

CAPÍTOL 7

ESTUDI CORRELACIONAL

7.1.- ESTUDI DE LES VARIABLES

Per tal de poder fer els càlculs, hem establert els següents criteris.

- Només tenim en compte els subjectes dels quals tenim totes les dades: els que al setembre de 1997 van realitzar les tres parts de la prova i han finalitzat la primera convocatòria de les assignatures de primer i segon quadrimestre de primer curs. Hem de tenir present que hi ha alumnes que abandonen la universitat abans d'acabar el primer curs.
- No considerem els alumnes repetidors, que tan sols han de cursar algunes assignatures de primer.
- No considerem tampoc aquells estudiants que tenen assignatures convalidades perquè ja han cursat estudis universitaris o, encara que no els hagin finalitzat, han superat alguna de les assignatures afins a la titulació de Fisioteràpia.
- És un fet que hi ha subjectes que no es presenten a tots els exàmens les assignatures de què estan matriculats i opten per deixar-ne alguns per a una convocatòria posterior. Considerem el "no presentat" com a *missing*, perquè no podem donar un valor a aquestes dades ja que les causes d'índole personal per les quals l'estudiant ajorna la convocatòria són múltiples.

L'estudi correlacional s'ha realitzat amb una mostra de 149 subjectes i s'hi han aplicat els criteris que acabem de comentar.

7.1.1.- Variable independent

En la nostra recerca la variable independent són els coneixements previs dels estudiants en ingressar als estudis universitaris de Fisioteràpia, mesurats a partir de l'instrument dissenyat en la nostra investigació.¹

A l'hora d'iniciar el càlcul correlacional ha calgut decidir sobre la manera d'obtenir el valor corresponent a la variable independent perquè, com recordarà el lector, la prova de coneixements previs està constituïda per tres parts. Hem valorat diferents possibilitats d'obtenir una mitjana ponderada de les tres qualificacions, per exemple en funció de la durada de cada part de la prova o del nombre de preguntes. També hem pensat de valorar la globalitat de la prova després d'equilibrar l'aportació de les diferents parts. Així mateix, les tres parts de la prova es podrien repartir amb igual pes cadascuna o es podrien agrupar primer en dues grans temàtiques, els conceptes previs per una banda i la comprensió lectora i l'expressió escrita per altra, per tal de fer després un promig entre els dos blocs. Després de comprovar que els resultats obtinguts són similars i ens condueixen a unes mateixes conclusions, optem per calcular la mitjana de les tres qualificacions i considerar aquest valor com la variable independent.

A continuació adjuntem l'histograma obtingut a partir de les freqüències.² La qualificació més baixa és 0.64 i la més alta és 8.44. La mitjana és 4.3 i la desviació estàndard és 1.45. El 38.2% dels subjectes obtenen una qualificació superior a cinc. La prova de normalitat de Kolmogorov-Smirnov indica que la distribució és normal ($z=0.7796$, $p=0.5777$).

¹ Vegeu en el capítol 3, Metodologia, l'apartat 3.1.1: Estudi de les variables.

² Vegeu les freqüències a l'annex 39.

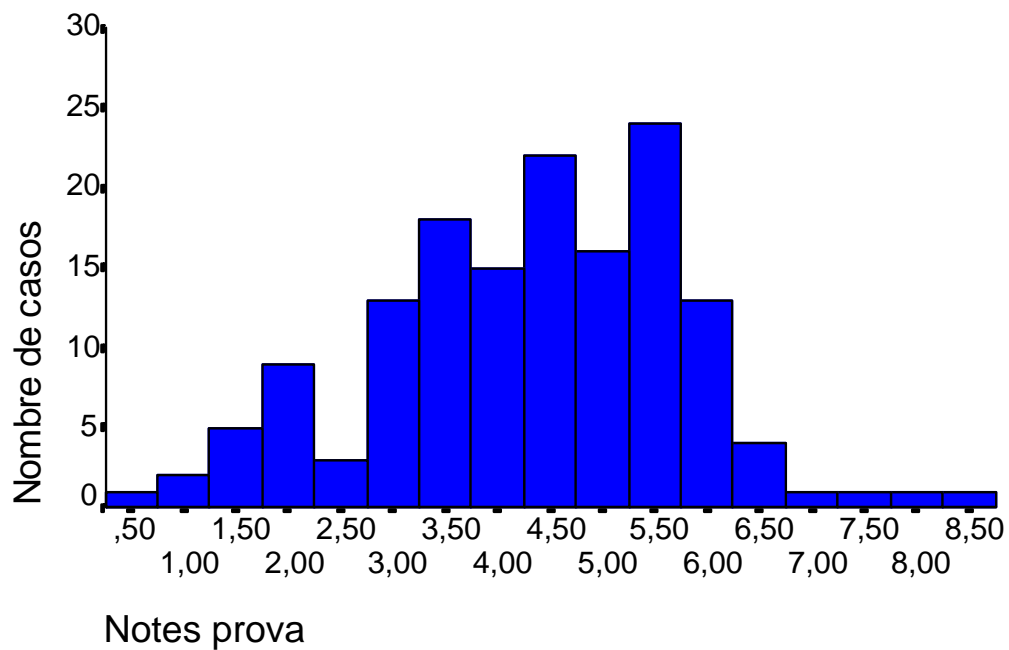


Fig. 7.1.- Freqüències de la variable independent

Cerquem l'edat i les vies d'accés dels 57 subjectes que han obtingut una qualificació superior a cinc en la prova. A continuació visualitzarem les dades en el quadre següent.

	nombre de subjectes de la mostra nre. %		nombre de subjectes que obtenen una nota superior a 5	% dels subjectes que obtenen una nota superior a 5	% dels subjectes de cada via d'accés i edat
COU	117	78.5	45	78.9	38.4
Batxillerat LOGSE	10	6.7	2	3.5	20.0
FP2	11	7.4	3	5.2	27.2
Mòduls Professionals	2	1.3	1	1.7	50.0
Majors de 25 anys	5	3.3	4	7.0	80.0
Estudis superiors	2	1.3	1	1.7	50.0
Sense dades	2	1.3	1	1.7	50.0
TOTAL	149		57		38.2
de 17 a 19 anys	88	59.0	33	57.9	37.5
de 20 a 23 anys	46	30.8	15	26.3	32.6
de 24 a 38 anys	15	10.1	9	15.8	60.0
TOTAL	149		57		38.2

Fig. 7.2.- Vies d'accés i edat dels subjectes de la mostra i dels alumnes que obtenen una nota superior a 5 en la variable independent

7.1.2.- Variable dependent

En el nostre estudi la variable dependent és el rendiment acadèmic dels subjectes de la mostra mesurat a partir de les qualificacions obtingudes en finalitzar la primera convocatòria de totes les assignatures del primer i segon quadrimestres del primer curs de Fisioteràpia.³

Hem calculat el valor d'aquesta variable a partir de la mitjana de les qualificacions obtingudes per cada subjecte.⁴ Com ja hem mencionat anteriorment en el nostre treball, l'alumnat de primer curs de Fisioteràpia de l'EUIFB de l'URL cursa quinze assignatures molt diverses i que, per tant, s'avaluen objectius pedagògics molt diferents.⁵ Malgrat aquesta diversitat d'objectius i temàtiques que presenta el pla d'estudis, no ens ha semblat oportú plantejar-nos una distinció entre assignatures i donar més pes a unes que a unes altres. També ens interessa aquí una valoració global del rendiment acadèmic, i, en definitiva, totes les assignatures, estiguin més o menys vinculades a les Ciències de la salut, formen part del conjunt del curs i cal aprovar-les per acabar la carrera i obtenir el reconeixement social que proporciona una titulació universitària.

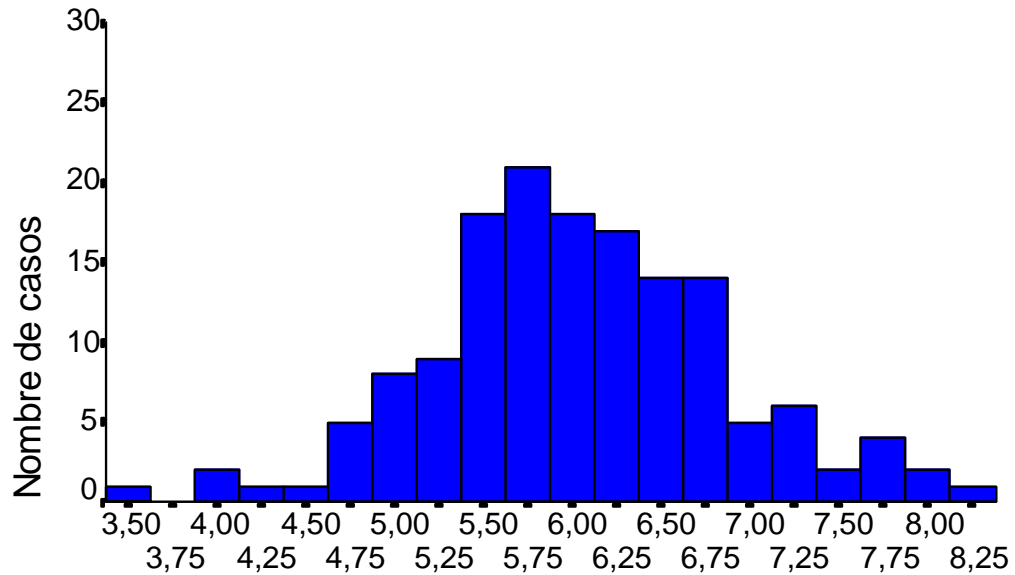
Presentem a l'annex 40 les freqüències de la variable dependent. La mitjana obtinguda és 6.0, el valor més elevat és 8.23 i el mínim és 3.56. El

³ Vegeu en el capítol 3, Metodologia, l'apartat 3.1.1: Estudi de les variables.

⁴ Recordem que la mitjana es calcula sobre el total d'assignatures a què s'han presentat els subjectes, no sobre el total d'assignatures de primer curs.

⁵ Aquestes matèries són: Fonaments de Fisioteràpia I, Bioquímica humana, Anatomia i Fisiologia del cos humà, Antropologia i fet religiós, Informàtica aplicada, Seminari interdisciplinari, Tècniques de Fisioteràpia I, Estadística clínicas I, Fonaments físics de la Fisioteràpia, Aparell locomotor, Sistema nerviós, Psicologia, Estadística aplicada, Fisioteràpia comunitària, Salut i medi ambient o Català A (pels alumnes de fora de Catalunya). Recordem que a l'annex 5 adjuntem el pla d'estudis de la diplomatura de Fisioteràpia de l'EUIFB de l'URL per al curs 1997-1998.

91.9% de la mostra ha obtingut una mitjana superior a cinc. La desviació estàndard és 0.82. Adjuntem l'histograma corresponent.



Notes

Fig. 7.3.- Freqüències de la variable dependent

La prova de normalitat de Kolmogorov-Smirnov ofereix un valor de $z=0.6153$, $p=0.8434$, cosa que indica que es tracta d'una distribució normal.

7.2.- CORRELACIÓ ENTRE LES VARIABLES

Conforme a la metodologia correlacional exposada en el punt 3.4.1 del capítol 3 sobre metodologia, hem calculat el coeficient de correlació de Pearson entre les dues variables. El coeficient és 0.2392, $p=0.003$. D'acord amb les aportacions bibliogràfiques que apareixen en el capítol citat, observem que hi ha una lleugera relació entre les variables, la correlació és baixa però estadísticament significativa. Tot seguit visualitzem la correlació lineal positiva en la següent gràfica de dispersió amb la recta de regressió.

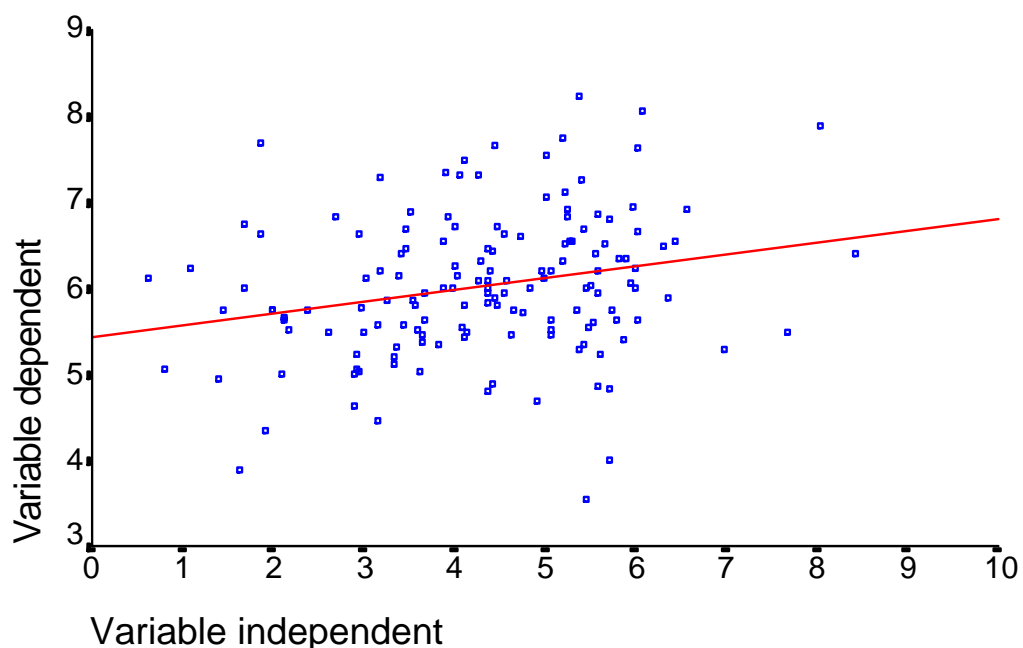


Fig. 7.4.- Correlació variable independent-variable dependent

El coeficient de determinació és 0.0572. És a dir, que el 5.72% de la variància és compartida per les dues variables (la VI i la VD).⁶

⁶ En la recerca realitzada per Chandran i altres (1987) en què es relacionaven variables predictores, com el pensament formal i els coneixements previs, amb el rendiment en el camp de la Química, mesurat aquest darrer mitjançant tres variables -les aplicacions de laboratori,

Volem ressaltar algunes dades més que considerem interessants. Per exemple, vuit dels dotze subjectes que tenen menys de cinc en la variable dependent, també compleixen aquesta condició en la independent. Així mateix, observem que dels 57 subjectes que obtenen una qualificació superior a cinc en la prova de coneixements previs (VI), 53, és a dir, el 92.9%, presenten un rendiment acadèmic (VD) superior a cinc. Per tant, una majoria important dels alumnes es mantenen dins una franja de valors positius en totes dues variables. Hem cercat les dades dels quatre subjectes que havent superat la prova de coneixements previs no obtenen un rendiment acadèmic satisfactori. Tres d'aquests subjectes no s'han presentat a totes les assignatures de què estaven matriculats (concretament s'han presentat a set, vuit i deu de les quinze de primer curs); podem suposar que hi ha hagut circumstàncies personals que els han impedit de seguir amb normalitat el curs.

els càlculs químics i el coneixement del contingut-, la variància explicada pels coneixements previs oscil·la entre el 4% (càlculs químics) fins el 6% (aplicacions de laboratori).

7.3.- ALTRES CORRELACIONS

Creiem que val la pena completar l'estudi correlacional comprovant també altres possibles correlacions entre les variables i les seves diferents components per cercar si hi ha alguna correlació significativa que pugui interessar-nos en el nostre treball.

A continuació exposem les informacions aconseguides ordenades de la següent manera:

- 1.- relació entre la variable independent i els diferents components de la variable dependent,
- 2.- relació entre els diferents components de la variable independent i la variable dependent,
- 3.- relació entre els diferents components de la variable independent i els diferents components de la variable dependent.

Al final del capítol hem afegit un comentari sobre la relació entre les PAAU i les variables independent i dependent que pensem que té força interès.

1.- Relació entre la variable independent i els diferents components de la variable dependent

Hem calculat les correlacions entre el resultat de la prova (VI) i les quinze assignatures que constitueixen la variable dependent.

Com ja hem dit abans, el pla d'estudis el forma un conjunt d'assignatures bastant heterogeni a primer curs.⁷ A més, quan analitzem els resultats acadèmics de cadascuna d'aquestes assignatures, comprovem que hi ha importants diferències en el seu

⁷ En el pla d'estudi veiem que hi ha (vegeu la nota a peu de plana nº 5 en la pàg. 383 d'aquest mateix capítol) matèries amb objectius, metodologies i avaluacions molt diferents; per exemple, assignatures com Estadística clínicas o pràctiques en centres sanitaris i altres com Estadística aplicada o Bioquímica humana.

comportament estadístic, tot i que totes s'han treballat amb el mateix grup d'alumnes. Ens referim bàsicament a la comparació dels valors de les mitjanes i les desviacions estàndards.⁸

Hem advertit que hi ha poques correlacions estadísticament significatives. Les dades més interessants corresponen a la relació entre la variable independent i les assignatures de Bioquímica humana ($r=0.3565$, $p=0.000$), de Sistema nerviós ($r=0.2902$, $p=0.001$) i de Fonaments físics de la Fisioteràpia ($r=0.2392$, $p=0.007$).⁹

2.- Relació entre els diferents components de la variable independent i la variable dependent

Dels càlculs sobre les correlacions entre els resultats de cadascuna de les tres parts de la prova i el rendiment acadèmic (VD), observem que els coeficients no arriben al mínim de 0.20, malgrat que la relació entre la variable dependent i les dues primeres parts de la prova siguin estadísticament significatives.

3.- Relació entre els diferents components de la variable independent i els diferents components de la variable dependent

En general, no hi ha correlacions significatives estadísticament entre les diferents parts de la prova i les diferents assignatures de primer curs. Hi ha correlació entre la nota de la primera part de la prova, el test de coneixements previs, i la de Bioquímica humana ($r=0.3264$, $p=0.000$) i entre la segona part de la prova, el test de comprensió lectora, i aquesta mateixa assignatura ($r=0.3169$, $p=0.001$).

Tenim la nota que han obtingut en les PAAU la major part dels subjectes, concretament de 128.¹⁰ Calculem la correlació existent entre les PAAU i la variable independent. El valor és $r=0.3026$, $p=0.001$. Hi ha correlació lineal positiva i és estadísticament significativa. Adjuntem el diagrama de dispersió i la recta de regressió.

⁸ Vegeu a l'annex 41.

⁹ Els coeficients de determinació són 0.1270, 0.0842 i 0.0572, respectivament per a la Bioquímica humana, Sistema nerviós i Fonaments físics de la Fisioteràpia. És a dir, la variable independent o el resultat final de la prova comparteix el 12.70%, 8.42 i 5.72% de la variància amb els resultats obtinguts en aquestes matèries respectivament.

¹⁰ Recordem que en l'estudi correlacional el total de subjectes és de 149.

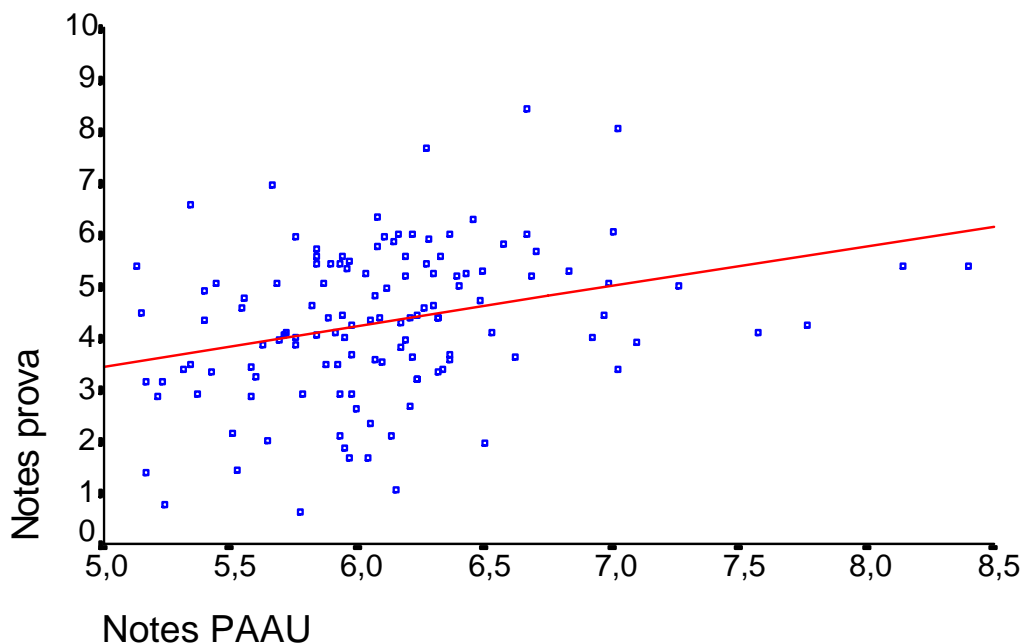


Fig. 7.5.- Correlació notes de les PAAU - variable independent

El coeficient de determinació és 0.0915 i indica la variància compartida entre les dues variables. Així, un 9.15% dels motius que produeixen variància en aquestes dues variables són els mateixos.

També calculem la correlació entre els resultats de les PAAU, i la variable dependent. En aquest cas el coeficient r de Pearson és 0.5808, $p=0.000$. Hi ha correlació positiva entre el rendiment acadèmic dels estudiants i el resultat que havien obtingut en les PAAU i és estadísticament significativa. Adjuntem el diagrama de dispersió amb la recta de regressió.

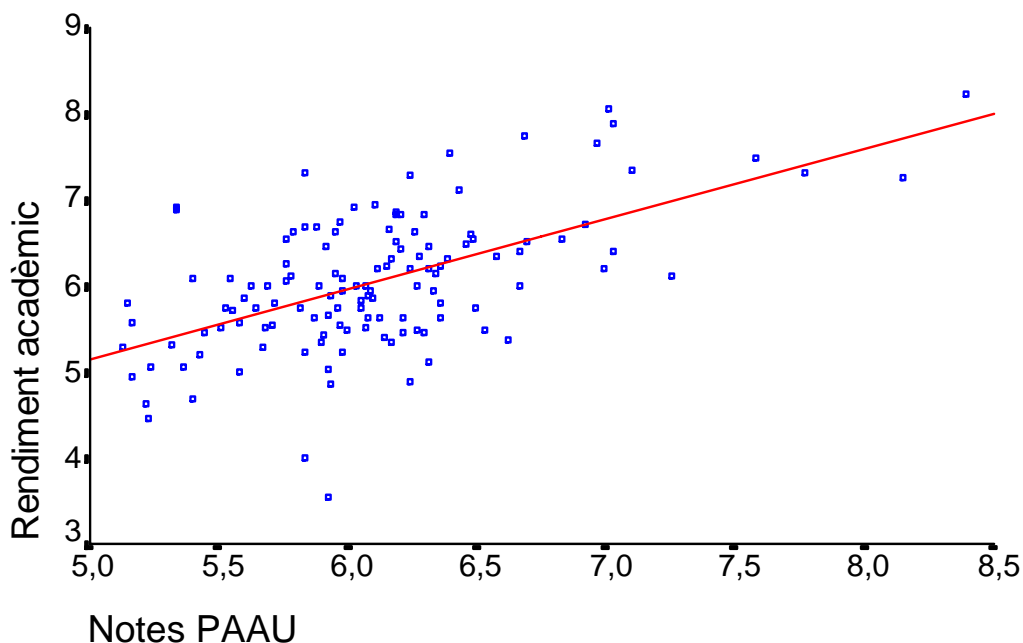


Fig. 7.6.- Correlació notes de les PAAU - variable dependent

En la gràfica veiem dos casos situats entre les qualificacions més baixes de rendiment acadèmic. N'hem cercat les dades i hem constatat que aquets subjectes no s'han presentat a cinc i set assignatures de les quinze que cursaven.

El coeficient de determinació és 0.3373. És a dir, el 33.73% dels motius que produeixen variància en aquestes dues variables són els mateixos.

Observem en aquest apartat les correlacions més altes d'aquest capítol.¹¹ Encara que les PAAU no són objecte del nostre estudi, cal tenir presents aquestes dades a l'hora de reflexionar sobre la problemàtica general de la nostra recerca.

¹¹ Recordem que les PAAU no sols inclouen els resultats dels exàmens, sinó també l'expedient de l'alumne de BUP i COU o del batxillerat LOGSE.

CAPÍTOL 8

CONCLUSIONS I PROPOSTES

8.1.- RESUM DE RESULTATS

Resumim ara aquells resultats que han anat sorgint al llarg de la nostra recerca i els relacionarem amb els objectius formulats en el primer capítol i la hipòtesi de treball plantejada en el tercer capítol de la tesi.

1.- En referència al primer objectiu, la recerca bibliogràfica ens ha demostrat que l'aprenentatge dels conceptes científics i el desenvolupament de les habilitats cognitives és un tema que preocupa la comunitat pedagògica, especialment amb ocasió de la reforma del sistema educatiu. Establert el nou sistema educatiu, el problema segueix obert i dóna peu a línies d'investigació en el camp de la didàctica i de l'avaluació dels coneixements. Més recentment el debat sobre el tema ha arribat a la docència universitària i a la societat en general (hom pot constatar el ressò que actualment tenen a la premsa els problemes de l'aprenentatge) i s'ha començat a replantejar fins i tot el procés d'accés a la universitat.

2.- Tot i haver seguit una acurada metodologia a l'hora d'elaborar la prova de coneixements previs, hem constatat al llarg de la nostra investigació la dificultat que suposa explorar-los i concretar en dades objectives el nivell dels alumnes. Creiem que com a fruit de la nostra recerca podem presentar un instrument útil que permet diagnosticar l'estat de les idees prèvies referents a assignatures de ciències, procediments de raonament i nivell de comprensió lectora i expressió escrita d'una col·lectivitat preuniversitària.

3.- El nostre treball ens ha fornir una sèrie de dades molt significatives sobre l'estat dels coneixements previs dels alumnes que hem analitzat degudament en el capítol corresponent. Entenem que la principal aportació que ens han proporcionat els resultats de la prova és l'anàlisi de les dades

globals del col·lectiu d'alumnes. L'instrument que hem dissenyat no pretén pas aconseguir una anàlisi acurada de la realitat individual de l'estudiant.

4.- Els coneixements previs que presenten els estudiants de la nostra mostra confirmen la majoria de dades subministrades per la revisió bibliogràfica. L'anàlisi dels nostres resultats coincideix bàsicament amb les conclusions de les investigacions relacionades a la bibliografia, especialment pel que fa referència a la dificultat de l'aprenentatge dels conceptes de la Física. Després del nostre estudi, compartim la idea divulgada ja per alguns autors, també professors universitaris, de la necessitat que els docents d'aquests nivells prenguem consciència de l'estat real dels processos de raonament i del llenguatge dels estudiants que accedeixen als estudis superiors.

5.- Els estudis correlacionals ens mostren que la determinació dels coneixements previs, tal com nosaltres l'hem plantejada, pràcticament no serveix d'instrument de pronòstic del rendiment acadèmic tal com s'avalua actualment, en el primer curs de Fisioteràpia de l'EUIF Blanquerna de la URL. L'alumnat, malgrat el nivell demostrat per les dades recollides en la prova en començar els estudis universitaris, aconsegueix un rendiment acadèmic que li permet en termes generals superar el curs.

En acabar la nostra tesi podem afirmar que hem aconseguit l'objectiu general que ens havíem proposat: hem avaluat si la determinació dels coneixements previs pot constituir un instrument de pronòstic del rendiment acadèmic universitari dels estudiants de primer curs de Fisioteràpia. I el resultat de l'estudi, malgrat ser positiu, se situa en un valor tan baix que es fa difícil acceptar la hipòtesi. Conseqüentment, la hipòtesi queda acceptada, però amb una matisació necessària: els coneixements previs de l'alumnat

pronostiquen en molt poc grau, mínimament, el rendiment acadèmic en els estudis universitaris de Fisioteràpia.

8.2.- DISCUSSIÓ I PROPOSTES

En finalitzar el nostre estudi volem examinar les conclusions que suggereixen implicacions en la teoria i en la pràctica docent i que poden ser desenvolupades en futures investigacions.

1.- Vistos els resultats obtinguts en el nostre estudi, podríem qüestionar-nos si és necessari que els docents universitaris coneguin els coneixements previs dels estudiants quan ingressen a la universitat. Els mateixos estudiants han de ser conscients dels seus coneixements previs? El lema d'Ausubel al qual ens hem referit en la nostra recerca sembla que no es té massa en compte en la docència universitària,¹² possiblement per manca de consciència de les implicacions que suposa el model constructivista de l'aprenentatge entre el professorat. No s'acostumen a fer avaluacions inicials en començar els cursos universitaris i normalment els ensenyants desenvolupen el seu discurs en funció d'una metodologia i d'uns objectius preestablerts. Pozo, en el pròleg de Benlloch (1997, pàg.15), és molt clar: "Quien no conoce sus teorías implícitas, o las de sus alumnos, está condenado a repetir las o mantenerlas".¹³ Seria interessant proposar investigacions sobre el grau de coneixença que els docents i els mateixos universitaris tenen de les seves idees entorn dels conceptes científics relacionats amb els estudis a què es dediquen.

¹² Ausubel, Novak i Hanesian (1983, pàg. 26): "Si tuviera que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría éste: el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averigüese esto, y enséñese consecuentemente."

¹³ Pozo (1993, pàg. 244) ja havia constatat que la reflexió sobre les pròpies idees, la presa de consciència d'aquestes idees per part de l'alumne és fonamental en l'aprenentatge de conceptes científics.

De tota manera, la determinació dels coneixements previs (sempre que prenguem consciència de la situació, evidentment) possiblement no és suficient perquè es produeixi el canvi conceptual.¹⁴ O és que potser només el poden fer els experts? Pozo i altres (1992, pàg. 11) afirmen: “Una vez más, el conocimiento experto se caracteriza por una mayor reflexión y autoconocimiento. El científico no reflexiona tanto sobre los objetos como sobre sus teorías sobre los objetos.” Fóra interessant determinar si a la universitat es produeix un canvi conceptual, és a dir, si l'alumnat, quan finalitza un curs universitari, té les mateixes concepcions alternatives que tenia en iniciar-lo, o quina evolució segueixen les seves habilitats d'aprenentatge.

2.- En la descripció dels coneixements previs dels estudiants hem constatat mancances en els processos de raonament. Uns alumnes com els de la nostra mostra, que han superat els darrers cursos de l'escola i les proves de selectivitat, mostren deficiències importants en coneixements bàsics de les disciplines qüestionades i, a més, presenten contradiccions, suposadament inconscients, en les seves respostes. Aquesta situació denota una manca de reflexió sobre el propi aprenentatge.

Creiem imprescindible que la universitat tingui molt present l'objectiu de fomentar les habilitats que permetin millorar els processos de raonament (Monereo, 1990). L'alumnat ha de reflexionar sobre les seves pròpies idees.¹⁵

¹⁴ Hi ha concepcions alternatives, per exemple les concepcions newtonianes, que persisteixen en l'alumnat tant després d'un ensenyament tradicional com d'un ensenyament per descobriment basat en l'exercici del pensament formal (Pozo, 1987b, pàg. 83).

¹⁵ Pozo i altres (1992, pàg. 10) expliquen així aquest procés: “La frase de Vygotski según la cual ‘La conciencia es contacto social con uno mismo’ cobra aquí todo su significado. Sólo mediante la toma de conciencia de las propias teorías o modelos implícitos que solemos usar para interpretar la realidad podremos llegar a superar éstos, y esa toma de conciencia es uno de los productos de la instrucción y por tanto de la vida social. [...] Dado que, como el personaje de Molière, todos nosotros hablamos en prosa sin saberlo, sólo un desarrollo del metacognoscimiento -o conocimiento sobre los propios conocimientos- permitirá al alumno controlar esos procesos que normalmente se activan de modo automático.”

Segurament es fa necessari un canvi de prioritats en els objectius de l'ensenyament-aprenentatge. Maiztegui (1993, pàg. 222) afirma:

Es apropiado un cambio en la prioridad de los objetivos de la enseñanza-aprendizaje, desplazando su centro de interés desde la enunciación de contenidos (definiciones, teoremas, leyes) y la ejercitación con problemas numéricos, hacia la construcción de esas definiciones, teoremas, etc., mediante la discusión conceptual de los mismos; y hacia una ejercitación con análisis cualitativos de situaciones físicas problemáticas (sin abandonar los ejercicios numéricos).

Seguint les aportacions de diversos autors (Pozo, 1987c; Pozo i Carretero, 1987; Benlloch, 1997), s'hauran de recercar nous plantejaments didàctics que facilitin aquest procés de metacognició.¹⁶ En aquesta línia

Transcrivim també les següents paraules de Delors (1996, pàg. 77-78): "Aprender per conèixer suposa primer aprendre a aprendre, per l'exercici de l'atenció, de la memòria i del pensament. L'exercici de pensar, ha d'incloure anades i tornades entre el concret i l'abstracte. El procés d'aprenentatge del coneixement no s'acaba mai i es pot enriquir de totes les experiències. L'educació inicial pot ser considerada un èxit quan ha donat l'impuls i les bases que permetran continuar aprenent al llarg de la vida."

¹⁶ "Tal vez ese profesor pesimista pueda haber llegado a la conclusión de que la enseñanza de la ciencia no es ya contraintuitiva sino literalmente 'contra natura'... Y, sin embargo, nosotros pensamos que se puede enseñar ciencia a los adolescentes. [...] No se trata de ofrecer recetas fáciles ni soluciones unívocas, sino todo lo contrario, de reivindicar la complejidad de la enseñanza de la ciencia y, por tanto, la necesidad de que los profesores se enfrenten a ella con armas más adecuadas que hasta ahora. [...] Es preciso ir hacia posiciones que permitan la integración de diversas estrategias o modelos didácticos." (Pozo, 1987c, pàg. 109 i 111)

"En cualquier caso, para conseguir el avance conceptual de los alumnos es necesario conectar la ciencia con sus ideas intuitivas y con las experiencias cotidianas en las que éstas se basan, partiendo en todo momento de posiciones que reconozcan el carácter constructivo del aprendizaje." (Pozo i Carretero, 1987, pàg. 48)

"Si un cambio conceptual puede producirse en el cambio de las teorías intuitivas parece aconsejable propiciar su explicitación a través de la instrucción. Esto tal vez requiera una orientación práctica muy diversa en la que estén presentes tanto experimentos como discusiones en clase, planteamiento de problemas, ejemplos y contraejemplos, lectura de textos científicos, adecuación de materiales y una variedad de propuestas didácticas. En la medida en que todo ello contribuya a hacer conscientes y explícitas esas teorías será posible analizar con los alumnos los conceptos y las ideas que forman su tejido, condición 'sine qua non' para tejer o retejer uno distinto." (Benlloch, 1997, pàg. 190)

poden explorar-se noves possibilitats com, per exemple, la realitat virtual, que pot ser útil per ajudar els estudiants a comprendre conceptes complexos com la Física de Newton o la Física quàntica. Loftin i els seus col·laboradors acaben de crear un “Laboratori virtual de Física”.¹⁷ La creació d'aquest laboratori va ser motivada per la constatació que nombrosos estudiants tenien idees equivocades de conceptes bàsics de Física. Loftin va partir de la hipòtesi que si l'alumnat pogués controlar variables de l'entorn normalment inacessibles (com la gravetat) aprendria correctament. Els entorns virtuals impliquen una experiència interactiva, reproducció del concepte, representació del coneixement que va més enllà de l'abstracció de les fórmules matemàtiques típiques dels cursos de Física (Burdea i altres, 1996, pàg. 324-325).

Suggerim que la recerca de nous enfocaments didàctics ha de basar-se, sobretot, en la presa de consciència de les pròpies idees i dels propis processos d'aprenentatge (tant per part dels docents com dels estudiants) i en la seva discussió. La relació professor-alumne s'hauria de convertir en una veritable col·laboració d'investigació en què el docent facilités el desenvolupament del pensament dels alumnes i els ajudés a desenvolupar la seva capacitat intel·lectual.

3.- En la nostra recerca hem avaluat el grau de comprensió de conceptes científics i el nivell d'adquisició d'habilitats d'aprenentatge. L'estudi correlacional mostra que hi ha poca correlació entre el nivell assolit en l'avaluació inicial esmentada i els resultats acadèmics del primer curs. Sembla, doncs, que els coneixements previs seleccionats en l'estudi no són un factor fonamental en l'èxit acadèmic. D'aquestes constatacions poden sorgir un seguit

¹⁷ Loftin, B., Engelberg, M. i Benedetti, R. (1993). *Applying Virtual Reality in Education: A Proptotypical Virtual Physics Laboratory*, a Proceedings of IEEE symposium on Research Frontiers in Virtual Reality, San José, CA, 25-26 d'octubre.

d'investigacions certament interessants. Algunes ja les hem mencionat, com per exemple, fer un seguiment de l'evolució o la persistència d'algunes de les idees contingudes en l'avaluació inicial, de l'avanç de les habilitats (comprensió lectora, expressió escrita) o del procés de raonament. També creiem fonamental iniciar estudis sobre la manera com les diferents assignatures es plantegen el procés d'avaluació: és coherent l'avaluació que fem amb els objectius formatius que ens proposem? No podria ser que, tal com tenim plantejada la docència en general, l'alumnat, en lloc de desenvolupar estratègies d'aprenentatge, desenvolupés estratègies per aprovar?

Michavila, reflexionant sobre la necessitat de millorar la qualitat docent a la universitat, deia en el seu article a *El País* del 10 de novembre de 1998 que cal procedir a una revisió crítica dels sistemes d'avaluació de l'aprenentatge. En aquest sentit és suggerent l'experiència feta a Polònia sobre proves orals de Física per accedir a la universitat que recull Paul J Black (1997), expert en didàctica i avaluació en ciències, en el seu article "L'avaluació al servei de l'aprenentatge" publicat a la revista *Temps d'Educació*:

S'utilitzen les proves orals no només per mantenir-nos fidels a la tradició, sinó perquè molts professors creuen que només mitjançant els exàmens orals l'examinador pot resseguir les idees de l'estudiant i reaccionar fent altres preguntes. Al llarg de la prova és possible explorar, de forma única, l'habilitat de l'estudiant per comunicar-se, per formular les seves idees, per descriure i per explicar fenòmens físics, i per a explicar com i per què s'estableixen nous conceptes i lleis. En resum, tot i que es reconeix la dificultat per assegurar l'objectivitat dels exàmens, la majoria pensa que la profunditat de les

preguntes i la interacció personal que caracteritzen les proves orals fan que aquestes siguin un mètode indispensable d'avaluació.¹⁸

4.- La nostra recerca ens ha permès constatar el baix nivell de domini del llenguatge (vocabulari, sintaxi, capacitat d'expressió, comprensió lectora...) per part dels estudiants.¹⁹

En les discussions acadèmiques, els professors hauríem d'aconseguir que els estudiants no emprin només lèxic científic (que en ocasions ni comprenen), termes propis de cada disciplina, sinó que es comuniquin amb "llenguatge científic",²⁰ utilitzin una manera de raonar pròpia de les ciències. Per comprendre com s'arriba a desenvolupar aquest raonament científic és un bon instrument l'anàlisi de processos com ara la forma en què els alumnes relacionen diferents components d'un raonament científic, quines justificacions fan servir (en cas que ho facin) per arribar a determinades conclusions, si aquestes justificacions es basen en coneixements científics o no, etc. (Jiménez Aleixandre, 1998).

En la nostra societat, a mesura que avança la tecnologia, el coneixement científic té menys utilitat personal per a la praxi quotidiana. D'altra banda, les ciències són cada vegada més presents en la nostra vida diària; conseqüentment, l'ensenyament científic ha de trobar nous significats i finalitats en aquest context.²¹

¹⁸ Plazak, T. i Mazur, Z. (1993). *University Entrance in Poland*, a Black, P.J. (ed.) *Physics Examinations for University Entrance: an International Study*. Science and Technology Education Document, 45. París: UNESCO. Pàg. 128.

¹⁹ Ja hem reflexionat sobre aquesta realitat en les conclusions de l'anàlisi dels resultats de l'aplicació de la prova. Vegeu el capítol 6, l'apartat 6.7.

²⁰ Galagovsky i altres (1998, pàg. 320) afirmen que el docent s'ha de sentir "comunicador de l'estructura lingüística" de la seva assignatura.

²¹ En la presentació de les Jornades "Idees per a una cultura científica" organitzades en el Museu de la Ciència de la Fundació "la Caixa" de Barcelona el 30 i 31 d'octubre de 1998

En conseqüència creiem que s'hauria d'impulsar la innovació en l'ensenyament de les ciències en totes les etapes del sistema educatiu amb l'objectiu de donar l'oportunitat de conèixer el "procés de fer ciència" i introduir la controvèrsia com a característica natural de la ciència.

5.- Abans de concloure aquest capítol també vull esmentar alguna de les conclusions metodològiques a què he arribat després de la interessant experiència investigadora que ha significat per a mi aquesta tesi. Personalment crec que cal seguir la recerca en la problemàtica que ha volgut afrontar el nostre treball.²² Per mi, els passos següents haurien de ser continuar treballant amb estudis correlacionals com el que hem desenvolupat, però introduint-hi importants modificacions metodològiques. Crec que en futures investigacions caldria:

a) delimitar al màxim l'abast de les variables de tal manera que es pugui arribar a conclusions molt més concretes sobre la realitat de l'aprenentatge en els primers cursos universitaris;

s'afirma: "En el món actual la ciència i la tecnologia influeixen cada vegada més en la vida quotidiana de tothom. Paradoxalment, no es pot dir que la cultura científica del ciutadà normal avanci en correspondència amb aquesta influència creixent. Al contrari, a pesar que la nostra societat posa a l'abast del ciutadà una gran riquesa de mitjans de difusió de la ciència, tot fa pensar que el coneixement científic no aconsegueix penetrar en el pensament intuïtiu de l'home del carrer. Fins i tot en estudis universitaris, de carreres no científiques, es mantenen conceptes més propis de la física aristotèlica que no de la ciència actual; com ara que el moviment constant necessita ser mantingut per una força constant, que els cossos més pesants cauen més de pressa que els més lleugers, o que les característiques dels éssers vius vénen determinades majoritàriament per l'ambient en el qual viuen."

El fet de que avui trobem moltes notícies relacionades amb la ciència en els mitjans de comunicació no garanteix que estiguin plantejades correctament des del punt de vista científic. Aquesta situació pot dificultar la relació entre els conceptes difosos socialment i els "apresos" en el context escolar. Adjuntem a l'annex 42 la reflexió de Pascual sobre "La gravedad del Discovery" publicada a *La Vanguardia* el 9 de novembre de 1998 i que vol reflectir la contradicció suara esmentada.

²² Els coneixements previs de l'alumnat, influeixen en el seu rendiment acadèmic universitari?

b) introduir metodologies qualitatives que permetin comprendre i interpretar millor sobre la base d'observacions més directes i personalitzades la influència dels coneixements previs en el rendiment acadèmic.

Barcelona, desembre 1998

BIBLIOGRAFIA

- Abimbola, I.O. (1988). The Problem of Terminology in the Study of Student Conceptions in Science. *Science Education*, 72, 175-184.
- Acevedo, J.A. (1989). Comprensión newtoniana de la caída de cuerpos. Un estudio de su evolución en el bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (3), 241-246.
- Acevedo, J.A., Bolívar, J.P., López-Molina, E.J. i Trujillo, M. (1989). Sobre las concepciones en dinámica elemental de los adolescentes formales y concretos y el cambio metodológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (1), 27-34.
- Aliberas, J., Rull, M. i Serra, A. (1997). *Química 1. Batxillerat. Modalitat Ciències. Modalitat Tecnologia*. Barcelona: Castellnou.
- Alonso-Tapia, J. (1995). La evaluación de la comprensión lectora. *Textos de Didáctica de la Lengua y de la Literatura*, 2 (5), 63-78.
- American Psychological Association (1994). *Publication Manual of the American Psychological Association* (4ª ed.). Washington, DC: Autor.
- Arnal, J., Del Rincón, D. i Latorre, A. (1992). *Investigación educativa. Fundamentos y metodología*. Barcelona: Labor.
- Arnal, J. i Omedes, A. (1981). *Fundamentos de estadística*. Barcelona: Daimon.
- Ausubel, D.P.; Novak, J.D. i Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo* (2ª ed.). México: Trillas.
- Bandiera, M., Duprè, F., Ianniello, M.G. i Vicentini, M. (1995). Una investigación sobre habilidades para el aprendizaje científico. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (1), 46-54.
- Banet, E. i Ayuso, E. (1995). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: I. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (2), 137-153.
- Banet, E. i Núñez, F. (1988). Ideas de los alumnos sobre la digestión: aspectos anatómicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), 30-37.

- Banet, E. i Núñez, F. (1989). Ideas de los alumnos sobre la digestión: aspectos fisiológicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (1), 35-44.
- Banet, E. i Núñez, F. (1990). Esquemas conceptuales de los alumnos sobre la respiración. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (2), 105-110.
- Bardanca, M., Nieto, M. i Rodríguez, M.C. (1993). Evolución de los conceptos ácido-base a lo largo de la enseñanza media. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), 125-129.
- Barral, F.M. (1990). ¿Cómo flotan los cuerpos que flotan? Concepciones de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (3), 244-250.
- Benlloch, M. (1997). *Desarrollo cognitivo y teorías implícitas en el aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Visor.
- Bisquerra, R. (1987). *Introducción a la estadística aplicada a la investigación educativa. Un enfoque informático con los paquetes BMDP y SPSSX*. Barcelona: PPU.
- Bisquerra, R. (1989). *Métodos de investigación educativa. Guía práctica*. Barcelona: CEAC.
- Black, P.J. (1997). L'avaluació al servei de l'aprenentatge. *Temps d'Educació*, 18, 85-100.
- Blanco, A. (1997, 27 d'octubre). La Universidad, entre el mercado y la sociedad civil. *El País digital*, 542.
- Bloom, B.S. (ed.) (1956). *Taxonomy of Educational Objectives. The Classification of Educational Goals*. New York: McKay.
- Bloom, B.S. (ed.) (1979). *Taxonomía de los objetivos de la educación. Clasificación de las Metas Educativas* (3ª ed.). Alcoy: Marfil.
- Borsese, A., Lumbaca, P. i Pentimalli, R. (1996). Investigación sobre las concepciones de los estudiantes acerca de los estados de agregación y los cambios de estado. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (1), 15-24.

- Braga, I.L. (1987). ¿Ingresan los alumnos en la universidad con un adecuado desarrollo de los niveles de razonamiento?. *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (1), 16-26.
- Bringuier, J.C. (1977). *Conversaciones con Piaget*. Barcelona: Granica editor.
- Bueso, A., Furió, C. i Mans, C. (1988). Interpretación de las reacciones de oxidación-reducción por los estudiantes. Primeros resultados. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), 244-250.
- Bullejos de la Higuera, J. i Sampedro, C. (1990). Diferenciación de los conceptos de masa, volumen y densidad en alumnos de BUP, mediante estrategias de cambio conceptual y metodológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (1), 31-36.
- Burdea, G. i Coiffet, Ph. (1996). *Tecnologías de la realidad virtual*. Barcelona: Paidós.
- Caballer, M.J. i Giménez, I. (1992). Las ideas de los alumnos y alumnas acerca de la estructura celular de los seres vivos. *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (2), 172-180.
- Caballero, O. (1997, 29 de noviembre). Un informe indica que uno de cada cuatro adultos de países de Occidente es iletrado. *La Vanguardia*, 44.
- Calvo, F. (1990). *Estadística aplicada* (2ª ed.). Bilbao: Ediciones Deusto.
- Caramazza, A., McCloskey, M. i Green, B. (1981). Naive beliefs in "sophisticated" subjects: misconceptions about trajectories of objects. *Cognition*, 9, 117-128.
- Carbonell, F. i Furió, C.J. (1987). Opiniones de los adolescentes respecto del cambio sustancial en las reacciones químicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (1), 3-9.
- Carrasco, S. (1998). La Llei de Reforma Universitària: l'hora d'un balanç (1983-1998). *Revista del Col·legi Oficial de Doctors i Llicenciats en Filosofia i Lletres i en Ciències de Catalunya*, 104, 59-64.

- Carrascosa, J. (1982). *Los errores conceptuales en la enseñanza de las ciencias*. Tesis de licenciatura. Universitat de València, València.
- Carrascosa, J. (1987). *Tratamiento didáctico en la enseñanza de las ciencias, de los errores conceptuales*. Tesis doctoral. València: Servei de Publicacions de la Universitat de València.
- Carrascosa, J., Fernández, I., Gil, D. i Orozco, A. (1991). Diferencias en la evolución de las preconcepciones científicas: un instrumento para la comprensión de su origen. *O Ensino de Física*, 13, 104-134.
- Carrascosa, J. i Gil, D. (1982). *Los errores conceptuales en la enseñanza de la física I. Un estudio de su persistencia* (Actas de las Primeras Jornadas de Investigación Didáctica en Física y Química). València: ICE de la Universitat de València.
- Carrascosa, J. i Gil, D. (1985). La “metodología de la superficialitat” i l’aprenentatge de les ciències. *Enseñanza de las Ciencias*, 3, 113-120.
- Carrascosa, J. i Gil, D. (1992). Concepciones alternativas en mecánica. Dinámica: Las fuerzas como causa del movimiento. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (3), 314-328.
- Carretero, M. (1993). *Constructivismo y educación*. Zaragoza: Edelvives.
- Català, G., Català, M., Molina, E. i Monclús, R. (1996). *Avaluació de la comprensió lectora*. Barcelona: Graó.
- Cervantes, A. (1987). Los conceptos de calor y temperatura: una revisión bibliogràfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (1), 66-70.
- Chandran, S., Treagust, D.F. i Tobin, K. (1987). The role of cognitive factors in chemistry achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 24 (2), 145-160.
- Chastrette, M. i Franco, M. (1991). La reacción química: descripciones e interpretaciones de los alumnos de liceo. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (3), 243-247.

- Cohen, L. i Manion, L. (1990). *Métodos de investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- Coll, C. (1986). *Marc curricular per a l'ensenyament obligatori*. Barcelona: Departament d'Ensenyament, Generalitat de Catalunya.
- Coll, C. (1990). *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*. Barcelona: Paidós.
- Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I. i Zabala, A. (1993). *El constructivismo en el aula*. Barcelona: Graó.
- Coll, C. i Valls, E. (1992). El aprendizaje y la enseñanza de los procedimientos. En Coll, C., Pozo, J.I., Sarabia, B. i Valls, E., *Los contenidos en la Reforma* (pp. 81-132). Madrid: Santillana.
- Cousteau, J.Y., Dumont, R., Goldsmith, E., King, A., Lutzenberger, J. i Medvedev, Z.A. (1990). *Una sola terra*. Barcelona: Gustavo Gili/Generalitat de Catalunya, Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca.
- Cuadras, C.M., Echeverría, B., Mateo, J. i Sánchez, P. (1988). *Fundamentos de Estadística. Aplicación a las Ciencias Humanas*. Barcelona: Promociones Publicaciones Universitarias.
- Cubero, R. (1988). Los marcos conceptuales de los alumnos como esquemas de conocimiento. Una interpretación cognitiva. *Investigación en la Escuela*, 4, 3-11.
- Cudmani, L.C. de, L. i Fontdevila, P.A. (1990). Concepciones previas en el aprendizaje significativo del electromagnetismo. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (3), 215-222.
- De Anta, G., Manrique, M.J. i Ruíz, M.L. (1995). Noticias para plantear problemas. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 5, 59-65.
- De Landsheere, V. (1990). Taxonomies of Educational Objectives. En Walberg, H.J. i Haertel, G.D., *The International Encyclopedia of Educational Evaluation* (pp. 179-189). Oxford: Pergamon Press.

- De Manuel, J. i Grau, R. (1996). Concepciones y dificultades comunes en la construcción del pensamiento biológico. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 7, 53-63.
- De Mello, A. (1986). *Moments de saviesa*. Barcelona: Claret.
- De Posada, J.M. (1993). Concepciones de los alumnos de 15-18 años sobre la estructura interna de la materia en el estado sólido. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (1), 12-19.
- Del Rincón, D., Arnal, J., Latorre, A. i Sans, A. (1995). *Técnicas de investigación en Ciencias Sociales*. Madrid: Dykinson.
- Delors, J. (1996). *Educació: hi ha un tresor amagat a dins*. Barcelona: Centre Unesco de Catalunya.
- Donnelly, J. F. i Welford, A. G. (1988). Children's performance in Chemistry. *Education in Chemistry*, January, 7-10.
- Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), 3-15.
- Driver, R. i Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science studies. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- Driver, R. i Erickson, G. (1983). Theories in action: Some theoretical and empirical issues in the study of students conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, 10, 37-60.
- Driver, R., Guesne, E. i Tiberghien, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata/MEC.
- Driver, R. i Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13, 105-122.
- Duran, X. (1990). *En el llindar del futur*. Barcelona: Proa.
- Edwards, D. i Mercer, N. (1994). *El conocimiento compartido. El desarrollo de la comprensión en el aula*. Barcelona: Paidós.

- Entwistle, N. (1991). *La comprensión del aprendizaje en el aula*. Barcelona: Paidós.
- Escudero, T. (1989). ¿Quién estudia ciencia en nuestra universidad?. *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (1), 45-52.
- Espín, J.V. i Rodríguez, M. (1993). *L'avaluació dels aprenentatges a la universitat*. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Fernández Fernández, J.M. (1987). Estudio del grado de persistencia de ciertos preconceptos sobre la estática de fluidos en alumnos del 2º curso del BUP. *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (1), 27-32.
- Fernández, J.M., Trigueros, T. i Gordo, L. (1988). Ideas sobre los cambios de estado de agregación y las disoluciones en alumnos del 2º curso del BUP. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), 42-46.
- Ferrán, M. (1996). *SPSS para Windows. Programación y análisis estadístico*. Madrid: McGraw-Hill.
- Flavell, J.H. (1993). *El desarrollo cognitivo*. Madrid: Visor.
- Furió, C. (1986). Metodologías utilizadas en la detección de dificultades y esquemas conceptuales en la enseñanza de la química. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), 73-77.
- Furió, C. (1996). Las concepciones alternativas del alumnado en ciencias: dos décadas de investigación. Resultados y tendencias. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 7, 7-17.
- Furió, C., Azconza, R., Guisasola, G. i Mujika, E. (1993). Concepciones de los estudiantes sobre una magnitud "olvidada" en la enseñanza de la química: la cantidad de sustancia. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), 107-114.
- Furió, C. i Hernández, J. (1983). Ideas sobre los gases en alumnos de 10 a 15 años. *Enseñanza de las Ciencias*, 1 (2), 83-91.

- Galagovsky, L.R., Bonán, L. i Adúriz Bravo, A. (1998). Problemas con el lenguaje científico en la escuela. Un análisis desde la observación de clases de ciencias naturales. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 315-321.
- Gallifa, J. (1990a). *Feuerstein. Perspectiva Teòrica, Programa d'Enriquiment Instrumental i Sistema per a l'Avaluació pel Potencial d'Aprenentatge*. Moià: Raima.
- Gallifa, J. (1990b). *Models cognitius de l'aprenentatge. Síntesi conceptual de les teories de Piaget, Vigotski, Bruner, Ausubel, Sternberg i Feuerstein*. Moià: Raima.
- Gallifa, J. (Comp.) (1993). *Perspectives metodològiques sobre processos d'aprenentatge*. Moià: Raima.
- García Barneto, A. i Barrios, V. (1993). Evolución del conocimiento físico. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), 115-124.
- García Zaforas, A.M. (1991). Estudio llevado a cabo sobre representaciones de la respiración celular en los alumnos de bachillerato y COU. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (2), 129-134.
- Garrett, H.E. (1990). *Estadística en psicología y educación*. México, D.F.: Paidós.
- Garrett, R.M. (1995). Resolver problemas en la enseñanza de las Ciencias. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 5, 6-15.
- Generalitat de Catalunya. Consell Interuniversitari de Catalunya. Coordinació del COU i de les PAAU (1994). *Programes del Curs d'Orientació Universitària i Estructura de les Proves d'Aptitud per a l'Accés a la Universitat. Curs 1994-1995*. Barcelona: Comissionat per a Universitats i Recerca.
- Generalitat de Catalunya. Consell Interuniversitari de Catalunya (1996a). *Proves d'aptitud per a l'accés a la Universitat per a l'alumnat del Batxillerat (LOGSE). Curs 1996-1997. PAAU/LOGSE*. Barcelona: Autor.

- Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament (1996b). Decret 82/1996, de 5 de març, pel qual s'estableix l'ordenació dels ensenyaments del batxillerat. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, 2181, 2430-2469.
- Generalitat de Catalunya. Departament de la Presidència (1998). *Jornades de debat Catalunya, demà*. Barcelona: Autor.
- Gentil, C., Iglesias, A. i Oliva, J.M. (1989). Nivel de apropiación de la idea de discontinuidad de la materia en alumnos de bachillerato. Implicaciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (2), 126-131.
- Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C. i Martínez-Torregrosa, J. (1991). *La enseñanza de las Ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: ICE Universitat de Barcelona/Horsori.
- Gilbert, I., Osborne, R. i Fensham, P. (1982). Children's Science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66 (4), 623-633.
- Giordan, A. (1987). Los conceptos de biología adquiridos en el proceso de aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2), 105-110.
- Gómez Crespo, M.A. (1996). Ideas y dificultades en el aprendizaje de la química. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 7, 37-44.
- Gómez-Granell, C. i Coll, C. (1994). De qué hablamos cuando hablamos de constructivismo. *Cuadernos de Pedagogía*, 221, 8-10.
- Grupo Alkali: García Martín, J.P., Pizarro, A.M^a, Perera, F., Martín, M^aJ. i Bacas, P. (1990). Ideas de los alumnos acerca del mol. Estudio curricular. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (2), 111-119.
- Gutiérrez, R. (1996). Modelos mentales y concepciones espontáneas. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 7, 73-86.
- Gutiérrez Muzquiz, F.A. i Rodríguez Barreiro, L.M. (1987). El aprendizaje de la física como investigación. Un ejemplo de aplicación en la enseñanza media. *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2), 135-144.

- Helm, H. (1980). Misconceptions in Physics among South African Students. *Physics Education*, 15, 92-105.
- Hernández, P. i García, L.A. (1991). *Psicología y enseñanza del estudio. Teorías y técnicas para potenciar las habilidades intelectuales*. Madrid: Pirámide.
- Herron, J.D. (1975). Piaget for chemists. *Journal of Chemical Education*, 52 (3), 147-150.
- Hewson, P.W. (1981). A conceptual Change Approach to Learning Science. *European Journal of Science Education*, 3, 383-396.
- Hewson, P.W. (1990). La enseñanza de “fuerza y movimiento” como cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (2), 157-171.
- Hierrezuelo, J. (1986). Revisión bibliográfica sobre la enseñanza de la energía. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (3), 266-268.
- Hierrezuelo, J. i Molina, E. (1988). Las tareas razonadas en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), 38-41.
- Hierrezuelo, J. i Molina, E. (1990). Una propuesta para la introducción del concepto de energía en el bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (1), 23-30.
- Hierrezuelo, J. i Montero, A. (1988). *La ciencia de los alumnos*. Barcelona: Laia/MEC.
- Inhelder, B. i Piaget, J. (1972). *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Buenos Aires: Paidós.
- Jiménez Aleixandre, M.P. (1987). Preconceptos y esquemas conceptuales en biología. *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2), 165-167.
- Jiménez Aleixandre, M.P. (1998). Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 203-216.

- Jiménez Gómez, E., Solano, I. i Marín, N. (1994). Problemas de terminología en estudios realizados acerca de “lo que el alumno sabe” sobre ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 235-245.
- Kaminski, W. i Viennot, L. (1989). Optique elementaire. Taller desarrollado en el III Congreso Internacional sobre La Didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 2, 230.
- Kempa, R. (1986). *Assessment in Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Koplowitz, H. (1975). La epistemología constructivista de Piaget. En Coll, C. (ed.), *Psicología genética y educación* (pp. 23-59). Barcelona: Oikos-tau.
- Laburú, C.E. (1996). La crítica en la enseñanza de las ciencias: constructivismo y contradicción. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (1), 93-101.
- Laburú, C.E. i Carvalho, A.M.P. (1992). Investigación del desarrollo y aprendizaje de la noción de aceleración en adolescentes. *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (1), 63-72.
- Landau, L. i Lastres, L. (1996). Cambios químicos y conservación de la masa... ¿Está todo claro?. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 171-174.
- Lang da Siveira, F i Moreira, M.A. (1996). Validación de un test para verificar si el alumno posee concepciones científicas sobre calor, temperatura y energía interna. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (1), 75-86.
- Latorre, A., Del Rincón, D. i Arnal, J. (1996). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Barcelona: GR92.
- Lemke, J.L. (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje i valores*. Barcelona: Paidós.
- León, J.A. (1990). *Comprensión y memoria de textos expositivos: Diferencias entre sujetos expertos y novatos*. Tesis doctoral inédita. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- Lizasoain, L. i Joaristi, L. (1995). *SPSS para Windows. Versión 6.0,1 en castellano*. Madrid: Paraninfo.

- Llorens, J.A. (1988). La concepción corpuscular de la materia. Obstáculos epistemológicos y problemas de aprendizaje. *Investigación en la Escuela*, 4, 33-48.
- Llorens, J.A. (1991). *Comenzando a aprender química. Ideas para el diseño curricular*. Madrid: Visor.
- Lucas, A.M. (1986). Tendencias en la investigación sobre la enseñanza / aprendizaje de la biología. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (3), 189-198.
- Maiztegui, A. (1993). Sobre las concepciones espontáneas en los primeros cursos de física en la universidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (1), 221-224.
- Manrique, M^a J., Varela, P. i Favieres, A. (1989). Selección bibliográfica sobre esquemas alternativos de los estudiantes en electricidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (3), 292- 295.
- Marco, B., Olivares, E., Usabiaga, C., Serrano, T. i Gutiérrez, R. (1987). *La enseñanza de las ciencias experimentales*. Madrid: Narcea.
- Martín, A. i Luna, J. de D. (1994). *Bioestadística para las Ciencias de la Salud* (4^a ed.). Madrid: Ediciones Norma.
- Mateos, M (1991). Entrenamiento en el proceso de supervisión de la comprensión lectora: Fundamentación teórica e implicaciones educativas. *Infancia y Aprendizaje*, 56, 25-50.
- Matthews, M.R. (1994). Vino viejo en botellas nuevas: un problema con la epistemología constructivista. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (1), 79-88.
- Mc Dermott, L.C., Rosenquist, M.L. i Emily, H. (1987). Student difficulties in connecting graphs and Physics: Examples from Kinematics. *American Journal Physics*, 55 (6), 503-513.
- Michavila, F. i Calvo, B. (1998). *La universidad española hoy. Propuestas para una política universitaria*. Madrid: Síntesis.
- Michavila, F. (1998, 10 de noviembre). Caminos para huir de la rutina. *El País digital*, 921.

- Miguel, O. (1986). Análisis comportamental de las leyes de Newton. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), 51-55.
- Ministerio de Educación y Ciencia (1989). *Diseño Curricular Base para la enseñanza obligatoria*. Madrid: MEC.
- Mondelo, M., García Barros, S. i Martínez Losada, C. (1994). Materia inerte/materia viva ¿tienen ambas constitución atómica?. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 226-233.
- Monereo, C. (1990). Las estrategias de aprendizaje en la Educación formal: enseñar a pensar y sobre el pensar. *Infancia y Aprendizaje*, 50, 3-25.
- Monereo, C. (1995). Ser o no ser constructivista, ésta no es la cuestión. *Substratum*, 6 (2), 35-54.
- Monereo, C., Castelló, M., Clariana, M., Palma, M. i Pérez, M.L. (1994). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Formación del profesorado y aplicación en la escuela*. Barcelona: Graó.
- Níaz, M. (1987). Estilo cognoscitivo y su importancia para la enseñanza de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2), 97-104.
- Nickerson, R.S., Perkins, D.N. i Smith, E.E. (1987). *Enseñar a pensar. Aspectos de la aptitud intelectual*. Barcelona: Paidós/MEC.
- Nigro, R.G. (1995). Un modelo de prueba escrita que revela capacidades relacionadas con el proceso de aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (3), 347-361.
- Norman, D. (1985). *Aprendizaje y memoria*. Madrid: Alianza.
- Oliveres, A. (1997, 11 de gener). La vaga frontera entre salud y enfermedad. *La Vanguardia*, Sección Ciencia y Salud, 11.
- Oñorbe, A. i Sánchez, J.M. (1992). La masa no se crea ni se destruye. ¿Estáis seguros?. *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (2), 165-171.
- Osborne, R., Bell, B. i Gilbert, I. K. (1983). Science Teaching and children's views of the world. *European Journal of Science Education*, 5 (1), 1-14.

- Osborne, R. J. i Cosgrove, M. M. (1983). Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of research in Science Teaching*, 20 (9), 825-838.
- Osborne, R. i Freyberg, P. (1991). *El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de la ciencia de los alumnos*. Madrid: Narcea.
- Palacios, I. (1998, 7 de juliol). Más de 27.000 estudiantes catalanes tendrán acceso a la universidad en septiembre. *La Vanguardia*, 33.
- Palacios, C., López, F., Garrote, R. i Montes, P. (1989). Procesos de la ciencia y desarrollo cognitivo en bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (2), 132-140.
- Panadero, J.E., Vanrell, J. i Grandmontagne, C. (1990). *Biología COU*. Sant Adrià del Besòs: Bruño.
- Pascual, R. (1998, 9 de noviembre). La gravedad del Discovery. *La Vanguardia*, 28.
- Pérez de Eulate, L. (1993). Revisión bibliográfica sobre preconceptos en fisiología de la nutrición humana. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (3), 345-348.
- Piaget, J. (1969). *Biología y conocimiento*. Madrid: Siglo XXI.
- Piaget, J. (1978). La evolución intelectual entre la adolescencia y la edad adulta. En Delval, J. (Comp.), *Lecturas de psicología del niño*. Madrid: Alianza.
- Playà, J. (1997, 21 de noviembre). Los partidos pactan una reforma del examen de selectividad que plantea una repesca en febrero. *La Vanguardia*, 23.
- Pozo, J.I. (1987a). *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*. Madrid: Visor.
- Pozo, J.I. (1987b). La historia se repite: Las concepciones espontáneas sobre el movimiento y la gravedad. *Infancia y Aprendizaje*, 38, 69-87.

- Pozo, J.I. (1987c). ... Y, sin embargo, se puede enseñar ciencia. *Infancia y Aprendizaje*, 38, 109-113.
- Pozo, J.I. (1993). *Teorías cognitivas del aprendizaje* (2ª ed.). Madrid: Morata.
- Pozo, J.I. (1994). Cuando empieza el currículum de Ciencias. *Cuadernos de Pedagogía*, 221, 12-13.
- Pozo, J.I. (1996). Las ideas del alumnado en ciencias: de dónde vienen, a donde van... y mientras tanto qué hacemos con ellas. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 7, 18-26.
- Pozo, J.I. i Carretero, M. (1987). Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas. ¿Qué cambia en la enseñanza de la ciencia?. *Infancia y Aprendizaje*, 38, 35-52.
- Pozo, J.I., Gómez Crespo, M.A., Limón, M. i Sanz, A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química*. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia.
- Pozo, J.I., Pérez, M.P., Domínguez, J., Gómez Crespo, M.A. i Postigo, Y. (1994). *Solución de problemas*. Madrid: Santillana/Aula XXI.
- Pozo, J.I., Pérez, M.P., Sanz, A. i Limón, M. (1992). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia como teorías implícitas. *Infancia y Aprendizaje*, 57, 3-21.
- Pozo, J.I. i Postigo, Y. (1993). Las estrategias de aprendizaje como un contenido del currículum. En Monereo, C. (Comp.), *Las estrategias de aprendizaje: procesos, contenidos e interacción* (pp. 47-64). Barcelona: Domènech.
- Pozo, J.I., Postigo, Y. i Gómez Crespo, M.A. (1995). Aprendizaje de estrategias para la solución de problemas en ciencias. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 5, 16-26.

- Pozo, J.I., Sanz, A. i Gómez Crespo, M.A. (1991). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), 83-94.
- Renom, J. (Comp.) (1998). *Tratamiento informatizado de datos*. Barcelona: Masson.
- Rodrigo, M.J. (1985). La teorías implícitas en el conocimiento social. *Infancia y Aprendizaje*, 31-32, 145-156.
- Rodríguez Barreiro, L.M., Gutiérrez Muzquiz, F.A. i Molledo, J. (1992). Una propuesta integral de evaluación en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (3), 254-267.
- Salinas de Sandoval, J., Cudmani, L.C. de i Pesa de Dañón, M. (1996). Modos espontáneos de razonar: un análisis de su incidencia sobre el aprendizaje del conocimiento físico a nivel universitario básico. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 209-220.
- Sánchez Jiménez, J.M. (1995). Comprender el enunciado. Primera dificultad en la resolución de problemas. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 5, 37-45.
- Sánchez Miguel, E. (1988). Aprender a leer y leer para aprender: Características del escolar con pobre capacidad de comprensión. *Infancia y Aprendizaje*, 44, 35-57.
- Santelices, L. (1990). La comprensión de lectura en textos de ciencias naturales. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (1), 59-64.
- Santos Guerra; M.A. (1996). Evaluar es comprender. De la concepción técnica a la dimensión crítica. *Investigación en la Escuela*, 30, 5-13.
- Schmeck, R.R. (1988). *Learning strategies and learning styles*. New York: Plenum Press.
- Sebastià, J.M. (1984). Fuerza y movimiento: la interpretación de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 2, 161-169.

- Sentís, C. (1997, 26 de noviembre). Cuando la letra no entra. *La Vanguardia*, 15.
- Serrano, T. (1987). Representaciones de los alumnos en biología: estado de la cuestión y problemas para su investigación en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (3), 181-188.
- Servei Lingüístic d'ESADE (1996). *Propostes d'estil i convencions per a tesis i tesines*. Barcelona: ESADE.
- Sevilla, C. (1986). Reflexiones en torno al concepto de energía. Implicaciones curriculares. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (3), 247-252.
- Shayer, M. i Adey, P. (1986). *La Ciencia de enseñar Ciencias. Desarrollo cognoscitivo y exigencias del currículo* (2ª ed.). Madrid: Narcea.
- Stavridou, H. i Solomonidou, C. (1989). Physical phenomena-chemical phenomena: do pupil make the distinction? *International Journal of Science Education*, 11 (1), 83-92.
- Stone, C. i Goodyear, P. (1995). Constructivismo y diseño instruccional: epistemología y construcción del significado. *Substratum*, 6 (2), 55-75.
- Universitat de Barcelona (1998). L'ICE analitza el procés de transició del batxillerat a la universitat. *Comunicacions*, 75.
- Varela, M.P. (1996). Las ideas del alumnado en física. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 7, 45-52.
- Vázquez Alonso, A. (1990). Concepciones alternativas en física y química de bachillerato: una metodología diagnóstica. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (3), 251-258.
- Vázquez Alonso, A. (1994). El paradigma de las concepciones alternativas y la formación de los profesores de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (1), 3-14.
- Vázquez Díaz, J. (1987). Algunos aspectos a considerar en didáctica del calor. *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (3), 235-238.

- Viennot, L. (1979). *Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire*. Paris: Hermann.
- Viennot, L. (1989). La didáctica en la Enseñanza Superior ¿Para qué?. *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (1), 3-13.
- Vigotski, L.S. (1994). *Pensament i llenguatge*. Vic: Eumo.
- Wertsch, J.V. (1993). *Voces de la mente. Un enfoque sociocultural para el estudio de la Acción Mediada*. Madrid: Visor.