), "The teaching of Physics: From Aristotle to Einstein". Science Education, Vol.73, Núm.5, pp 591-605.
- STOKES, B.J. (1979), "Chemistry. Students' book I" Nuffield Advanced Science, Longman, London
- STOKES, P., (1988), [Book review from WHITE, Mary, (1987), "The Japanese educational challenge: a commitment to children", The free press], Journal of Education for teaching, Vol.14, Núm.1, pp 95-96.
- STRANGE, R.S. (1990), "Introduction to experiment design for chemists", J. Chem. Educ. Vol 67, Núm.2, pp 113-115
- STRIKE K.A. (1987) 'Toward a Coherent Constructivism'. A Novak, J.(ed.): 'Proceedings of the 2nd International Seminar Misconceptions in Science and Mathematics'. Cornell University. Ithaca, NY. Vol I, pp 481.
- STRIKE, K.A. i POSNER, G.J (1976) "Epistemological Perspectives on conceptions of Curriculum Organization and Learning", in SHULMAN (ed): Review of Research in Education, Peacock Publ., Ithaca, NY.
- STRONG, L.E. (1970), "Differentiating Physical and Chemical Changes". J. Chem. Educ. Vol.47, Núm.10, pp 689-90
- TABOR, D. (1979), "Gases, liquids and solids", Cambridge Univ. Press
- TATON, R., (1981), "Histoire Générale des Sciences, Vol. I: Le XIX^e Siècle". Presses Univ. de France.
- THIER, H.D. i HILL, T., (1988), "Chemical Education in Schools and the community: the CEPUP project". International Journal of Science Education, Vol.10, Núm.4, pp 421-430.
- THORNDIKE R.L. & HAGEN E.P. (1955), Measurement and evaluation in Psychology and education. John Wiley and Sons, N.York.
- TIBERGHIEU, A. i DELACÔTE, G. (1976), "Conception de la chaleur chez les enfants de 10 a 12 ans", Proceedings of the GIREP meeting, Eds: Taylor and Francis.
- TIBERGHIEU, A. (1980), "Models and conditions of learning; an example: the learning of some aspects of the concept of heat" in TRAVERS R. M.W (1986) 'Introducción a la investigación educacional' Paidós Educador , Barcelona.

TIBERGHIEU, A. i BARBOUX, M. (1983), "Difficultés de l'acquisition de la notion de température par les élèves de 6ème". A Giordan, A. i Martinand, J.L.(eds.): "Quelles recherches pour l'Education Scientifique?. Actes des 5^{èmes} Journées sur l'education scientifique". Chamonix.

TOBIN, K.; PIKE, G. ; & LACY, T. (1984), "Strategy analysis procedures for improving the quality of activity-oriented science teaching". European Journal of Science Education , Vol.6, Núm.1, pp 79-89

TOBIN, K. (1988), "Improving science teaching practices" . International Journal of Science Education, Vol.10, Núm.5, pp 475-484.

TRAVERS, R. (1986), "Introducción a la investigación educacional", Paidós Educador, Barcelona

TUKEY J.W. (1977) 'Exploratory Data Analysis ' Addison- Wesley Publ.Co. Reading, MASS

VEGA(De), M. (1985), "Nuevas perspectivas del procesamiento de la información". Estudios de psicología, Núm.22, pp 3-17.

VIENNOT, L. (1977), "Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire". Thèse de Doctorat d'Etat, Université Paris 7.

VIENNOT, L. (1979a), "Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire". Hermann, Paris.

VIENNOT, L. (1979b), "Spontaneous reasoning in elementary dynamics". European Journal of Science Education, Vol.1, Núm.2 pp 205-221 .

WADDINGTON, D.J. (1984) , "Teaching school Chemistry", UNESCO, París.

WALTON, A.J.(1983), "Three phases of matter", Clarendon Press, Oxford

WANDERSEE, J.H.(1985), "Can the History of Science help Science Educators anticipate Students' misconceptions?", Journal of Research in Science Teaching, Vol.23, Núm.7, pp 581-597.

WATTS, D.M. i GILBERT, J.K., (1989), "The 'new learning': Research, development and the reform of school science education". Studies in Science Education, Vol.16, pp 75-121.

WELLINGTON, J.(1989), 'Skills and processes in Science Education. A critical analysis'. Routledge, London.

WELKOWITZ et al.(1981) Estadística aplicada a las Ciencias de la educación Santillana. Aula XXI, Madrid

WESLEY W.G. (1987) 'Toward a cognitive Physics course'. A Novak, J.(ed.): 'Proceedings of the 2nd International Seminar Misconceptions in Science and Mathematics'. Cornell University. Ithaca, NY. Vol I, p 578.

WEST, L.H.T. & FENSHAM, P.J. (1974), "Prior knowledge and the learning of science. A review of Ausubel's theory of his process". Studies in Science Education, Vol.1, pp 61-81

WEST, L.H.T.; GARRARD, J. i FENSHAM, P. (1982), "Intended cognitions in Science Teaching". The Australian Science Teachers Journal, Vol.28, Núm.1, pp 5-12.

WEST LEO and PINES A.L. (eds.)(1985)' Cognitive structure & conceptual change' Academic Press .London

WHITE R.T.(1988), "Learning science", Basil Blackwell , Oxford

WINER, B.J.(1970), "Statistical principles in experimental design". Mc Graw , New York

WITTROCK M.C. (1989) "La investigacion de la enseñanza, I. Enfoques, teorías y métodos" . Paidós Educador Barcelona.

WOLTERS M.A. (1987) 'Schooling and the development of Metacognition'. A Novak, J.(ed.): 'Proceedings of the 2nd International Seminar Misconceptions in Science and Mathematics'. Cornell University. Ithaca, NY. Vol I, pp 521.

YAGER, R. E. & PENICK, J. E. (1984), "What students say about science teaching and science teachers". Science Education, Vol.68, Núm.2, pp 143-152.

YOUNGMAN, M.B. (1979), "Analysing social and educational research data". McGraw-Hill, London.

ZACCAGNINI, J.L i DELCLAUX, I. (1982), "Psicología cognitiva y procesamiento de la información" a Delclaux, I i Seoane, J.(eds.) "Psicología cognitiva y procesamiento de la información. Teoría, práctica y aplicaciones". Pirámide, Madrid.

ZEE (van), E.H & McDERMOTT L.C. (1987). "Investigation of student difficulties with Graphical Representations in Physics". A Novak, J.(ed.): 'Proceedings of the 2nd International Seminar Misconceptions in Science and Mathematics'. Cornell University. Ithaca, NY. Vol I, p 531.

LLISTA D'ERRATES¹

- Pàg 8: A la trenta cinquena línia escrita hi ha de dir:
"del seu estadi concret al formal"
- Pàg 102: A la Taula 4.2, el context corresponent a les qüestions
Núm 7 i 8 ha de ser C (científic)
- Pàg 230: Just a la línia anterior a la Conclusió Núm.3 hi ha de
dir: "... seccions 6.2.2 i 6.3.2"
- Pàg 284: La taula corresponent correspon als "Resultats LOGIT del
pre-test" , i prou!! No es tracta de cap model saturat!
- Pàg 324: Corroborant el que es deia a les últimes línies de la
pàgina 116, a la segona línia d'aquesta pàg. 324 hi ha
de dir: "..... prediccions o/i explicacions"

¹Ja modificades a les còpies més recents

i
b

A N N E X O S