

# Aprendre a investigar i investigar per comprendre

Learning to investigate and investigating for learning

Isabel Jiménez Bargalló i Jordi Martí Feixas / Universitat de Vic. Departament de Didàctica de les Arts i les Ciències



## resum

Diversos estudis i informes actuals posen èmfasi en la necessitat d'introduir estratègies didàctiques centrades en la investigació a l'aula i dirigides a la revisió dels models explicatius de l'alumnat. Què vol dir dissenyar i desenvolupar investigacions a l'aula? En quin sentit suposa modificar la nostra pràctica habitual? Basant-nos en la recerca més actual, aquest article dona resposta a aquestes preguntes, alhora que reflexiona sobre els principals aspectes que cal considerar a l'hora de desenvolupar una estratègia pedagògica d'aquest tipus.

## paraules clau

Competència científica, estratègies didàctiques, investigació centrada en la modelització.

## abstract

Different studies and current reports emphasize the introduction of inquiry-based teaching strategies whose aim is the review of students' explanatory models. What does it mean to design and conduct inquiry in the classroom? In what way does it alter our practice? Based on actual research, this article gives answers to these questions and reflects on main aspects to be considered when developing such pedagogical strategies.

## keywords

Scientific literacy, teaching strategies, modeling-centered scientific inquiry.

### Noves estratègies didàctiques per a noves demandes curriculars

L'ordenació curricular actual derivada de la LOE (BOE, 2006) ubica la competència en el coneixement i la interacció amb el món físic (competència científica) com una de les competències que l'alumnat ha d'adquirir durant l'educació obligatòria. Els decrets que estableixen l'ordenació dels ensenyaments tant de l'educació primària com de la secundària obligatòria afirmen que aquesta competència suposa «el desenvolupament i aplicació del pensament científicotècnic per interpretar la informació que es rep i per predir i prendre decisions amb iniciativa i autonomia personal [...]. Així mateix, implica la

diferenciació i valoració del coneixement científic al costat d'altres formes de coneixement, i la utilització de valors i criteris ètics associats a la ciència i al desenvolupament tecnològic».

Segons Zimmerman (2007), el pensament científic comporta «l'aplicació dels mètodes i els principis de la investigació científica al raonament o a la resolució de preguntes o situacions problemàtiques, [...] comporta l'ús de les habilitats implicades a generar, avaluar i revisar evidències i teories, així com també la capacitat de reflexionar sobre el procés d'adquisició i revisió de coneixement». Així, doncs, si l'objectiu central és desenvolupar el pensament científic, i si el pensament científic comporta

l'ús de les habilitats implicades a generar, avaluar i revisar evidències i teories, aleshores sembla evident que l'alumnat no només ha d'adquirir un coneixement robust dels continguts de la ciència, sinó que, alhora, ha d'aprendre a investigar i raonar científicament i ha de poder adquirir una comprensió més profunda sobre la naturalesa del coneixement científic i l'activitat científica. No s'espera que l'alumnat faci ciència com un expert, però sí que la ciència escolar sigui un reflex de la ciència dels experts.

La recerca actual ha posat de manifest una clara dissonància entre les habilitats i processos cognitius necessaris per dur a terme un procés d'investigació

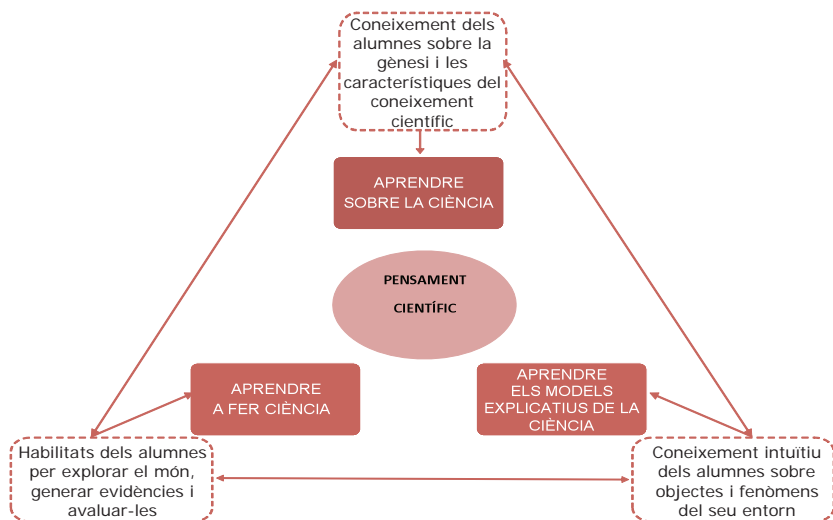


Figura 1.

científica i els que realment es posen en marxa amb les tasques que tradicionalment es proposen en una àmplia majoria de les aules (Chinn i Malhotra, 2002; Windschitl i Thompson, 2006).

D'una banda, és evident que les estratègies didàctiques basades en la transmissió-recepció només afavoreixen un aprenentatge memorístic que posa l'èmfasi, bàsicament, en els continguts. Tanmateix, fins i tot quan es porten a terme activitats manipulatives que sí permeten l'experimentació i l'obtenció de dades per part de l'alumnat, sovint no es posa prou atenció ni a la relació existent entre els resultats obtinguts i els models teòrics proposats, ni a la relació que pot haver-hi entre els models teòrics experts i els dels alumnes. La concepció de la ciència que es reforça amb aquest tipus d'activitats és molt simple i està allunyada dels plantejaments epistemològics actuals. Així mateix, les habilitats d'investigació s'adquireixen d'una manera molt mecànica perquè els alumnes tenen molt poca consciència del que estan fent. Urgeix, per tant, replantejar els models predominants d'ensenyament de les ciències i provar nous enfocaments i noves estratègies didàctiques que permetin que els alumnes deixin

de ser simples consumidors de fets científics per passar a participar d'una manera més activa en les pràctiques científiques de construcció del coneixement.

#### **Donar resposta a les noves demandes curriculars: desenvolupar el pensament científic de l'alumnat**

Des del nostre punt de vista i d'acord amb diverses contribucions (Izquierdo et al., 1999; Harlen, 1998; NRC, 2007), desenvolupar el pensament científic dels alumnes suposa atendre tres aspectes diferents però completament interrelacionats entre si: a) la (re)construcció i ampliació dels models explicatius de l'alumnat sobre la realitat que deriven del seu coneixement intuïtiu (aprendre ciència); b) el desenvolupament de les habilitats cognitives més específiques del raonament científic (aprendre a fer ciència), i c) la construcció d'una concepció de la ciència més en consonància amb les concepcions epistemològiques actuals (aprendre sobre la ciència).

Tal com es mostra a la fig. 1, els alumnes ja disposen de coneixements i habilitats prèvies per a cadascun d'aquests aspectes. Caldrà, per tant, que els docents les coneguem i les adoptem com a punt de partida del que plante-

gem a l'aula. Tanmateix, també haurem d'acceptar que el fet de desenvolupar aquestes dimensions és un procés lent, amb avenços, parades i retrocessos, i que és, a més, un procés que no es dona de manera espontània i que, per tant, depèn àmpliament dels contextos i de les experiències d'activitat científica que fem viure als nostres alumnes (Metz, 2011).

És ben sabut que els entorns que resulten més efectius per promoure el desenvolupament del pensament científic són aquells en què l'alumnat pot utilitzar i millorar el seu raonament científic en un marc que ha de ser coherent, en les seves pràctiques, amb l'activitat científica experta (Chinn i Malhotra, 2002), però que adopta facetes específiques de l'entorn escolar (Izquierdo et al., 1999). L'estratègia didàctica que millor sembla satisfer aquestes premisses és, tal com desenvoluparem en aquest article, aquella en què l'alumnat participa en processos d'investigació científica real basats en la creació, avaluació i revisió de models teòrics (*model-centered scientific inquiry*) (Lehrer i Schauble, 2000; Schwarz i White, 2005; Stewart, Cartier i Passmore, 2005). Aquesta estratègia comporta la pràctica integrada de les habilitats implicades a generar, avaluar i revisar evidències i a generar, avaluar i revisar models teòrics, que és, recordem-ho, el que Zimmerman situa al nucli del pensament científic.

#### **La ciència escolar entesa com a procés d'evolució dels models i les habilitats de l'alumnat**

El terme *ciència* té una doble dimensió. D'una banda, el podem usar per referir-nos a un cos de coneixements format per teories (en química: teoria atòmica de la matèria, teoria d'enllaç de valència, etc.) que contenen conceptes

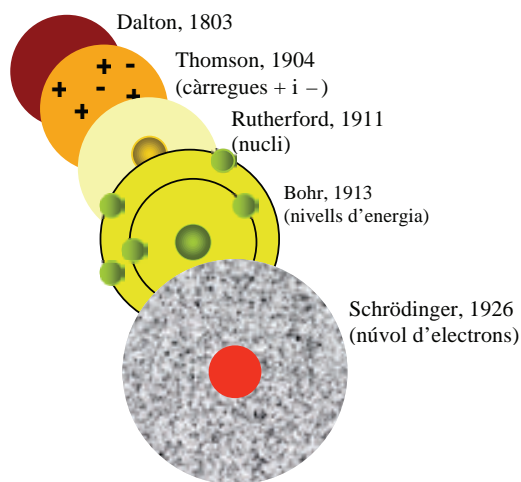


Figura 2.

(molècula, àtom, enllaç químic, electró, etc.) i fets (les reaccions químiques, l'organització d'ions en xarxes cristal·lines, etc.). D'altra banda, també es refereix als processos cognitius (observar, mesurar, obtenir patrons, establir i avaluar evidències, construir explicacions a partir de models, defensar explicacions sobre la base de l'evidència, etc.) i a les tècniques manipulatives (mirar pel microscopi, utilitzar aparells de mesura, fer una cromatografia, etc.) que els científics usen per establir i revisar aquest cos de coneixements.

Si ens fixem en aquesta segona dimensió, podem considerar la ciència experta com una activitat que té per objectiu final la producció de coneixement. En última instància, aquest coneixement es genera a través de la creació, avaluació, posada a prova i refinament de models científics

**Els models inicials dels alumnes se situen en el punt de partida real de l'activitat científica escolar, ja que les maneres d'explicar els fenòmens i fets de la realitat que té l'alumnat són la matèria primera dels processos d'investigació i modelització a l'aula. Investigar ha de servir per comprendre, i no es pot comprendre si un mateix no ha tingut l'ocasió de respondre les preguntes científiques que circulen per l'aula des dels seus propis models de la realitat**

(modelització), els quals permeten explicar i predir els fets empírics que s'estan investigant (fig. 2).

Des d'aquesta perspectiva de l'activitat científica, l'obtenció de dades i l'establiment de fets empírics a través de l'experimentació i/o l'observació esdevenen activitats específiques que han d'estar al servei dels processos de modelització, perquè, per defensar un determinat model explicatiu, sempre caldrà disposar d'evidències empíriques.

Creiem que aquesta caracterització de la ciència experta

també és útil per caracteritzar la ciència escolar, perquè, de la mateixa manera que la ciència experta pretén millorar i aprofundir en la comprensió adquirida per la comunitat científica en relació amb determinats conjunts de fenòmens, la ciència escolar també ha de perseguir l'evolució de la comprensió que té l'alumnat sobre determinats fenòmens de l'entorn natural. Això ens porta a reconèixer que la revisió progressiva dels models inicials dels alumnes ha de ser el centre d'atenció de les propostes d'ensenyament-aprenentatge. L'experimentació i/o l'observació, per si mateixes i desvinculades de la construcció d'explicacions, no tenen gaire valor per a l'aprenentatge científic. L'esquema de la fig. 3 il·lustra aquesta concepció sobre la ciència escolar (part inferior de l'esquema) i la vincula a les fases del cicle d'aprenentatge (Pujol, 2003; Sanmartí, 2002) (part superior de l'esquema).

Tal com es pot veure a l'extrem dret de l'esquema de la fig. 3, els models teòrics generats en el context de la ciència experta actuen com a referents de la ciència escolar. La transposició didàctica d'aquests models teòrics experts dona lloc als models científics escolars, que seran l'horitzó al qual volem dirigir els alumnes.

Des d'aquesta aproximació, l'activitat científica escolar pot iniciar-se a partir d'un fet desconcertant vinculat al model científic escolar que es pretengui

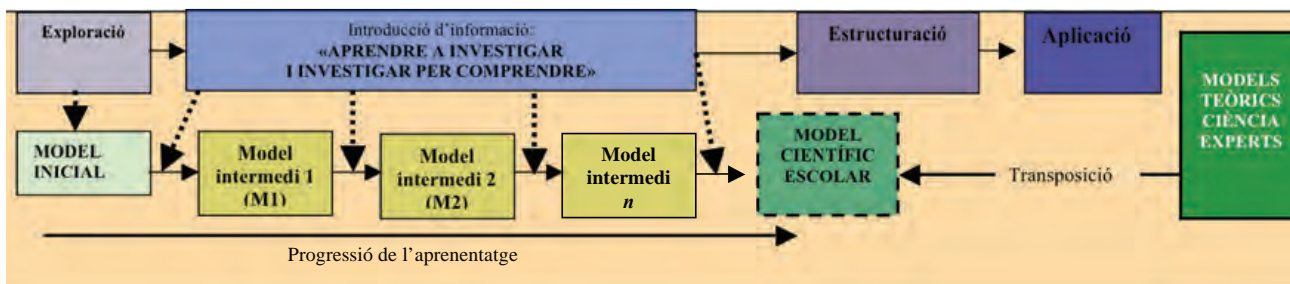


Figura 3.

treballar, acompanyat de l'establiment d'una pregunta causal. Per exemple: com és que podem sentir el so dels nois del passadís si hi ha una paret al mig?, com és que s'ha inflat el globus en treure aire de dins el pot de buit?, com és que introduint 15 mL d'alcohol i 15 mL d'aigua en una proveta el volum resultant suma 29 mL i no 30 mL?, etc. A partir d'aquí, hi hauria un primer moment en què els alumnes haurien de fer explícits els seus models inicials (fase d'exploració). En el cas de l'exemple, quan els alumnes responen les preguntes anteriors, usen els seus models inicials de so, gas o partícula, els quals estan vinculats a les seves teories intuïtives sobre la matèria (fig. 4) (Talanquer, 2009).

En un segon moment, el més ampli de la seqüència d'activitats, els alumnes s'haurien d'involucrar en el procés d'obtenir dades i evidències que els permetin avaluar i revisar els seus models inicials i que, en última instància, hauria de conduir a millorar la seva comprensió del fenomen (fase d'introducció d'informació). Aquest procés de progressiva revisió de models hauria d'acabar amb l'adopció d'un model consensuat (fase d'estructuració) que posteriorment podrà ser utilitzat (i refinat) en les investigacions de nous

fenòmens relacionats (fase d'aplicació).

Aquesta manera de concebre l'ensenyament de les ciències situa els models inicials dels alumnes en el punt de partida real de l'activitat científica escolar, ja que les maneres d'explicar els fenòmens i fets de la realitat que té l'alumnat són la matèria primera dels processos d'investigació i modelització a l'aula. Investigar ha de servir per comprendre, i no es pot comprendre si un mateix no ha tingut l'ocasió de respondre les preguntes científiques que circulen per l'aula des dels seus propis models de la realitat.

L'evolució dels models inicials dels alumnes (fig. 5) és un procés lent i progressiu. Els models inicials dels alumnes han de ser revisats i ampliat sobre la base de noves evidències empíriques obtingudes a l'aula, o bé fruit de la revisió d'evidències obtingudes anteriorment i recuperades de la llibreta de ciències (fig. 6), en el cas que aquesta es faci servir com a instrument didàctic (Segalés et al., 2011). Aquestes evidències justament s'hauran obtingut per posar a prova les idees i hipòtesis inicials, i no pas per (de)mostrar un model teòric preestablert pel mestre, cosa que encara es fa molt sovint.

Això ens situa en una segona fase que esdevé la part més

important d'una seqüència d'activitats i que es dirigirà a l'obtenció de noves evidències empíriques (investigació) que es faran servir per revisar i ampliar els models explicatius inicials (modelització).

Aquesta segona fase, que correspondria a la fase d'introducció d'informació del cicle d'aprenentatge, l'hem identificat a l'esquema amb el lema «Aprende a investigar i investigar per comprendre» (Martí, 2012). Ja hem insistit que, tant en la ciència experta com en la ciència escolar, s'investiga per comprendre. Per això ara voldríem remarcar també la importància d'*aprende a investigar*.

A l'inici de l'article, hem proposat que un dels components del raonament científic és el conjunt d'habilitats implicades en la gènesi, avaluació i revisió de dades i evidències. Aquestes habilitats no es desenvolupen espontàniament. Per això el fet d'ajudar els alumnes a aprendre a investigar també ha de ser un objectiu de la nostra tasca docent, perquè hauríem d'aconseguir que els alumnes siguin capaços de desenvolupar una investigació empírica de manera autònoma. En aquesta línia, la recerca ha posat clarament de manifest que això és possible



Figura 4. Què passarà quan barregem tots els líquids en una sola proveta?

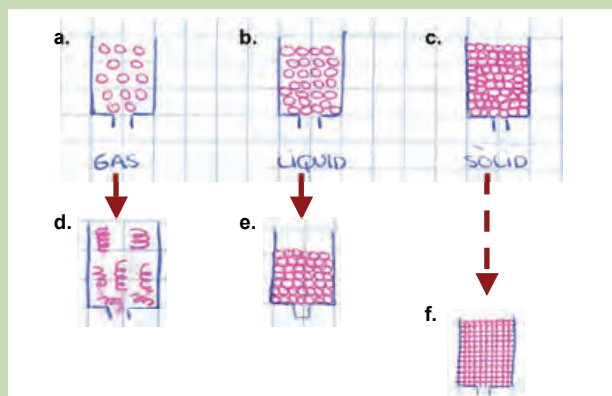


Figura 5. Exemple de canvis en els models de gas, líquid i sòlid d'una alumna.



Figura 6. Alumna treballant amb la llibreta de ciències.

inclús en els primers cursos de l'educació primària (Metz, 2004), però, per aconseguir-ho, caldrà que les planificacions docents (en qualsevol etapa) explicitin aquesta finalitat i hi dediquin activitats específiques.

Aprendre a investigar suposa, bàsicament, ser capaç de planificar i portar a terme accions per obtenir dades, analitzar-les i establir conclusions empíriques. A la vegada, suposa ser capaç d'avaluar críticament el procés. Les conclusions empíriques són les afirmacions que podem fer sobre un determinat fenomen sobre la base d'unes dades obtingudes a través de l'observació i/o l'experimentació, i actuaran com a evidències per a l'avaluació i la revisió de models explicatius.

Arribar a establir conclusions a partir d'unes dades primàries és un procés que cal aprendre a portar a terme i en el qual intervenen unes habilitats molt específiques. Una d'aquestes habilitats, per exemple, seria saber derivar prediccions de les hipòtesis explicatives pròpies (en la forma *si* [hipòtesi], *aleshores* [resultat predit]) (Lawson, 2010) per poder posar a prova les hipòtesis

pròpies. Una altra seria saber dissenyar un experiment amb control de variables quan el que es pretén és poder establir l'existència d'una hipotètica relació entre dues variables (Martí, 2012; Martins, 2002), com ara la massa i la flotabilitat, la temperatura i la solubilitat, etc. Aquestes habilitats, entre d'altres, formen part del raonament científic i no s'aprenen espontàniament, sinó que caldrà planificar en quin moment s'introdueixen i en quines ocasions es proposaran als alumnes situacions perquè les puguin utilitzar i refinar.

**Aprendre a investigar suposa, bàsicament, ser capaç de planificar i portar a terme accions per obtenir dades, analitzar-les i establir conclusions empíriques**

Tant a l'escola primària com a la secundària, en el desenvolupament de molts problemes científics, es treballa molt poc amb dades primàries obtingudes i, sobretot, gestionades

pels alumnes, malgrat que la recerca didàctica ha posat de manifest que, quan s'ensenya expressament a treballar amb dades reals, fins i tot els nens i nenes de primària són capaços d'usar estratègies força sofisticades per obtenir dades, organitzar-les i identificar-hi patrons (Lehrer i Schauble, 2006).

### La importància d'atendre els aspectes metacognitius

Més amunt hem dit que tan important és disposar d'habilitats i estratègies per generar dades i evidències com ser capaç d'avaluar críticament el procés. Atès que el desenvolupament del pensament científic també comporta comprendre fins a un cert punt la naturalesa de la ciència, aleshores del que es tracta no és només d'implicar activament els alumnes en investigacions científiques, sinó que també és important ajudar-los a prendre consciència del que estan fent i de com ho estan fent. Aquesta activitat de caràcter regulador i metacognitiu no sempre es té en compte a l'hora de planificar les activitats que es portaran a terme a l'aula, però és molt important per afavorir la concepció que els alumnes aniran desenvolupant sobre què és la ciència.

Un aspecte d'aquesta activitat metacognitiva és l'acció d'avaluar i revisar els processos d'obtenció de dades i d'establiment d'evidències. Aquesta avaluació s'ha de dirigir a detectar i explicitar les possibles limitacions o errors que puguin haver sorgit en qualsevol de les diferents fases del procés d'observació o d'experimentació: el rigor en l'observació/mesura, el control de variables, la representació dels resultats, la identificació del patró i l'establiment de la conclusió. El fet de ser conscients de les fortaleeses i les limitacions de tots

Taula 1. Preguntes útils per avaluar els processos de gènesi de dades i conclusions

- Què heu trobat? Fins a quin punt esteu segurs de...?
- Podeu proposar alguna manera d'estar més segurs dels resultats? Com us ajudaria, això que proposeu, a estar-ne més segurs?
- Quan els científics acaben un estudi, generalment pensen com podrien fer-lo millor. El vostre estudi està molt bé, però què creieu que es podria fer perquè encara fos millor? Per què el faria millor això que proposeu?
- Els vostres resultats es podrien aplicar a altres situacions o només serveixen per a aquest cas?
- En què us sembla que la investigació que heu fet s'assembla a les que fan els científics?

aquests processos ha de permetre comprendre millor la naturalesa del coneixement científic i concebre'l com un coneixement subjecte al rigor que s'hagi tingut en la realització de tot el conjunt de la investigació.

A la taula 1 mostrem algunes preguntes que poden ser útils per a aquesta finalitat, la majoria de les quals han estat extretes de Metz (2004). En aquest estudi, l'autora implicava dos grups de nens i nenes de 1r i 4t de primària en el disseny i la posterior avaluació de les seves pròpies investigacions sobre el comportament dels grills. L'estudi mostra clarament com, a través de les preguntes, els nens i nenes eren capaços de prendre consciència de les limitacions de llurs recerques.

**No es pot aprendre a investigar seguint receptes o protocols experimentals, sinó situant els alumnes davant de problemes oberts però assequibles, per als quals sabem que tenen prou coneixement per implicar-se cognitivament, i també per als quals sabem que els hem dotat d'una sèrie d'habilitats bàsiques referides a la gènesi i l'avaluació de dades i evidències**

Si volem promoure l'autonomia dels alumnes, aniria bé que adquirissin l'hàbit de fer-se aquestes preguntes, o altres de similars, per si mateixos. Per això seria important que els mestres incloguessin apartats explícits d'avaluació en la planificació dels dissenys experimentals que es fan a l'aula.

Totes les preguntes de la taula 1 contribueixen a la reflexió metacognitiva, i això és molt important, perquè allò que en el fons es persegueix no és l'aplicació mecànica de certes estratègies d'investigació, sinó la interiorització progressiva dels elements clau i de la lògica que hi ha darrere d'un procés d'investigació. Cal prestar atenció a aquest aspecte, perquè l'experiència mostra que la majoria de les vegades, quan els nens i nenes expliquen què han fet, recorden molt més haver manipulat uns aparells que no pas haver comprès què vol dir investigar de manera científica. Per contra, quan se'ls implica en reflexions de caràcter epistemològic, la visió que desenvolupen sobre la ciència arriba a ser molt més sofisticada (Smith *et al.*, 2000).

En definitiva, aprendre a investigar ha de ser un objectiu ineludible de l'ensenyament de les ciències, com ho és també l'aproximació a una comprensió científica dels fenòmens. Però no es pot aprendre a investigar seguint receptes o protocols

experimentals, sinó situant els alumnes davant de problemes oberts però assequibles, per als quals sabem que tenen prou coneixement per implicar-se cognitivament, i també per als quals sabem que els hem dotat d'una sèrie d'habilitats bàsiques referides a la gènesi i l'avaluació de dades i evidències.

### Conclusió

Tot el que hem dit fins ara ens porta a pensar que segurament encara cal una revisió crítica de les estratègies que s'utilitzen majoritàriament a l'aula, de quines pràctiques científiques considerem que es poden ensenyar als alumnes i de com s'ha de planificar l'aprenentatge d'aquestes pràctiques perquè els alumnes, progressivament, les usin d'una manera més autònoma. Aquesta revisió, com no pot ser d'altra manera, no es pot fer només des de l'experiència docent particular de cadascú, sinó que ha d'estar fonamentada en la recerca didàctica recent, la qual ens aporta tant els models teòrics com les evidències empíriques que donaran suport a un necessari canvi de rumb en les pràctiques d'ensenyament de les ciències.

Articular models d'ensenyament-aprenentatge de les ciències que adoptin com a lema i objectiu «Aprendre a investigar i investigar per comprendre» pot ser una manera d'iniciar aquesta reflexió.

## Referències

- BOE (2006). *Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria*.
- CHINN, C. A.; MALHOTRA, B. (2002). «Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks». *Science Education*, 86: 175-218.
- HARLEN, W. (1998). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Morata.
- IZQUIERDO, M.; ESPINET, M.; GARCÍA, M. P.; PUJOL, R. M.; SANMARTÍ, N. (1999). «Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar». *Enseñanza de las Ciencias*, número extra: 79-91.
- LAWSON, A. E. (2010). «Basic inferences of scientific reasoning, argumentation and discovery». *Science Education*, 94: 336-364.
- LEHRER, R.; SCHAUBLE, L. (2000). «The development of model-based reasoning». *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21(1): 39-48.
- (2006). *Investigando los datos reales en la escuela: Ampliar la comprensión infantil de las matemáticas y las ciencias*. Morón: MCEP.
- MARTÍ, J. (2012). *Aprender ciències a l'educació primària*. Barcelona: Graó.
- MARTINS, I. (2002). «Aprender a llevar a cabo una investigación en los primeros años de la escolaridad». *Aula de Innovación Educativa*, 113: 14-17.
- METZ, K. E. (2004). «Children's understanding of scientific inquiry: Their conceptualization of uncertainty in investigations of their own design». *Cognition and Instruction*, 22(2): 219-290.
- (2011). «Disentangling robust developmental constraints from the instructionally mutable: Young children's epistemic reasoning about a study of their own design». *Journal of the Learning Sciences*, 20: 50-110.
- NRC (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington: National Academies Press.
- PUJOL, R. M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la Educación Primaria*. Madrid: Síntesis.
- SANMARTÍ, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria*. Madrid: Síntesis.
- SCHWARZ, C.; WHITE, B. (2005). «Meta-modeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling». *Cognition and Instruction*, 23(2): 165-205.
- SEGALÉS, D.; FONTARNAU, D.; JIMÉNEZ, I.; MARTÍ, J.; RIERA, S. (2011). «La libreta de ciencias». *Cuadernos de Pedagogía*, 409: 31-33.
- SMITH, C. L.; MACLIN, D.; HOUGHTON, C.; HENNESSEY, M. G. (2000). «Sixth-grade students' epistemologies of science: The impact of school science experiences on epistemological development». *Cognition and Instruction*, 18(3): 349-422.
- STEWART, J.; CARTIER, J. L.; PASSMORE, P. M. (2005). «Developing understanding through model-based inquiry». A: DONOVAN, S.; BRANSFORD, J. D. (ed.). *How students learn*. Washington: National Research Council, p. 515-565.
- TALANQUER, V. (2009). «On cognitive constraints and learning progressions: The case of the structure of matter». *International Journal of Science Education*, 31(15): 2123-2136.
- WINDSCHITL, M.; THOMPSON, J. (2006). «Transcending simple forms of school science investigations: Can pre-service instruction foster teachers' understandings of model-based inquiry?». *American Educational Research Journal*, 43(4): 783-835.
- ZIMMERMAN, C. (2007). «The development of scientific thinking skills in elementary and middle school». *Developmental Review*, 27: 172-223.



**Jordi Martí Feixas**

Llicenciat en biologia i professor de Didàctica de les ciències a la Universitat de Vic. Investiga els models d'ensenyament de les ciències a infantil i primària i la construcció del coneixement didàctic per a l'ensenyament de les ciències. Participa regularment en activitats de formació permanent de mestres. Ha publicat diversos articles sobre l'ensenyament de les ciències a primària i ha participat en l'elaboració de materials curriculars.  
A/e: [jordi.marti@uvic.cat](mailto:jordi.marti@uvic.cat).



**Isabel Jiménez Bargalló**

Llicenciada en biologia i mestra d'educació primària. Professora col·laboradora de Didàctica de les ciències a la Universitat de Vic. Investiga la construcció del coneixement didàctic per a l'ensenyament de les ciències, concretament, l'aprenentatge del rol dels models i els processos de modelització en estudiants de mestre d'educació primària. Ha publicat diversos articles sobre l'ensenyament de les ciències a l'educació primària.  
A/e: [isabel.jimenez@uvic.cat](mailto:isabel.jimenez@uvic.cat).