

Títol de la proposta: Evolució del Coneixement Didàctic del Contingut per a l'ensenyament de les ciències de Mestres d'Educació Primària en formació inicial¹

Jordi Martí Feixas

Dpt. de Ciències i Ciències Socials, Facultat d'Educació
Universitat de Vic (UVic)

Introducció

Darrerament s'han publicat dos informes que posen de manifest la importància de les etapes d'educació Infantil i Primària per a l'adquisició del que s'ha anomenat competència científica al finalitzar l'educació obligatòria (Rocard, 2007, Osborne i Dillon, 2008). Aquesta competència inclou el coneixement dels models teòrics més bàsics de la ciència (ésser viu, estructura de la matèria, etc.) i la capacitat d'usar-los en situacions rellevants, al mateix temps que inclou la comprensió de la naturalesa de l'activitat científica, és a dir, la percepció de la ciència com a forma de conèixer, explicar i transformar la realitat. Els mateixos informes, recomanen la introducció generalitzada d'estratègies didàctiques centrades en la investigació dels propis alumnes (*inquiry-based science education*).

La nova ordenació curricular a Catalunya (DOGC, 2007) recull aquestes orientacions, quan s'introdueix la competència en el coneixement i la interacció amb el món físic, i s'indica que assolir-la suposa saber «plantejar preguntes investigables, identificar evidències i extreure conclusions que possibilitin prendre decisions per actuar (...) explicar els fenòmens amb l'ajuda de models, verificar la coherència entre les observacions i l'explicació donada i expressar-la usant diversos canals comunicatius».

Per a molts mestres les orientacions anteriors suposen un canvi radical respecte a les pràctiques d'aula més habituals, les quals responen moltes vegades a l'ús d'uns materials curriculars que estan molt lluny d'aquest enfocament metodològic. Caldrà, per tant, que la formació inicial i permanent dels mestres vagi en aquesta direcció, i per això caldrà repensar continguts i metodologies de formació. També serà fonamental que coneguem millor quines són les habilitats i els coneixements dels estudiants de mestre que configuren els seus models didàctics, molt sovint de caràcter implícit (Pozo, Scheuer, Mateos i Pérez Echevarría, 2006)), i que es posen de manifest en els moments en què han d'aplicar aquests models com ara el disseny de seqüències d'activitats en unitats de programació o la pràctica real a l'aula.

El treball que presentem es situa en aquest marc general i pretén descriure les característiques inicials i els processos d'evolució dels models didàctics per a l'ensenyament de les ciències d'un

¹L'experiència que es descriu en aquesta comunicació és una part de la investigació que l'autor està portant a terme com a projecte de tesi doctoral, i no inclou ni la totalitat de la mostra, ni la totalitat de les preguntes i anàlisis d'aquesta.

grup d'estudiants de Mestre d'educació Primària. Més concretament es formula els següents interrogants generals: a) quins models didàctics podem inferir de les seqüències d'activitats elaborades pels alumnes?, b) com es transformen les seqüències d'activitats després d'aplicar un procés de reflexió i anàlisi sobre les pròpies produccions?, més concretament, b1) com canvia la consideració a l'activitat dels alumnes?, b2) com canvien els processos d'investigació dels alumnes que s'incorporen a les seqüències?, b3) com canvien els continguts conceptuals tractats?, b4) hi ha relació entre els canvis en aquests tres dimensions?

Referents teòrics

La preocupació per identificar i descriure el coneixement professional dels docents va conduir a L.E. Shulman a proposar el concepte de coneixement didàctic del contingut (CDC) (Shulman, 1986, 1987). D'ençà de llavors el concepte de CDC ha estat objecte de reflexió teòrica i d'investigacions empíriques i és considerat un constructe interessant per a la recerca en aquest àmbit (Abell, 2007, 2008).

El coneixement didàctic del contingut per a l'ensenyament de les ciències (CDCec) s'ha caracteritzat de maneres diverses. En el present estudi partim de la caracterització proposada per Magnusson, Krajcik i Borko (1999) segons la qual el CDCec és un coneixement que, al seu temps, resulta de la integració i articulació de diferents formes de coneixement: (i) coneixement de la matèria, (ii) orientacions sobre l'ensenyament de les ciències, (iii) coneixement dels alumnes; (iv) coneixement del currículum; i (v) coneixement de les estratègies d'instrucció, les quals es poden incloure en un de tres grans dominis: matèria, alumnes o coneixement pedagògic general.

En el nostre estudi analitzem tres aspectes que estan inclosos en aquestes categories. Així, el tipus d'activitat cognitiva i/o manipulativa que es proposa als alumnes formaria part de la categoria coneixement dels alumnes, la presència d'activitat científica a l'aula formaria part de la categoria coneixement de la matèria en una dimensió més específica referida a la naturalesa de l'activitat científica, i els continguts també formarien part de la categoria coneixement de la matèria. Aquests mateixos autors plantegen la hipòtesi que els processos de construcció de CDCec s'inicien des de diferents tipus de coneixement i que els canvis en el CDCec no tenen perquè donar-se d'una manera harmònica en totes les dimensions o tipus de coneixement, la qual cosa també apareix com a resultat en el present estudi.

Alguns autors han suggerit que el CDCec és un coneixement propi dels mestres en exercici, i que els mestres en formació i els mestres novells no en tindrien, o molt poc. Estem en desacord amb aquesta afirmació ja que tant els mestres en formació com els mestres novells tenen coneixements sobre totes les dimensions que configuren el CDCec malgrat estem d'acord que en molts casos aquests coneixements estan poc articulats, tenen un caràcter més implícit que explícit (Pozo, Scheuer, Mateos, Pérez Echevarría, 2006) i es basen en la identificació d'activitats que funcionen (*activities that work* de Appleton, 2002). Per això considerem important que al llarg de la formació es produeixin moments d'explicitació i reflexió sobre els coneixements didàctics implícits dels estudiants. Per això el present estudi proposa als estudiants elaborar una seqüència d'activitats inicial i reformular-la posteriorment amb el nou coneixement adquirit. L'anàlisi de les seqüències elaborades (inicial i final) ens pot permetre caracteritzar tant el CDCec dels estudiants com la seva evolució en el temps.

Mostra

La mostra que analitzem en aquesta comunicació està conformada per les seqüències d'activitats elaborades per dos grups d'estudiants de mestre d'Educació Primària en el marc de l'assignatura de Ciències Naturals i la seva Didàctica de la Universitat de Vic, de la qual l'autor és responsable. L'ús de seqüències d'activitats per a l'anàlisi del CDCec no és nova tot i que tampoc està molt estesa (Abell, 2007; Pro, 1999; Van der Valk i Broekman, 1999).

A l'inici de l'assignatura es proposa als estudiants que, en grups, elaborin una seqüència d'activitats (SAinicial) per treballar un tema del currículum. Aquesta seqüència d'activitats és posteriorment revisada pels propis autors en base a uns criteris d'anàlisi proposats pel professor i derivats dels continguts treballats a l'assignatura. El procés de revisió dona lloc a l'elaboració d'una nova seqüència (SAfinal) la qual incorpora tots els canvis justificats (ampliacions, eliminacions i/o modificacions d'activitats) que els membres del grup consideren convenients.

Tal com es presenta a la taula 1 la mostra de seqüències d'activitats analitzades en la present comunicació és de quatre, dues per a cada grup corresponents al moment inicial i final. La tria d'aquestes quatre seqüències s'ha fet per motius d'espai i perquè il·lustren bé els canvis que majoritàriament es donen moltes de les seqüències d'activitats analitzades².

Taula 1. Mostra analitzada

Grup	Tema
4	Desenvolupament dels polls. SAinicial i SAfinal
12	Germinació de les llavors. SAinicial i SAfinal

Totes les seqüències d'activitats contenen els següents apartats: tema, curs, idees científiques, procediments i actituds científiques, descripció de les activitats (objectiu de l'activitat, descripció del seu desenvolupament, rol del mestre, rol dels alumnes, material, temps, observacions). Es demana als estudiants que la descripció del desenvolupament de l'activitat sigui el màxim de detallada possible, la qual cosa s'ha aconseguit en la majoria de casos.

Anàlisi

Per a l'anàlisi de les seqüències d'activitats, s'ha seguit el següent procés:

1. Identificació dels diferents *episodis d'activitat* que conté l'apartat de descripció de l'activitat de la seqüència. Els *episodis d'activitat* els definim com els períodes d'activitat delimitats pel tipus d'accions cognitives o manipulatives que es proposa als alumnes. Tot i les dificultats per determinar-los, pensem que és una bona manera de percebre l'organització i la riquesa de les seqüències d'activitats i, sobretot, una manera d'evitar l'heterogeneïtat de criteris usats pels diferents grups alhora de separar una activitat d'una altra.
2. Caracteritzar cadascun dels episodis identificats segons les categories establertes per a les tres dimensions d'anàlisi (alumnes, processos d'investigació científica i continguts) tal com es descriu en els paràgrafs següents.
3. Establiment de la freqüència absoluta i relativa de cada categoria en la SAinicial i en la SAfinal, i descripció de les tendències de canvi.

Categories de la dimensió alumnes

En relació a la dimensió *alumnes*, l'anàlisi s'ha centrat en determinar el tipus d'implicació dels alumnes que un determinat episodi demana. S'han distingit quatre categories: *reproductor*, quan en un episodi d'activitat l'alumne pot portar-lo a terme reproduint una informació o una tècnica de manera directa; *receptor* quan en un episodi d'activitat l'alumne actua com a receptor actiu d'informació externa; *actiu*, quan en un episodi d'activitat l'alumne porta a terme algun tipus d'activitat cognitivo-manipulativa prèviament definida (observar, mesurar, classificar); *productiu*, quan en un episodi d'activitat l'alumne exposa el seu coneixement d'una manera original i no-reproductiva.

Es tracta d'una categorització *a priori*, l'objectiu de la qual és distingir el paper més o menys actiu (passiu) de l'alumne i també distingir el seu compromís en aplicar els seus sabers d'una manera original i no-reproductiva.

²La mostra completa és de 12 grups i, per tant, 24 seqüències d'activitats.

Categories de la dimensió *processos d'investigació científica*

En relació a la dimensió *processos d'investigació científica*, l'anàlisi s'ha centrat en distingir els diversos processos que són propis de l'activitat d'investigació i que els estudiants han inclòs a les seves seqüències d'activitats. Per això s'han establert quatre categories: (a) establiment de fets, (b) establiment d'evidències, (c) establiment de models explicatius, (d) contrast entre models teòrics i evidències. També s'ha considerat la categoria “∅” en els casos en què l'episodi no conté cap tipus de procés científic (per exemple: en les activitats típicament acadèmiques de llibre i paper). Per a cadascuna d'aquestes categories s'han establert unes subcategories en funció de qui és el protagonista del procés, distingint si aquest és l'alumne, la mestra o una font externa.

La categoria *establiment de fets* inclou tots aquells episodis d'activitat en què el protagonista (alumne, mestra o font externa) estableix un fet científic a partir del seu coneixement teòric o empíric. La categoria *establiment d'evidències* inclou tots aquells episodis d'activitat en què el protagonista genera evidències a partir d'algun tipus de procés investigador que permet obtenir dades (observació, disseny experimental amb control de variables, classificació, etc.), acompanyat del registre d'aquestes dades i de la identificació de patrons. La categoria *establiment de models explicatius* inclou tots aquells episodis d'activitat en què el protagonista (alumne, mestra o font externa) estableix un model explicatiu per a un determinat fet o evidència. En aquesta categoria s'inclouen episodis en què els models explicatius explicats no necessàriament deriven dels fets o de les evidències generades al llarg de la seqüència però no s'hi inclouen els episodis en què s'estableixen definicions de conceptes. La categoria *contrast entre teoria i evidència* és una categoria més restrictiva que l'anterior i per això s'ha considerat a part. Només inclou els episodis en què de manera explícita el protagonista (els alumnes, la mestra, una font externa) genera un model teòric (usant coneixement teòric previ o generat *ad hoc*) per explicar un determinat fet o evidència generat al llarg de la seqüència d'activitats. Entès d'aquesta manera es fa fàcil veure que una seqüència d'activitats tindrà una naturalesa realment investigadora si conté alguns episodis significatius que pertanyin a aquesta categoria.

Dimensió *continguts*

La dimensió *continguts* fa referència als continguts de caràcter conceptual. Per a l'anàlisi d'aquesta dimensió s'ha tingut en compte la relació dels conceptes explícitament treballats amb el que s'ha identificat com a conceptes transversals. D'aquesta manera s'evita l'especificitat dels conceptes propis de cada tema i és possible una comparació entre les diferents seqüències d'activitats.

Els conceptes transversals són conceptes que es consideren útils per generar preguntes o problemes que condueixin a establir una mirada àmplia a l'objecte d'estudi. En el nostre cas, i tractant-se de seqüències d'activitats referides a temes relacionats amb el model ésser viu, s'han considerat els següents conceptes transversals: canvi, escala, interacció, composició o estructura, flux, diversitat i relació estructura-funció. Aquests conceptes no són presents com a tals a les seqüències d'activitats sinó que s'infereixen a partir del tractament dels continguts específics que els estudiants expliciten en la descripció de les activitats. Cadascun dels conceptes anteriors s'ha considerat una categoria d'anàlisi, a les quals s'hi ha afegit la categoria *conceptes* (quan l'activitat és l'exposició o definició de conceptes, com ara reproducció, llavor, fruit), *indeterminable* i “∅” quan l'activitat no tracta cap contingut conceptual.

Resultats i discussió

Presentem els resultats i la discussió de manera separada per a cadascun dels grups analitzats i per a les dimensions *alumnes* i *processos d'activitat científica*. Per a la dimensió continguts s'ha observat que no hi ha hagut canvis en les seqüències i per això no es presenten els resultats.

Grup 12: dimensió alumnes

La taula 3 mostra els resultats quantitius (freqüència absoluta i percentatge) dels episodis d'activitat en què es presenta cadascuna de les categories, i la taula 4 mostra la tendència de canvi (↑ = augment; ↓ = disminució) des de la SAinicial a la SAfinal.

Taula 3

Dimensió alumnes n (%)				
Alumnes	SAinicial (n=17)		SAfinal (n=23)	
Reproductor	7 (41,2)	11 (64,7)	7 (30,4)	11 (47,8)
Receptor	4 (23,5)		4 (17,4)	
Actiu	5 (29,4)	5 (29,4)	8 (34,8)	8 (34,8)
Productiu	1 (5,9)	1 (5,9)	4 (17,4)	4 (17,4)

Taula 4

Categoria	Tendència
Reproductor	↓
Receptor	↓
Actiu	↑
Productiu	↑

Com es pot apreciar a la taula 3 en la SAinicial hi ha un clar predomini d'activitats poc creatives en les quals l'alumnat té una actitud majoritàriament passiva. Seria un exemple de model clàssic de transmissió-recepció amb algunes activitats tipus *hands-on*, però sense un paper creatiu dels alumnes. De la mateixa taula es desprèn que aquesta situació es modifica lleugerament en la SAfinal, fruit del procés de reflexió i anàlisi portat a terme pel propi alumnat. Així, en percentatge, disminueixen lleugerament els episodis d'activitat en què l'alumne adopta una actitud reproductora o receptiva i augmenten lleugerament els episodis d'activitat en què l'alumne adopta una actitud activa i productiva. Podem interpretar que no es produeix un canvi fort de model didàctic general (en relació a aquesta dimensió) donat que es manté el mateix nombre d'activitats de caràcter passiu i poc creatiu, i de les activitats que s'introdueixen de nou la meitat tenen un caràcter actiu i l'altra meitat un caràcter productiu. Així doncs hi ha un acostament a un model més típicament *hands-on*, i amb una aportació creativa una mica més gran per part dels alumnes.

Tot i que els canvis en aquesta dimensió es consideren rellevants, cal admetre que són els que presenten menys dificultat. L'atenció als alumnes és un element molt present en la concepció dels models d'ensenyament-aprenentatge dels estudiants de magisteri, de manera que quan aquests prenen consciència a través de l'anàlisi que aquesta dimensió ha estat poc considerada en la SAinicial, és fàcil corregir-la dissenyant activitats en què el protagonisme dels alumnes sigui més gran.

Grup 4: dimensió alumnes

La taula 5 mostra els resultats quantitius (freqüència absoluta i percentatge) dels episodis d'activitat en què es presenta cadascuna de les categories, i la taula 6 mostra la tendència de canvi (↑ = augment; ↓ = disminució) des de la SAinicial a la SAfinal.

Taula 5

Dimensió alumnes n (%)				
Categoria	SAinicial (n=13)		SAfinal (n=20)	
Reproductor	6 (46,1)	10 (76,9)	1 (5)	4 (20)
Receptor	4 (30,8)		3 (15)	

Actiu	3 (23,1)	3 (23,1)	8 (40)	8 (40)
Productiu	0	0	8 (40)	8 (40)

Taula 6

Categoria	Tendència
Reproductor	↓↓
Receptor	↓
Actiu	↑
Productiu	↑↑

Com es pot apreciar a la taula 5, la SAinicial d'aquest grup té un clar predomini d'activitats poc creatives en les quals l'alumnat té una actitud majoritàriament passiva. Igual que passava amb el grup 12 es pot inferir un model clàssic de transmissió-recepció amb molt poca presència d'activitats tipus *hands-on*.

A diferència del grup 12, en aquest cas la situació es modifica clarament en la SAfinal, fruit del procés de reflexió i anàlisi portat a terme pel propi alumnat. Així, en percentatge, disminueixen notablement els episodis d'activitat en què l'alumne adopta una actitud reproductora o receptiva i augmenten notablement els episodis d'activitat en què l'alumne adopta una actitud activa i productiva. En aquest cas interpretem que sí que es dona un canvi significatiu de model didàctic general per aquesta dimensió, donat que hi ha un canvi evident en la naturalesa dels episodis d'activitat, eliminant aquells menys productius i afegint aquells en què l'alumne té un paper més actiu i, sobretot, productiu. Així doncs hi ha un clar acostament a un model més típicament *hands-on* i amb una aportació productiva molt més important. Igualment que en l'altre grup, cal tenir en compte que aquest tipus de canvis són els que presenten menys dificultat.

Grup 12: dimensió processos d'investigació científica

La taula 7 mostra la freqüència absoluta i relativa (en percentatge) de la presència de les categories i subcategories que s'han tingut en consideració en el present estudi, per a la dimensió de processos d'investigació científica.

Taula 7

Dimensió processos d'investigació científica n (%)					
Categories		SAinicial (n=14)	SAfinal (n=21)		
Establiment de fets	M	4 (28,6)	2	7 (33,3)	2
	AL		1		4
	FEX		1		1
Establiment d'evidències	M	2 (14,3)	-	3 (14,3)	-
	AL		2		3
	FEX		-		-
Establiment de models explicatius	M	1 (7,1)	-	3 (14,3)	-
	AL		1		3
	FEX		-		-
Contrast teoria-evidència	M	0	-	0	-
	AL		-		-
	FEX		-		-
∅		7 (50)	7	8 (38,1)	8

Considerant les dades de la taula es pot observar com a la SAinicial del grup 12 hi ha una presència poc significativa d'episodis d'activitat en què hi hagi autèntics processos d'activitat científica, ja

que la meitat d'episodis analitzats correspon a activitats de llapis i paper. La SAinicial és molt poca rica en activitat científica, la qual es centra bàsicament en l'establiment de fets a partir d'activitats tipus *hands-on*. La informació teòrica en aquesta activitat és introduïda majoritàriament per la mestra o per fonts externes (experts, bibliografia) i es fa a través de la definició de conceptes.

Si considerem la SAfinal, un dels canvis més significatius d'aquest grup és l'augment relatiu dels episodis d'activitat que contenen processos científics en paral·lel a una disminució relativa de les activitats més acadèmiques tipus llapis i paper. Tot i aquest canvi és interessant remarcar el fet que una mica més de la meitat dels episodis que presenten processos d'investigació científica corresponen a la categoria *establiment de fets* i que no hi ha cap episodi corresponent a la categoria *contrast teoria-evidència*. Aquest canvi es pot interpretar com una tendència cap a models *hands-on*, sense una activitat científica autèntica, és a dir, sense una utilització majoritària per a la construcció de nou coneixement científic de les dades i evidències obtingudes en els episodis d'establiment de fets i d'establiment d'evidències. No es plantegen processos de modelització teòrica en què els alumnes siguin els protagonistes.

Grup 4: dimensió processos d'investigació científica

La taula 8 mostra la freqüència absoluta i relativa (en percentatge) de la presència de les categories i subcategories que s'han tingut en consideració en el present estudi, per a la dimensió de processos d'investigació científica.

Considerant les dades de la taula es pot observar com a la SAinicial del grup 4 hi ha una presència més significativa (85%) d'episodis d'activitat en què hi tenen lloc autèntics processos d'activitat científica. La SAinicial és molt rica en activitat científica i, igual com en el grup anterior, es centra bàsicament en l'establiment de fets a partir d'activitats tipus *hands-on*. La informació teòrica en aquesta activitat és introduïda majoritàriament per la mestra o per fonts externes (experts, bibliografia) i es fa a través de la definició de conceptes.

Taula 8

Dimensió processos d'investigació científica n (%)					
Categories		SAinicial (n=14)	SAfinal (n=21)		
Establiment de fets	M	5 (71,4)	1	1 (6,2)	-
	AL		2		1
	FEX		2		-
Establiment d'evidències	M	0	-	7 (43,7)	1
	AL		-		6
	FEX		-		-
Establiment de models explicatius	M	1 (14,3)	-	5 (31,2)	2
	AL		-		3
	FEX		1		-
Contrast teoria-evidència	M	0	-	2 (12,5)	-
	AL		-		2
	FEX		-		-
			-		-
∅		1 (14,3)	1	1 (6,2)	1

Si considerem la SAfinal, un dels canvis més significatius d'aquest grup és l'augment relatiu (fins al 93%) dels episodis d'activitat que contenen processos científics, en paral·lel a una disminució a la meitat de les activitats més acadèmiques de tipus llapis i paper. A més a més d'aquesta tendència, també s'observen canvis en la tipologia dels episodis d'activitat, disminuint els considerats com a *establiment de fets* i augmentant els considerats com a *establiment d'evidències*. També augmenten els episodis considerats *establiment de models explicatius* i, sobretot, destaca

l'aparició d'episodis de *contrast teoria-evidència* (n=2, 12,5%). En aquest grup, el canvi de la SAinicial a la SAfinal mostra un canvi de model més clar, en relació a aquesta dimensió, allunyant-se dels models més pròpiament *hands-on* i apropant-se a una introducció més clara de l'autèntica investigació científica.

Conclusions

- Des d'un punt de vista metodològic l'ús de seqüències d'activitats i les dimensions i les categories d'anàlisi escollides permeten inferir models didàctics i apreciar canvis en aquests models amb un cert grau de detall.
- En ambdós grups la dimensió alumnes varia en el sentit d'una major protagonisme dels alumnes i d'una tendència a episodis d'activitat més actius i productius.
- Aquesta tendència a un major protagonisme dels alumnes no va en paral·lel a un canvi del model didàctic en el sentit d'incorporar una activitat científica més autèntica; així en el grup 12 hi ha una tendència a un augment de les activitats *hands-on* i, per contra, en el grup 4 sí que hi ha una tendència a les activitats amb més caràcter investigador.
- El resultat anterior indicaria una certa independència d'aquestes dues dimensions.
- En la dimensió de continguts no s'aprecien canvis significatius des de la SAinicial a la SAfinal.

Bibliografia

- Abell, S.K. (2007) Research on science teacher knowledge. A: S.K. Abell i N.G. Lederman (eds.), *Handbook of research on Science Education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, p1105-1149.
- Abell, S.K. (2008) Twenty years later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30(10), 1405-1416.
- Appleton, K. (2002) Science activities that work: perceptions of primary school teachers. *Research in Science Education*, 32: 393-410.
- DOGC (2007) *Decret 142/2000, pel qual s'estableix l'ordenació dels ensenyaments de l'educació primària*.
- Magnusson, S.; Krajcik, J.; Borko, H. (1999) Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge. A J. Gess-Newsome i N. Lederman (edit.) *Examining pedagogical content knowledge*, pp. 95-132. Dordrecht: Kluwer.
- Osborne, J.; Dillon, J. (2008) *Science Education in Europe: critical reflections*. London: Nuffield Foundation.
- Pozo, J.I.; Scheuer, N.; Mateos, M; Pérez Echevarría, M. (2006) Las teorías implícitas sobre el aprendizaje y la enseñanza. A: J.I. Pozo et al. *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Las concepciones de profesores y alumnos*. Barcelona: Graó, p95-136.
- Pro, A. (1999) Planificación de unidades didácticas por los profesores: análisis de tipos de actividades de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 411-429.
- Rocard, M (chair) (2007) *Science Education now. A renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: European Comission.
- Shulman, L.E. (1986) Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L.E. (1987) Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1): 1-22.
- Van der Valk, T.; Broekamm, H.G.B. (1999) The lesson preparation method: a way of investigating pre-service teachers' pedagogical content knowledge. *European Journal of Teacher Education*, 22 (1), 11-22.