

La formació inicial del professorat que ha d'ensenyar química en el moment actual

Neus Sanmartí

Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals de la UAB, neus.sanmarti@uab.es

Els canvis en l'estructura del sistema educatiu i en els continguts a ensenyar exigeixen un canvi en profunditat de la formació del professorat que ha d'ensenyar química i ciències als joves. En aquest article s'analitzen les característiques d'aquests canvis i les conseqüents noves necessitats de formació.

Alterations in the structure of the educational system and course contents demand profound changes in the education of those who will teach chemistry and science to young people. This paper analyses these shifts and the implications for teacher training.

El sistema vigent de formació inicial del professorat que ha d'ensenyar química no respon a les necessitats actuals de la professió. Aquesta afirmació és sens dubte àmpliament compartida, però arribar a donar-hi resposta s'està demostrant difícil i, de moment, impossible. L'any 1990 la LOGSE va plantejar un marc legislatiu per a la renovació d'aquesta formació (un curs postlicenciatura de 600 hores), però dotze anys després encara no s'ha desenvolupat ni aplicat, tot i que diverses universitats catalanes (UPC, UdG i UAB) han dut a terme cursos experimentals.

Les causes són variades. El poc interès per concretar el canvi és donat en part per la poca demanda de nous professionals. Als darrers anys, a tot Catalunya no s'incorporen més de vint o trenta professors de ciències nous per curs i, atès que l'oferta és especialment per a l'ESO, bona part de les places són ocupades per biòlegs.

La segona causa important és el cost. El sistema de formació actual (CAP) no comporta cap despesa per a l'Administració i no és gaire car per a l'alumnat. Però, si es vol aconseguir una formació de qualitat, tindrà un cost més alt.

En tercer lloc, els nous estudis tenen una organització administrativa molt complexa: s'han de posar d'acord, a més dels governs de l'Estat i autonòmic, el departament responsable de les universitats i el d'Ensenyament, més una diversitat de facultats, ICE i departaments universitaris. Tampoc no és clar com s'insereixen en el marc de titulacions universitàries, ja que, tot i ésser un títol obligatori per exercir la professió, no està decidit si serà de segon cicle, una especialització dins les llicenciatures, un postgrau, un mestratge o d'altres. També s'ha de comptar amb la col·laboració del professorat en exercici. Aconseguir acords entre tantes institucions i persones no és fàcil, especialment en un camp en el qual tothom es considera capacitat per formar els professionals.

Al mateix temps, els canvis tan radicals que s'han donat en el sistema educatiu posen de manifest que, sense una formació específica del professorat, serà impossible donar resposta a les noves necessitats.

D'on venim?

En el sistema anterior a la LOGSE, fruit de la reforma educativa de l'any 1970, la iniciació a la química es feia a 8è d'EGB (13-14 anys) i n'eren responsables mestres que normalment havien cursat estudis de diplomatura de magisteri. Aquests mestres s'havien especialitzat en l'àrea científica, és a dir, normalment eren estudiants que havien fet un batxillerat de ciències i que en els tres anys de carrera rebien una formació en continguts i en didàctica de matemàtiques, física, química, biologia i geologia. Aquest tipus de formació permetia afrontar l'ensenyament de programes i projectes interdisciplinaris o de ciència combinada, tot i que el nivell de formació científica no era gaire aprofundit.

Amb la instauració de la LOGSE, la diplomatura de magisteri ha canviat radicalment, perquè els professionals que forma ensenyen només alumnes de fins a 11 anys. La seva orientació és molt generalista: només hi ha una assignatura obligatòria de Didàctica de les Ciències, de vuit crèdits, i cap de continguts de l'àrea, perquè se suposa que els han après a secundària. Però la majoria d'estudiants provenen de batxillerats no científics, raó per la qual es pot afirmar que el nivell de coneixements de ciències dels mestres actuals és molt baix.

De moment, la formació que rebien els mestres especialistes no ha estat substituïda per cap altre tipus d'estudis. Aquests mestres ensenyaven tot l'alumnat, és a dir, el cent per cent de la població de l'edat corresponent. En canviar de cicle i passar a secundària, els alumnes es distribuïen aproximadament entre un 40 % que anava a BUP, un 40 % a FP, i el 20 % restant

desapareixien del sistema educatiu. Però, en el segon any, és a dir, al nivell de 4t d'ESO actual, només quedava aproximadament un 30 % d'alumnes a BUP i un 20 % a FP.

El primer contacte de l'alumnat de BUP amb la química era a 2n curs, en una assignatura de Física i Química. Així, doncs, els professors de química dels instituts de batxillerat només ensenyaven alumnes ja força seleccionats, i la major part de la seva activitat docent la feien amb alumnes de tercer i COU, encara més seleccionats pel seu interès a continuar estudis de ciències (tot i així, el nivell d'aprovat de COU no era gaire superior al 50 % dels matriculats). Totes aquestes dades s'han de tenir en compte quan es vol comparar el nou sistema educatiu amb l'anterior per analitzar les necessitats de formació dels nous professionals.

La química al nostre país s'ha associat tradicionalment a la física, tot i que a les llicenciatures corresponents, en ésser molt especialitzades, hi ha poques assignatures compartides. De fet, un físic pot no haver fet química ni a COU ni a la seva llicenciatura, i, per tant, els seus coneixements inicials poden ésser similars o fins i tot menors que els d'un biòleg, ja que aquest cursa obligatòriament alguna assignatura de física i de química a la seva carrera. En altres països l'agrupació és diferent i, per exemple, el professorat s'especialitza en l'ensenyament de física i matemàtiques o bé de química i biologia.

En els primers cicles de formació professional, la situació era diferent. El professorat era *de ciències* i, per tant, el més habitual era ensenyar totes les disciplines científiques, independentment de la titulació inicial.

El model de formació inicial de professors de química encara vigent correspon als estudis de CAP (Certificat d'Aptitud Pedagògica), que molts alumnes cursen paral·lelament al darrer curs de llicenciatura. Aquests estudis són d'unes cent vint hores, incloent-hi les pràctiques en centres de secundària.

En conseqüència, la veritable formació és autodidàctica, a partir del coneixement que ja es té com a alumne, de la imitació dels companys i de l'experiència adquirida aplicant mecanismes d'encert i d'error. Per tant, no ha d'estranyar que sigui una professió molt conservadora i reproductora de models i pràctiques històriques, amb un gran desconeixement, i al mateix temps desconfiança, dels avenços de la ciència d'ensenyar.

Nou sistema educatiu i nou perfil del professorat

La LOGSE ha comportat canvis radicals en el sistema educatiu, especialment en el nivell de secundària. En primer lloc, l'etapa s'ha avançat als dotze anys, i s'ha allargat el període d'estudis comprensius fins als setze anys. En aquesta etapa, el currículum de ciències obligatori està dissenyat com a àrea, és a dir, des d'una perspectiva interdisciplinària i de ciència combinada (Jiménez i Sanmartí, 1995). Malgrat això, a bona part dels centres de secundària ha continuat la pràctica de crèdits o d'assignatures de ciències separades, amb poca connexió entre elles.

El batxillerat, que correspon a l'etapa 16-18, es pretenia que equivalgués a l'antic tercer de BUP i COU, i es preveia que el cursés fins a un 60 % de la població. Això implicava doblar la proporció del 30 % d'alumnes que aconseguia acabar el COU.

El sistema educatiu espanyol s'adaptava, doncs, al d'altres països, a molts dels quals l'ensenyament ja és obligatori per a tota la població fins als divuit anys (cosa que no implica no establir programes diferenciats en alguns aspectes). Només en alguns llocs es mantenen vies entre alumnes clarament separades, com és el cas d'Alemanya. Però també estan en crisi, perquè la seva organització escolar, fonamentada en una formació professional molt especialitzada i vinculada a l'empresa, dona una preparació poc adient a les noves necessitats del mercat de treball, que vol treballadors aptes per canviar de feina. D'altra banda, els resultats de la recent avaluació comparativa de les competències de l'alumnat de quinze anys (2001) mostren que els resultats d'Alemanya són inferiors als d'Espanya i, no cal dir, del Regne Unit, país que va ser pioner a Europa en la instauració d'un ensenyament comprensiu.

Actualment es necessiten coneixements bàsics de química en un bon nombre de professions i no tan sols per als estudis universitaris. Empreses automatitzades de resines, farmacèutiques o de ceràmiques (per posar exemples ben diversos) necessiten personal capaç de prendre decisions en moments de conflicte que sovint passen per *saber* química. Una decisió errònia pot significar pèrdues milionàries i els intents de formació en aquest camp s'han demostrat impossibles quan els treballadors no tenen uns coneixements bàsics. En un altre àmbit, el de la ciutadania, els coneixements de química són

importants per poder participar democràticament en la presa de decisions, col·lectives i individuals, amb relació a bona part de les problemàtiques ambientals o del camp de la salut. Tampoc no s'ha d'oblidar que la química forma part del patrimoni cultural de la humanitat i és desitjable que, si més no en els seus aspectes bàsics, la comparteixin el màxim de persones.

Però també cal reconèixer que els coneixements necessaris per respondre a aquestes noves necessitats socials tenen poc a veure amb els que s'han ensenyat des de finals del segle XIX (Sanmartí, 2001 *a*). Els programes dels estudis de química, i la seva separació dels de les disciplines de física i de biologia, es van concebre a Alemanya cap al 1860, i s'han mantingut quasi sense canvis rellevants fins ara. Només en els darrers trenta anys s'han començat a plantejar programes nous, que encara estan molt poc generalitzats. Com a exemple reproduïm els índexs de dos llibres de química per a alumnes de 15-16 anys

Nuffield Chemistry (1978). Londres: Longman Ed.

Cap. 1. Periodicitat.
Cap. 2. Investigació sobre la matèria.
Cap. 3. Estructura atòmica i enllaç.
Cap. 4. Fórmules i equacions.
Cap. 5. Reaccions químiques.
Cap. 6. Canvis d'energia i canvis materials.
Cap. 7. Electricitat i matèria.
Cap. 8. Radioactivitat.
Cap. 9. L'estructura d'elements i compostos.
Cap. 10. La indústria química.
Cap. 11. El problema dels aliments en el món.
Cap. 12. Home, química i societat.

Nuffield co-ordinated sciences: Chemistry (1988). Londres: Longman Ed.

Cap. 1. Primeres matèries (els elements químics, materials d'origen petroquímic, de les plantes i de les roques).
Cap. 2. Materials d'ús quotidià (materials i estructures, vidres i ceràmiques, metalls i aliatges, polímers).
Cap. 3. Productes químics a les nostres cases (espumes, emulsions, sòls i gels, detergents, tints, medicaments)
Cap. 4. Canvis d'energia en química (combustibles i incendis, bateries).
Cap. 5. Sòl i agricultura (àcids i bases, fertilitzants).
Cap. 6. La Taula Periòdica, àtoms i enllaç.

de la Fundació Nuffield (Regne Unit), una de les institucions més innovadores i prestigioses en el camp de la recerca sobre l'educació científica, en els quals es pot constatar el canvi d'orientació en deu anys.

Tots aquests canvis impliquen que la formació que actualment necessita el nou professorat és molt diferent de la d'abans. És un fet irreversible que, a partir d'ara, *tots* els alumnes estaran escolaritzats fins als setze anys i, per tant, encara que se separin per grups més homogenis, hi haurà d'haver professorat preparat per ensenyar unes ciències bàsiques, capaç de seduir els i les alumnes que no les volen aprendre i d'interessar-los en l'estudi de la química i de les ciències.

Característiques professionals per ensenyar química, avui

El nou professor de secundària és, doncs, qui posa en contacte per primera vegada els joves amb el món de la química. És en aquesta etapa quan els alumnes començaran a identificar les seves idees i les seves formes de mirar i d'explicar el món i, també, és quan començaran a enamorar-se'n o a odiar-la.

Els coneixements de química es caracteritzen per aprendre a interrelacionar tres mons:

- El dels fets, la manipulació i l'experimentació, és a dir, un món *macroscòpic* format per milers de fenòmens que es poden observar i en els quals cal reconèixer el que tenen en comú.
- El dels models imaginats, és a dir, el món *microscòpic* que ens possibilita explicar els fenòmens.
- El de la simbologia que utilitzem per comunicar-nos i que no són només les fórmules, sinó tota classe de representacions, entre les quals les generades per ordinador.

Entrar en aquests tres mons de forma coherent i interrelacionada no és fàcil. Requereix superar un estadi inicial que podríem dir-ne d'aprendre a *jugar el joc*. Quan se'n sap una mica, es gaudeix jugant a voleibol o a tennis, però els inicis són desanimadors. D'alguna manera, el professorat és com un entrenador la funció del qual és, no tan sols ajudar a l'aprenentatge d'uns continguts, sinó també aconseguir que els jugadors no es desanimin ja en els primers passos.

Els nous professionals haurien d'aprendre, doncs:

- Epistemologia de la ciència, saber identificar les idees fonamentals que caracteritzen cada disciplina científica. És necessari un coneixement de tipus general més que particular, reconèixer les grans idees i com han evolucionat al llarg de la història. Per a un professor és més important saber formular preguntes rellevants que no pas donar respostes *veritables*.
- Coneixements d'una química *quotidiana*, que expliqui el comportament dels materials que utilitzem diàriament. No es tracta tant d'un coneixement descriptiu (saber molt de plàstics, ceràmics o metalls) o d'informacions que es poden trobar a Internet o a qualsevol llibre, com de disposar de les eines teòriques, experimentals i simbòliques que permetin comprendre les característiques de materials d'ús quotidià, i entendre textos que utilitzin conceptes químics. En general, implica una química amb moltes interrelacions amb la biologia, la geologia i la tecnologia: una química de la vida, del cicle d'elements a la natura, dels combustibles, de l'electrònica...
- Qüestionar els programes i els exemples tradicionals que es repeteixen mecànicament generació rere generació. Està ben comprovat que, si no es pren consciència de l'absurditat de moltes rutines, es tendeix a repetir-les. Els futurs professors no sols han de tenir elements per decidir què és important ensenyar, sinó també per descartar el que no cal ensenyar. Per exemple, s'ha de posar en qüestió l'aprenentatge de lleis ponderals per entendre els fonaments de la teoria atòmico-molecular (Caamaño, 2002), la presentació *immaculada* que es fa del principi de Le Chatelier (Demeo, 1992), ensenyar a escriure la configuració electrònica d'un element sense cap altra finalitat que respondre preguntes en exàmens, o posar problemes que no connecten amb la realitat propera dels alumnes.
- Procediments de treball experimental, tant els clàssics com els que impliquen l'aplicació de tècniques actuals. També cal saber utilitzar tota mena de recursos informàtics per recollir i transformar dades experimentals, per simular processos i models, per trobar informació... Però aquests procediments i tècniques no s'han d'aprendre com si fossin receptes de cuina, sinó amb relació a la resolució de problemes reals i oberts.
- Els coneixements actuals del camp de les ciències de l'educació sobre les dificultats de l'alumnat en l'aprenentatge dels diferents temes de química i sobre els processos que ajuden a donar resposta a aquests problemes. La Didàctica de les Ciències és una àrea de recerca jove (no fa més de quaranta anys que s'investiga en aquest camp) i té més problemes plantejats que no pas respostes, però ja hi ha un cos de coneixements

que fan possible que un professor no es vegi obligat a ser autodidacte i a redescobrir-ho tot.

- Organitzar un programa i seleccionar i seqüenciar continguts i activitats per ensenyar, tot d'acord amb les característiques de l'alumnat —la seva edat, context cultural, interessos i actituds—, els recursos de què es disposa a cada centre, els coneixements anteriors, el temps disponible, etc. No hi ha receptes sobre com ensenyar un contingut, però sí que es poden aprendre criteris per prendre decisions. Tal com indiquen Joshua i Dupin (1993), les *lleis de la didàctica* que es puguin enunciar es refereixen més a les coses que no poden succeir (constriccions) que a allò que hauria de succeir (prescripcions).
- Criteris i recursos per organitzar i gestionar un grup d'adolescents ben diversos, per estimular-los a treballar individualment i col·lectivament, per ajudar-los a resoldre els conflictes, per despertar el seu interès i per mantenir-lo davant de les dificultats. Implica desenvolupar l'empatia, la capacitat de seducció i de comunicació. L'escola competeix amb la discoteca, el centre comercial i la televisió, i no cal dir que no és gens fàcil guanyar aquests competidors.
- Desenvolupar la capacitat de treballar en equip amb altres professionals de disciplines diferents i de relacionar-se amb les famílies i les institucions de l'entorn. Ara més que mai, els resultats d'una escola no són conseqüència de l'actuació d'un professor aïllat, sinó de tot un equip.

A més, un ensenyant ha d'ésser capaç d'orientar tota classe d'alumnes i d'educar-los més enllà de la Ciència i a través d'ella, ja que també és un tutor. Per tant, haurà d'haver-se apropiat d'uns valors associats a l'exercici de la *nova* professió. Si es té una visió elitista de la ciència, o si hom pensa que la responsabilitat dels problemes socials i educatius només és dels altres, serà difícil promoure que tots els alumnes aprenguin.

Problemes dels models de formació actuals

Actualment hi ha dos models de formació del professorat de secundària que es diferencien més per l'estructura que no pas pels programes i els resultats:

- Un d'ells, aplicat en bona part del continent americà, es concreta en estudis dirigits específicament a la formació de futurs professors. Aquest model té l'inconvenient que des de

l'inici tanca totalment la sortida laboral: els estudis només serveixen per ser professor. Però, en canvi, té l'avantatge de poder fer una planificació del currículum coherent amb els objectius de formació (tot i que, a la pràctica, aquesta coherència no s'acostuma a donar).

— En el segon model, aplicat a diferents països europeus, els estudiants que opten per ésser professors s'especialitzen per mitjà de cursos específics després d'haver obtingut una llicenciatura. Aquest model té l'inconvenient que els currículums de les llicenciatures són cada vegada més especialitzats, mentre que actualment el que es necessita és una formació àmplia, especialment en els cursos d'ESO orientats a una alfabetització científica. Tot i així, es tendeix a considerar aquest model com el més adient. En alguns països com el Regne Unit els dos sistemes coexisteixen.

— Però el problema més important en ambdós models és la separació total entre les assignatures anomenades de *continguts* i les *pedagògiques*. Les unes i les altres es caracteritzen per fet d'ésser ensenyades al marge de la professió concreta que ha d'exercir el professorat, que és ensenyar ciències en general i química en particular. Implícitament es creu que si una persona *sap* de la matèria i coneix teories generals sobre com ensenyar, sabrà aplicar-les a l'ensenyament de cada contingut. Però totes les recerques actuals posen de manifest que aquesta concepció no és certa (Hewson *et al.*, 1999). Les raons són de molts tipus:

— No hi ha un *com ensenyar* independentment del contingut. Cada disciplina té unes característiques i unes dificultats específiques. En el cas de la química no és fàcil ensenyar a interrelacionar els seus diferents mons, promoure experiments que siguin útils per aprendre o ajudar a donar sentit al llenguatge químic. És difícil que una persona sigui capaç d'ensenyar-la sense tenir els coneixements que s'han generat des de la Didàctica de les Ciències.

— Per ensenyar ciències s'ha de partir de les preguntes que poden tenir sentit per a la majoria de l'alumnat i que són rellevants socialment. Però no és fàcil aplicar els coneixements apresos a la llicenciatura a la interpretació dels fenòmens que observem a la cuina, a la natura, al nostre cos... i, per tant, és normal que s'acabi reproduint el que sempre s'ha explicat, que és un coneixement fossilitzat.

— En la formació dels futurs professors influeix més la manera com se'ls ha ensenyat que no pas allò què se'ls ha dit sobre la manera d'ensenyar. Les metodologies aplicades a les classes de química i de didàctica haurien d'ésser exemplars, no tan sols quant als continguts tractats, sinó també i molt especial-

ment quant al *com s'ensenyà*. Si han après una química memorística, s'ensenyarà una química memorística. Si les teories didàctiques innovadores i actives s'ensenyen per mitjà de cursos magistrals, els futurs professors tendiran a ensenyar també amb discursos magistrals en lloc d'aplicar les teories innovadores.

— Tot suposant que la formació inicial rebuda sigui la idònia, quan realment es concreta el saber professional propi és en els dos primers anys d'exercici de la professió, a partir de la imitació de pràctiques observades en companys. És freqüent que, enfrontats al problema complex d'ensenyar als adolescents, s'apreguin ràpidament les solucions tradicionals, i una vegada s'han adquirit unes rutines que donen seguretat és difícil canviar-les.

Totes aquestes raons, a la llum de la recerca actual en la formació del professorat de ciències, fan concloure que aquesta ha de reunir tres condicions fonamentals (Sanmartí, 2001 b):

— *Relació teoria-pràctica*. No es pot desvincular la formació en coneixements teòrics, tant en continguts científics com pedagògics, de la formació en el *saber fer* a les aules reals (Mellado i González, 2000). En el moment que l'estudiant faci l'opció de professionalitzar-se, cal que visqui experiències d'ensenyar innovadores, que hi reflexioni en funció dels coneixements generats a través de la recerca en el camp de la didàctica i que generi noves experiències educatives.

— *Interrelació entre les disciplines del currículum*. Les diferents assignatures del possible currículum, tant les més relacionades amb la reflexió sobre els continguts a ensenyar i les dificultats i els recursos per ensenyar-los com les que inclouen coneixements sobre les característiques dels adolescents i dels seus condicionaments socials, del sistema escolar o d'altres, han de tenir objectius compartits que ajudin el futur professor a integrar-los a la seva pràctica. En general, hi ha acord que la disciplina central és la didàctica de les ciències. De fet, aquest és un camp de saber interdisciplinari i els seus especialistes reuneixen la doble condició d'ésser de l'àrea de ciències i haver fet recerca i haver exercit com a professors. Però això no vol dir que no sigui necessari i possible que altres professionals s'impliquin en un projecte comú.

— *Concebre la formació del professorat com un procés de canvi* de les idees i les pràctiques apreses a través d'anys d'ésser alumne, és a dir, d'autoreflexió i d'autoregulació. Els futurs professors han de posar en qüestió el seu pensament sobre què és la ciència i els seus continguts, sobre com millor apre-

nen els alumnes i sobre com ensenyar (Gunstone i Northfield, 1994). No es tracta de donar receptes que no existeixen, sinó de prendre consciència del perquè de la no idoneïtat de moltes de les que es tenen interioritzades.

A tall de resum

Actualment s'ha de donar resposta al repte de dissenyar i aplicar una nova formació inicial dels futurs professors que han d'ensenyar ciències a les noves generacions. És evident que el nou pla de formació que es comenci ha de tenir la millor qualitat possible, ja que una vegada engegat un nou sistema és molt difícil canviar-lo. És desitjable que no s'escatimin esforços per aconseguir que respongui a les noves necessitats i que assegurï uns bons resultats. Com ja s'ha dit, requerirà que moltes persones que treballen a llocs diferents ho facin d'acord per un objectiu comú, deixant de banda interessos particulars.

De moment, no tenim encara els problemes amb què es troben molts països en els quals no hi ha estudiants candidats a ser professors de ciències. A Estats Units es calcula que se'n necessiten uns 12.000 de nous cada any, i només se'n formen 4.000. I la vida mitjana d'un professor és de 6-8 anys. També falten professors a la Gran Bretanya, a Holanda...

La valoració de la professió, i dels professionals que l'exerceixen, requereix una bona formació. No ens podem permetre no tenir bons professors de química, amb una cultura científica àmplia, i aquest repte ha de poder tenir una resposta més enllà de possibles interessos corporativistes.

Referències bibliogràfiques

CAAMAÑO, A. (2002). «El currículum de física i química a l'en-

senyament secundari a Catalunya: situació actual i perspectiva de futur». A: ARJONA, J. [et al.] [ed.]. *VI Simposi sobre l'Ensenyament de les Ciències de la Natura*, p. 70-81.

DEMEO, S. (1992). «An Immaculate Conception: Le Chatelier and Equilibrium». A: *Proceedings Second Int. Conf. Science & Education*. Kingston, Canadà, p. 227-238.

GUNSTONE, R. F.; NORTHFIELD, J. R. (1994). *Metacognition and learning to teach*. *International Journal of Science Education*, núm. 16(5), p. 523-537.

HEWSON, P. W.; TABACHNICK, R.; ZEICHNER, K. M.; LEMBERGER, J. (1999). «Educating Prospective Teachers of Biology: Findings, Limitations, and Recommendations». *Science Education*, núm. 83, p. 373-384.

JIMÉNEZ, M. P.; SANMARTÍ, N. (1995). «The development of a new science curriculum for secondary school in Spain: opportunities for change». *International Journal of Science Education*, núm. 17 (4), p. 647-661.

JOHSUA, S.; DUPIN, J. J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. París: PUF.

MELLADO, V.; GONZÁLEZ, T. (2000). «La formación inicial del profesorado de ciencia». A: PERALES, F. J.; CAÑAL, P. [dir.]. *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoi: Marfil, p. 535-555.

SANMARTÍ, N. (2001a). «Algunes idees per repensar la ciència que ensenyem». *Escola Catalana*, núm. 379, p. 8-15.

— (2001b). «Enseñar a enseñar Ciencias en Secundaria: un reto muy complejo». *Revista Interuniversitaria*, núm. 40, p. 30-48.

Autora

Neus Sanmartí Puig és doctora en ciències químiques (didàctica) per la Universitat Autònoma de Barcelona i professora de didàctica de les ciències a la mateixa universitat. Ha estat coordinadora dels estudis de formació inicial del professorat de secundària des del 1994. Des d'aquesta data també és directora de la revista Enseñanza de las Ciencias.