

Potencialitats i problemàtiques dels projectes de química en context

Potentialities and problems of chemistry in context projects

Iván Marchán Carvajal / Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals / Institut Europa (l'Hospitalet de Llobregat)

Neus Sanmartí / Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals



resum

L'ús de contextos per a l'aprenentatge de la química és una proposta fonamentada en la recerca educativa que pot contribuir a resoldre alguns dels problemes amb què es troben els professors de secundària. Primerament, s'han recollit aspectes del context que poden tenir un potencial benefici per a l'educació química i, després, s'ha discutit una selecció de problemàtiques identificades en l'ensenyament i aprenentatge a partir de contextos. A l'apartat final, es presenta una proposta justificada d'estratègies didàctiques que poden contribuir a maximitzar el potencial del context i a minimitzar, en la mesura que pugui, les dificultats amb què es poden trobar l'alumnat i el professorat.

paraules clau

Contextualització, didàctica, educació secundària, educació científica.

abstract

The use of contexts for learning chemistry is a research-based proposal to help solve some of the educational problems in learning chemistry. Firstly, some potential aspects for the use of context that may promote chemical education have been revised, and then some problematic issues in teaching and learning from contexts are discussed. The final section presents a proposal of nine teaching strategies that can help maximize the context potential as well as minimize, to a certain extent, the difficulties that students and teachers find in context-based chemistry courses.

keywords

Context-based education, didactics, secondary education, science education.

Alguns problemes de l'educació química d'avui

Molts docents de física i química de secundària vivim cada dia la difícil tasca de ser professors d'aquestes complexes disciplines, que desperten o bé un gran amor o bé un profund desinterès. Motivar l'alumnat amb activitats de química no és gaire difícil, atès el seu caràcter experimental, però el llenguatge és complex i per expli-

car les observacions cal imaginar tot un món que no s'observa i que és molt abstracte. Per tant, el rept de la nostra feina en un ensenyament bàsic per a tota la població és aconseguir que l'alumnat aprengui les grans idees de la química que li han de servir, al mateix temps, per avançar en les etapes educatives posteriors i, sobretot, per ser ciutadans científicament alfabetitzats.

La recerca en educació científica ha identificat alguns problemes de l'educació química actual que de ben segur resultaran familiars al professorat:

— *Emocions negatives*. Molts alumnes tenen un record fet d'emocions negatives del seu aprenentatge de la física i la química: odi, tensió, frustració, etc., i no opten pels itineraris científics, tal com s'ha evidenciat en els

estudiants del grau de mestre (Costillo et al., 2013).

— *Manca de vocacions científiques.* La química és una matèria que una part de l'alumnat vol esquivar quan esdevé optativa i, en alguns casos, aquells que la trien ho fan per una motivació extrínseca, és a dir, com un mal necessari per arribar a la seva vocació, com per exemple els alumnes que volen fer medicina o infermeria (Izquierdo, 2006).

— *Dificultats per aplicar el coneixement a noves situacions.* L'alumnat presenta moltes dificultats per aplicar allò après a l'aula a situacions quotidianes noves, és a dir, per transferir el coneixement (Sanmartí et al., 2011).

— *Baix nivell d'alfabetització científica.* Els resultats de les proves PISA indiquen un nombre molt baix d'alumnes en el nivell més alt de la competència científica a tot el món, també a Espanya (Bybee et al., 2009).

En els últims anys, a molts països d'arreu del món s'ha apostat per la contextualització de l'aprenentatge (en anglès, *context-based education*) com una metodologia que podria contribuir a una certa millora en els aspectes anteriors. Tanmateix, la diversitat d'enfocaments i els resultats de la posada en pràctica de l'ús dels contextos permeten afirmar que no és ni de bon tros un tema resolt.

En aquest article, es fa una revisió de diversos resultats de la recerca educativa en la contextualització de la química. Primerament, es presentaran els camps en els quals s'ha demostrat el potencial educatiu de l'ús del context. A continuació, es discutiran algunes de les problemàtiques identificades quan s'implementen materials contextualitzats a les aules de secundària. Finalment, es propo-

saran algunes estratègies didàctiques que, quan es combinen amb l'ús de contextos, poden proporcionar millores notables tant des del punt de vista afectiu (emocions i motivació) com des del cognitiu (aprenentatge i ús del coneixement).

Quin és el potencial dels projectes de química en context?

A la taula 1 es mostra una selecció de projectes de química en context que s'estan aplicant actualment arreu del món (per a més detalls sobre els projectes de química en context, vegeu Caamaño, 2015). A partir de la revisió dels articles de recerca entorn de l'aplicació d'aquests projectes i dels llibres de text i altres materials disponibles, s'han identificat alguns aspectes de l'ús del context que poden contribuir a la millora de l'educació química. Tot i així, cal tenir present que tot depèn de com es porten a la pràctica

docent aquestes potencialitats, ja que un mateix projecte pot donar lloc a resultats diferents en funció de com l'aplica el professorat.

En general, aquests tipus de projectes comporten que l'alumnat aprèn diferents tipus de continguts científics, tots relacionats amb el desenvolupament de la seva competència científica:

— *Visions generals sobre relacions CTS (ciència-tecnologia-societat):* per exemple, la contribució de la química a una societat més sostenible i respectuosa amb el medi ambient.

— *Informacions concretes sobre el context:* per exemple, com afecten els clorofluorocarburs la capa d'ozó.

— *Idees clau abstractes d'algun model teòric:* per exemple, la distribució de les partícules en l'estat gasós, que forma part del model de partícules o discontinu de la matèria.

Taula 1. Selecció de projectes actuals de química en context

País	Edat	Projecte	Organisme impulsor
Brasil	15-18	Química cidadã Química e sociedade	Universitat de Brasília
Regne Unit	14-18	Salter's advanced chemistry Twenty first century science	Universitat de York Universitat de York i Nuffield Curriculum Centre
Alemanya	15-17	Chemie im Kontext	Universitat d'Oldenburg
Estats Units	16-19	Chemistry in the Community Chemistry in context	American Chemical Society
Holanda	15-18	Nieuwe scheikunde (Química nova)	Universitat d'Utrecht
Austràlia	15-18	Diverses unitats didàctiques	Universitat de Queensland
Israel	15-18	Química industrial i la unitat «Taste of chemistry»	Israel Institute of Technology
Turquia	15-18	Diverses unitats didàctiques separades	Universitat Tècnica de Karadeniz i Universitat de Giresun
Espanya	16-18	Química en context	CESIRE. Departament d'Ensenyament

— *Idees clau sobre els mètodes i la naturalesa de la ciència*: per exemple, la diferència entre creença i evidència o les etapes d'una investigació científica.

— *Metaconceptes o conceptes transversals* (en anglès, *cross-cutting concepts*): per exemple, les dualitats canvi-conservació o sistema-entorn en l'estudi dels fenòmens naturals.

Algunes de les millores que s'han evidenciat a partir de l'ús d'aquests projectes són les següents:

— *Un increment del nombre de vocacions científiques*. Hi ha diversos estudis que ho avalen. Per exemple, una recerca realitzada als EUA per Sutman i Bruce (1992) va trobar un increment notable del nombre d'estudiants que optaven per la química quan aquesta era optativa. La comparació es va dur a terme entre diversos grups d'alumnes, alguns que feien servir el projecte contextualitzat *Chemistry in the Community* i d'altres que aprenien en classes de química més tradicionals. A Catalunya, en un estudi que hem realitzat (Marchán Carvajal, 2015), també s'ha constatat un increment alt del nombre d'estudiants que escullen Física i química a 4t d'ESO, que és quan l'assignatura esdevé optativa, si en el curs anterior havien treballat la química en context.

— *Una millora de la percepció de la rellevància de la ciència*. Tots els estudis realitzats estan d'acord en el fet que l'ús de contextos incrementa l'interès i la motivació de l'alumnat per la química com a matèria d'estudi. Aquestes millores afectives es poden explicar, almenys parcialment, per la percepció per part de l'alumnat de la rellevància de la ciència en l'àmbit personal, social i vocacional (Stuckey i Eilks, 2014).

— *Una millora de l'aprenentatge d'algunes idees clau*. En aquest apartat, els resultats no són del

tot concloents, d'acord amb la revisió duta a terme per Ültay i Çalık (2011) sobre l'efectivitat dels projectes de química en context. Alguns estudis afirmen que han trobat evidències sobre millores en l'aprenentatge d'algunes àrees concretes de les teories de la química (per exemple, l'enllaç químic), mentre que en altres casos només s'ha pogut concloure que l'ús de contextos no ha fet que l'alumnat aprengui pitjor els conceptes. D'altra banda, els casos en què es va trobar un efecte negatiu en l'aprenentatge quan es feien servir projectes contextualitzats es podien explicar pel fet que era una mesura aplicada als centres en contra de la voluntat del professorat afectat.

Dels estudis fets es dedueix que l'observació de canvis en l'aprenentatge de l'alumnat en aplicar projectes en context requereix canvis en la concepció del professorat sobre com cal ensenyar i en les seves pràctiques i rutines. En general, es constaten millores sobretot entre l'alumnat que té dificultats d'aprenentatge en classes tradicionals quan el professorat aplica activitats de les proves PISA (Sanmartí i Sardà, 2007). La nostra recerca amb alumnat de 3r d'ESO ens ha permès evidenciar que molts alumnes es van motivar intrínsecament per l'assignatura perquè els agradava ser capaços de justificar els fenòmens del seu entorn amb els seus propis coneixements i explicar-los a amics i familiars (Marchán Carvajal, 2015).

En conclusió, hi ha un raonable consens en el camp de la didàctica sobre el fet que l'ús de situacions rellevants i de l'entorn de l'alumnat pot contribuir a millorar l'educació química des del punt de vista afectiu, però també des del punt de vista cognitiu, és a dir, de la comprensió

dels models teòrics de la química. Tanmateix, el paper del professorat és clau. Sense una formació didàctica adient i una predisposició per la innovació, no es pot extreure el potencial dels projectes contextualitzats.

Quines problemàtiques apareixen quan es posen en pràctica projectes de química en context?

A partir dels estudis que s'han realitzat en el camp de la didàctica de la química i dels propis en analitzar diferents projectes i la pràctica d'aplicar una química en context, hem identificat alguns aspectes problemàtics sobre l'ús del context a les aules, tant des del punt de vista dels alumnes (dificultats en l'aprenentatge) com des del punt de vista del professorat (dificultats en l'ensenyament).

L'alumnat es pot perdre en la complexitat

L'alumnat amb més dificultats d'aprenentatge pot tenir dificultats, si no se l'ajuda, per identificar les idees clau dels models teòrics que apareixen en els contextos. Alguns alumnes manifesten facilitat per entendre els continguts que es refereixen a informacions concretes del context, però, al mateix temps, reconeixen que els costa extreure les idees abstractes de cada context. Per exemple, el projecte anglès *Twenty first century science* utilitza el context dels combustibles fòssils per aprendre relacions CTS de la química, però, tot i que utilitza vocabulari químic (mescla homogènia, element químic, molècules, etc.), si aquest no es treballa de manera explícita i abstracta, l'alumnat pot pensar que aquestes idees només són vàlides per a aquell context i, a més, pot contribuir a un ensenyament atomitzat dels conceptes científics, és a dir, sense que s'estableixin relacions entre les idees abstractes.

L'alumnat presenta dificultats per aplicar el coneixement a contextos nous

Moltes recerques han trobat evidències que una bona part dels alumnes té el que s'anomena *coneixement inert*. És a dir, són capaços de memoritzar, recordar i descriure idees científiques, però no les poden aplicar a situacions reals contextualitzades per justificar o predir fenòmens naturals, probablement perquè el coneixement científic no s'ha après de manera significativa i perquè estan acostumats a estudiar reproduint coneixements donats pels professors o inclosos en els llibres de text. Per exemple, molts alumnes són capaços d'elaborar dibuixos i explicacions del comportament submicroscòpic de les partícules, però, en canvi, no saben aplicar aquests dibuixos a explicar fenòmens com el fet de poder captar l'olor de certs materials. Tanmateix, quan el professorat no renuncia que fins i tot alumnes amb dificultats apliquin els coneixements a noves situacions (no gaire diferents de les treballades a classe), es constata que una bona part d'aquests alumnes desenvolupa aquesta capacitat (Sanmartí i Sardà, 2007; Marchán Carvajal, 2015).

El professorat té dificultats per connectar els continguts i els contextos

Les recerques sobre ensenyament contextualitzat reconeixen que alguns continguts sí que apareixen directament lligats a la situació objecte d'estudi, però d'altres s'introdueixen de manera tradicional per tal de cobrir tot el currículum o per manca de temps per fer servir més contextos. En aquests casos, no s'està complint el «principi de l'interès per conèixer» (Pilot i Bulte, 2006), que destaca que el context ha de generar en l'alumnat la necessitat de saber-ne més i, per tant, legitimar la construcció de noves idees

científiques a partir del seu coneixement previ. És a dir, amb l'exclusa del context, s'ensenyen idees que no són necessàries per comprendre'l ni per actuar de manera fonamentada. Per exemple, en un context sobre els contaminants de l'aire, té sentit aprendre idees sobre mescla homogènia i concentració, però no tant per conèixer l'estructura molecular de les substàncies, si no és que es volen explicar els efectes de la contaminació causats per la interacció amb altres materials que formen part dels éssers vius o que es troben a l'entorn.

El professorat té dificultats per seleccionar i prioritzar continguts

Una de les grans barreres de l'ús de contextos és que es necessita temps per planificar el currículum de manera que s'asseguri l'ensenyament de les idees clau i bàsiques. Alguns professors prioritzen excessivament aquells continguts amb valor propedèutic, com ara la formulació inorgànica a 3r d'ESO i, en general, idees teòriques que l'alumnat pot aprendre però que no relaciona amb cap fet del món (pot conèixer l'estructura de l'àtom o calcular masses atòmiques, però no sap per a què li serveix aquest coneixement en la vida quotidiana com a futur ciutadà). Tanmateix, no tots els continguts s'han de poder aplicar directament a la vida quotidiana, ja que alguns són rellevants per si mateixos per la seva importància sobre el coneixement del món natural.

L'alfabetització científica implica ser capaç d'aplicar idees bàsiques de la química a situacions de l'entorn de l'alumnat i, per aconseguir-ho, cal que l'alumnat aprengui significativament (relacionant fets i idees), però també a analitzar críticament afirmacions que es fan en els mitjans, a dissenyar maneres d'afrontar la resolució de proble-

mes, etc. És a dir, utilitzar tots els cinc tipus de coneixements que s'han indicat que són necessaris per ser competent científicament.

En síntesi, l'ús dels contextos requereix un canvi en la prioritització dels continguts a ensenyar i en la seva seqüenciació, i no es pot reduir a l'ús de situacions rellevants com una introducció motivadora, una anècdota intercalada entre explicacions magistrals o una activitat final d'aplicació d'allò après. Actualment, s'estan fent molts estudis sobre la progressió en aprenentatges i currículums com els d'Austràlia o els nous estàndards dels EUA, els resultats dels quals ja comencen a incorporar-les en les seves propostes i orientacions. Cal dir que no es tracta només de canvis en el que cal ensenyar i quan cal ensenyar-ho, sinó que l'aplicació d'un currículum en context exigeix canvis en com cal ensenyar i avaluar. De fet, tal com indica Caamaño (2011), contextualitzar, indagar i modelitzar són tres aspectes de la pràctica educativa que han d'estar ben relacionats.

Nou propostes per a l'ús de contextos basades en la recerca en didàctica

En la revisió d'articles de recerca i materials educatius de diferents projectes contextualitzats i de les reflexions pròpies de la posada en pràctica d'alguns materials per a l'ensenyament de la química de l'ESO, hem identificat algunes estratègies que poden contribuir a treure el màxim profit del potencial educatiu del context, al mateix temps que es minimitzen les problemàtiques associades al seu ús en el treball a l'aula:

1. Fer servir *preguntes guia* com a objectius d'aprenentatge que connectin els contextos amb els models teòrics. Una manera d'explicitar la relació entre les situacions rellevants i les idees de

ciència és elaborar preguntes que configuren el fil conductor de la unitat didàctica. Aquestes s'haurien de compartir amb l'alumnat de manera que donin sentit als objectius d'aprenentatge i, a més, serveixen per explorar el seu coneixement previ. Les preguntes haurien de fer referència a aspectes concrets del context, però també apuntar cap a l'aprenentatge d'algunes idees clau, per exemple: «Com es poden justificar les propietats sorprenents de la fibra de carboni?». Habitualment, cada pregunta explora subcontextos (fets, fenòmens, problemes) associats al context general que guia una unitat didàctica.

2. Fer *connexions* de tot tipus: entre diferents contextos i un mateix model, entre diferents models en un mateix context, i això tant des de la química com des de la interacció amb altres ciències socials o naturals. El vertader potencial del context és que permet un ensenyament interdisciplinari en el qual els continguts teòrics es treballin en forma de currículum en espiral, és a dir, s'introdueixen en un context però es van repassant i ampliant en els contextos següents. Per al cas de la química, és interessant aplicar els models teòrics principals (substància, partícules i canvi químic) a l'estudi d'una gran diversitat de contextos rellevants, però, al mateix temps, explicitar la relació entre la química i altres ciències naturals (física, biologia, geologia i medicina) i fins i tot amb algunes ciències socials (economia, història o psicologia). La recerca en neuropsicologia ha demostrat que, com més elevat és el nombre de connexions entre les idees que s'aprenen, més significatiu és l'aprenentatge i, per tant, es facilita la seva activació en una situació nova.

3. Tenir en compte, en la seqüenciació de les activitats, quines *progressions de les idees clau*

del model teòric poden tenir lloc. Tal com s'ha indicat, els nous currículums de l'educació bàsica de molts països s'estan desenvolupant en forma de progressions d'aprenentatge dels 0 als 18 anys; tanmateix, en aquests projectes, no apareix cap indicació sobre l'ús de contextos. Aquest enfocament explicita les idees clau que ha d'aprendre l'alumnat (amb una frase i no només amb una o dues paraules), però també implica definir les idees prèvies de l'alumnat a cada etapa educativa, les idees clau que volem assolir i els estadis intermedis que es poden donar. Per exemple, el currículum pot indicar que cal treballar «l'estructura atòmica», però també que l'alumnat ha de ser capaç d'«utilitzar el model de l'àtom per justificar l'emissió de llum a l'entorn quotidià». La nostra proposta està lligada a l'ús de contextos perquè, a partir d'un ventall ampli d'aquests, es poden anar introduint diferents idees clau dels models teòrics de la química, tal com vam exemplificar en un treball anterior (Marchán Carvajal i Sanmartí, 2015).

4. Realitzar amb l'alumnat *activitats de síntesi, estructuració i jerarquització* de les idees abstractes de cada model teòric que s'ha anat aprenent en els diferents contextos. Algunes recerques mostren que l'alumnat no utilitza les idees científiques de manera interrelacionada perquè s'ensenyen de forma atomitzada i sense promoure una interrelació al voltant de models teòrics generals (que han de ser pocs, però amb molt potencial explicatiu i predictiu). D'altra banda, cal tenir present que l'ensenyament contextualitzat pot fer que alguns alumnes se centrin en allò concret i deixin en un segon pla els conceptes abstractes. Per aquest motiu, aquestes activitats, realitzades a un nivell d'abstracció elevat, poden promoure la construc-

ció dels models teòrics, perquè expliciten la jerarquia de les diferents idees científiques, així com les interrelacions.

5. Realitzar *experiments indagadors centrats en la modelització* a partir de combinar les activitats amb fer, pensar i comunicar en contextos rellevants per a l'alumnat. Cal trencar l'habitual separació entre les sessions de teoria i les sessions experimentals i entre associar les primeres a l'ensenyament de les idees teòriques i les segones, a l'aprenentatge d'habilitats i procediments propis dels mètodes de la ciència. Totes les propostes didàctiques actuals plantegen la necessitat d'integrar la indagació i la modelització teòrica (Windschitl *et al.*, 2008). Això implica que els experiments no són només activitats d'introducció motivadores o activitats d'il·lustració o comprovació de la teoria, sinó que el vertader potencial de l'experimentació és fer-la servir com a estratègia de construcció de grans idees de la química, al mateix temps que de les maneres de fer i de comunicar pròpies de l'activitat científica (en el nostre cas, de l'activitat científica escolar). Tornant a l'ús del context, tot i que no és imprescindible que totes les activitats experimentals modelitzadores estiguin contextualitzades, sí que sembla recomanable introduir els experiments com una eina per donar resposta a preguntes rellevants dels contextos que es facin servir a l'aula. La majoria dels experiments paradigmàtics tradicionals es poden continuar fent servir emmarcant-los en algun context rellevant. Per exemple, la variació de la pressió i el volum d'un gas de la fig. 1 (en el context de l'estudi de les condicions en què s'emmagatzemen els gasos a la indústria) o la combustió d'una espelma de la fig. 2 (en el context de la feina que fan els bombers o dels combustibles quotidians).



Figura 1. Experiment de variació de la pressió amb el volum de l'aire fent servir el sensor de pressió de la consola Multilab.



Figura 2. Experiment de combustió d'una espelma a partir de la pregunta guia «Què és el foc?».

6. Utilitzar simulacions per ordinador que relacionin els tres àmbits de la química (macroscòpic, submicroscòpic i simbòlic). El fet de treballar en context pot implicar que l'alumnat centri l'atenció en les informacions concretes sobre aquest (la llum que emet el foc, el color dels minerals i les roques, etc). Però la gran dificultat de la química rau en l'abstracció, és a dir, en la complexitat del llenguatge (fór-

mules, símbols, equacions químiques, etc.) i en el fet que l'alumnat s'ha d'imaginar entitats que no es poden veure. Promoure aquest aprenentatge abstracte és important per promoure la capacitat de transferir el coneixement, ja que es transfereix fent servir models teòrics abstractes de validesa general, tot i que no siguin veritats absolutes. Per tant, a més dels contextos, també són importants les simulaci-

ons, que poden ajudar a fer que l'alumnat generi models mentals de les teories científiques, sempre que es relacionin amb fets concrets del context que s'està estudiant i no es redueixin a «jugar» amb les partícules. I també cal estar atents per evitar que es creïn idees alternatives com, per exemple, que totes les molècules són esferes. En aquest sentit, pensem que l'ús de contextos pot incentivar que l'alumnat faci emergir les seves idees prèvies, ja que les preguntes guia connecten amb situacions properes a les vivències personals i els poden motivar a explorar més els seus models mentals.

7. Realitzar activitats d'aplicació o de transferència dels models teòrics a nous contextos. Si acceptem que hi ha un consens internacional sobre la importància d'aplicar el coneixement científic a situacions reals, cal «entrenar» aquesta competència a l'aula. Alguns projectes en context limiten l'aplicació de la teoria a un únic context, i això pot contribuir a fer que l'alumnat associï el concepte només a aquella situació (per exemple, les reaccions químiques només a combustions). D'altra banda, les estratègies associades a la transferència del coneixement (pensament analògic, activació d'idees abstractes i aplicació de les idees a la nova situació) es corresponen amb tasques amb una elevada demanda cognitiva i s'han de practicar molts cops per facilitar que la majoria dels alumnes les puguin realitzar. En resum, si l'ensenyament és contextualitzat, l'avaluació també ho ha de ser, però, a més, cal avaluar de manera productiva i complexa la competència científica de l'alumnat (Sanmartí i Marchán Carvajal, 2014).

8. Promoure l'avaluació/regulació metacognitiva de l'alumnat quan aplica els seus models mentals a nous contextos. Un dels

primers obstacles que troba el professorat quan avalua en context és la gran dificultat que presenta per a l'alumnat. La pregunta clau seria: com podem ajudar l'alumnat a ser més competent en l'aplicació del coneixement en contextos reals? Això es pot fer a través d'activitats que promoguin la presa de consciència de l'aprenentatge, els obstacles, dificultats i errors que es van detectant, i de la planificació de les accions i els raonaments per superar-los. Avaluar de manera contextualitzada és una dificultat afegida per a l'alumnat (també per al professorat en el disseny de proves escrites), i això pot produir que al principi no es tingui èxit, però totes les proves d'avaluació competencial estan contextualitzades i cal que anem en aquesta direcció (des de les proves PISA fins a les organitzades pel Consell Superior d'Avaluació de la Generalitat de Catalunya, i també algunes proves d'accés a la universitat). A més, segons la nostra experiència, també es tracta d'acostumar l'alumnat a la resolució de problemes contextualitzats en situacions rellevants i reals per tal que aquesta manera d'avaluar li resulti cada cop més familiar. Alguns exemples d'activitats de regulació poden ser els següents: a) compartir els objectius d'aprenentatge (preguntes guia del context) i els criteris d'avaluació i fer un seguiment periòdic del seu grau d'assoliment; b) elaborar bases d'orientació i rúbriques, i c) promoure la coavaluació i l'autoavaluació dels errors entre l'alumnat. Moltes recerques educatives (Schraw *et al.*, 2006) han demostrat que l'autoregulació metacognitiva promou l'aprenentatge significatiu. A més a més, pensem que, atès que el context pot motivar l'alumnat a aprendre idees abstractes de la ciència en veure que li són útils per explicar fenòmens rellevants, aquesta

motivació pot fer-se extensiva a la implicació en els processos de regulació de l'aprenentatge, per exemple, més ganes de saber el perquè dels seus errors en l'ús de les teories científiques en situacions reals.

En conclusió, l'educació química del segle XXI té molts reptes a afrontar, però, afortunadament, la recerca en didàctica està generant algunes propostes fonamentades d'estratègies d'ensenyament sobre les quals comencem a tenir algunes evidències d'efectivitat

9. Aplicar un estil docent que promogui uns millors resultats afectius (motivació i interès) i cognitius (aprenentatge). Molt sovint, l'ús de contextos ens permet endinsar-nos en vivències personals de l'alumnat o, fins i tot, entrar en el terreny de les emocions. La nostra hipòtesi és que un ús dels contextos de manera autoritària, magistral i sense interaccionar amb l'alumnat no millorarà la seva motivació envers l'aprenentatge de la química. Per aquest motiu, és clau que l'estil docent del professor es fonamenti en els tres eixos següents: a) l'acostament comunicatiu, ja que els resultats de recerques (Scott *et al.*, 2006) suggereixen que l'aprenentatge es veu afavorit per un plantejament dialògic de l'activitat a l'aula (en què l'alumnat participa activament i s'estableix un diàleg entre tots), i interactiu (el professor adapta el seu discurs i la programació d'aula a les opinions i idees que expressa l'alumnat); a més, el context afavoreix l'establiment

d'aquest diàleg i anima l'alumnat a participar a l'aula. b) L'equilibri control/filiació, tenint present que les estratègies de control són aquelles en què el professor adopta un rol autoritari per gestionar torns de paraula i les de filiació fan referència a l'establiment de vincles positius de confiança i empatia, per exemple, a partir del fet que l'alumnat comparteixi experiències personals relacionades amb el context d'estudi. c) El suport constant a l'alumnat, de manera que no es generi la sensació que les ciències només les poden entendre els més intel·ligents, ja que aquest és un dels motius habituals de l'aparició d'emocions negatives envers la química i promou l'abandonament de la branca científica, tot i que molts cicles formatius de grau mitjà i superior són científics o tecnològics. En alguns casos, l'alumnat amb menys capacitats o el més acadèmic pot considerar que l'ús de contextos li dificulta l'aprenentatge, però, segons la nostra experiència, el suport a aquest alumnat amb les activitats de síntesi i regulació comentades anteriorment permet mitigar aquesta sensació.

Les estratègies anteriors es representen a la fig. 3 com una versió ampliada del cicle de l'aprenentatge de Jorba i Sanmartí (1996) per tal d'incloure l'ús de contextos per ensenyar ciències. En aquest esquema, ens movem entre el concret (fets dels contextos propers als alumnes) i l'abstracte (els models de la ciència, amb els seus llenguatges i representacions).

Reflexions finals

Algunes propostes presentades van més enllà de l'ensenyament contextualitzat, ja que es podrien considerar recomanacions generals per a la pràctica

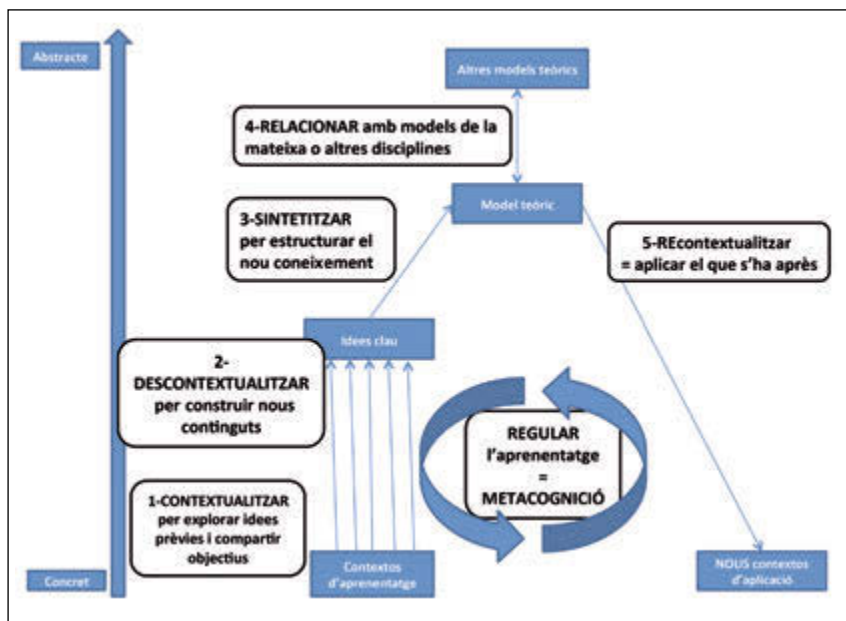


Figura 3. Proposta de seqüenciació de l'aprenentatge que inclou l'ús de contextos i les propostes d'implementació discutides.

docent. Això és degut al fet que l'educació és una àrea d'investigació complexa, que requereix mirades holístiques que integrin idees de diferents camps del saber, com són la psicologia, la pedagogia o l'epistemologia. Dit d'una altra manera, l'ús d'un context per si sol no ens aportarà millores educatives, si queda reduït a classes magistrals autoritàries, experiments que es realitzen com si fossin receptes de cuina o activitats que no tenen en compte els coneixements previs de l'alumnat. Per tant, caldrà complementar l'ús de contextos amb moltes altres estratègies educatives efectives. Les nou propostes poden contribuir a millorar els problemes plantejats inicialment, tal com justificarem a continuació:

— Pel que fa a les emocions negatives envers la química, les recerques suggereixen que es poden reduir quan es fan servir situacions rellevants per a l'alumnat com a escenaris d'aprenentatge i quan s'ajuda l'alumnat en la comprensió teòrica a través d'activitats de regulació metacognitiva (propostes 4, 6, 8 i 9).

— Quant a la manca de vocacions científiques, les recerques evidencien que el fet de mostrar a l'alumnat que la química permet interpretar, explicar i predir fenòmens del seu entorn que són rellevants contribueix a fer que es prengui consciència de la importància de la química en la societat del futur i, per tant, que aquests alumnes es plantegin que és necessària per al seu futur professional (propostes 1 i 2).

— Sobre la transferència del coneixement més enllà del context d'aprenentatge, les investigacions suggereixen que per desenvolupar la capacitat d'aplicar el coneixement a situacions reals cal dur a terme moltes activitats d'aquest tipus, així com aprendre els continguts clau de la química a través d'experiments modelitzadors que facin progressar les idees de l'alumnat des de les concepcions alternatives fins a un estadi de les idees científiques que sigui l'adient per a l'alumnat a qui van dirigides (propostes 3, 5 i 7).

— Finalment, el baix nivell d'alfabetització científica pot millorar si s'aconsegueix que l'aprenentatge de les idees clau

de la química sigui significatiu i, alhora, es promou que l'alumnat sigui capaç d'utilitzar de manera competent aquestes idees en situacions quotidianes, fet que el pot portar a fer-se noves preguntes i a fer palesa la necessitat d'un aprenentatge de les ciències al llarg de tota la vida (propostes 1, 2 i 5).

En conclusió, l'educació química del segle XXI té molts reptes a afrontar, però, afortunadament, la recerca en didàctica està generant algunes propostes fonamentades d'estratègies d'ensenyament sobre les quals comencem a tenir algunes evidències d'efectivitat (Marchán Carvajal, 2015). Caldrà, doncs, disseminar els resultats d'aquestes recerques entre el professorat a través de la formació inicial i permanent, de manera que els docents del present i del futur fonamentin el seu treball no en rutines del passat, sinó en evidències de recerques educatives. És cert que a la didàctica de la química (i de les ciències en general) encara li queden moltes preguntes per respondre, i que els canvis que hi haurà en la societat comportaran que se'n generin de noves, però de ben segur que el fet d'aprofundir en com es pot ensenyar a partir de situacions contextualitzades, que ajudin l'alumnat a trobar sentit a allò que se li pretén ensenyar, és un bon camí. Per això, animem estudiants i professors a involucrar-se en investigacions educatives i grups de recerca per tal de posar un granet de sorra al corpus de coneixement en aquest camp.

Referències

- BYBEE, R.; McCRAE, B.; LAURIE, R. (2009). «PISA 2006: an assessment of scientific literacy». *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 46, núm. 8, p. 865-883.

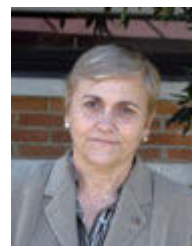
- CAAMAÑO, A. (2011). «Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización». *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 69, p. 21-34.
- (2015). «Del CBA i el CHEM a la química en context: un recorregut pels projectes de química des dels anys setanta fins a l'actualitat». *Educació Química EduQ*, núm. 20, p. 13-24.
- COSTILLO, E.; BORRACHERO, A. B.; MERO, M. B.; MELLADO, V. (2013). «Las emociones sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las matemáticas de futuros profesores de secundaria». *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, núm. 10, p. 514-532.
- IZQUIERDO, M. (2006). «La educación química frente a los retos del tercer milenio». *Educación Química*, núm. 17, p. 286-299.
- JORBA, J.; SANMARTÍ, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua*. Madrid: Ministerio de Educación y Cultura.
- MARCHÁN CARVAJAL, I. (2015). *Contribucions de la contextualització de l'aprenentatge i la transferència del coneixement a l'educació química competencial*. Tesis doctoral. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- MARCHÁN CARVAJAL, I.; SANMARTÍ, N. (2015). «Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas: aplicación al aprendizaje de un modelo teórico para la estructura atómica». *Educación Química*, vol. 26, núm. 4, p. 267-274.
- PILOT, A.; BULTE, A. M. W. (2006). «The use of "contexts" as a challenge for the chemistry curriculum: its successes and the need for further development and understanding». *International Journal of Science Education*, vol. 28, núm. 9, p. 1087-1112.
- SANMARTÍ, N.; BURGOS, B.; NUÑO, T. (2011). «¿Por qué el alumnado tiene dificultad para utilizar sus conocimientos científicos escolares en situaciones cotidianas?». *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 67, p. 62-69.
- SANMARTÍ, N.; MARCHÁN CARVAJAL, I. (2014). «¿Cómo elaborar una prueba de evaluación escrita?». *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 78, p. 1-10.
- (2015). «La educación científica del siglo XXI: retos y propuestas». *Investigación y Ciencia*, núm. 469, p. 30-38.
- SANMARTÍ, N.; SARDA, A. (2007). «Luces y sombras en la evaluación de competencias: el caso PISA». *Cuadernos de Pedagogía*, núm. 370, p. 60-63.
- SCHRAW, G.; CRIPPEN, K. J.; HARLEY, K. (2006). «Promoting self-regulation in science education: metacognition as part of a broader perspective on learning». *Research in Science Education*, núm. 36, p. 111-139.
- SCOTT, P. H.; MORTIMER, E. F.; AGUIAR, O. G. (2006). «The tension between authoritative and dialogic discourse: a fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons». *Science Education*, vol. 90, núm. 4, p. 605-631.
- STUCKEY, M.; ELKS, I. (2014). «Increasing student motivation and the perception of chemistry's relevance in the classroom by learning about tattooing from a chemical and societal view». *Chemistry Education Research and Practice*, vol. 15, núm. 2, p. 156-167.
- SUTMAN, F. X.; BRUCE, M. H. (1992). «Chemistry in the Community—ChemCom. A five-year evaluation». *Journal of Chemical Education*, vol. 69, núm. 7, p. 564.
- ÚLTAY, N.; ÇALIK, M. (2011). «A thematic review of studies into the effectiveness of context-based chemistry curricula». *Journal of Science Education and Technology*, vol. 21, núm. 6, p. 686-701.
- WINDSCHITL, M.; THOMPSON, J.; BRAATEN, M. (2008). «Beyond the scientific method: model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations». *Science Education*, vol. 92, núm. 5, p. 941-967.



Iván Marchán Carvajal

És professor de Física i química a l'institut Europa de l'Hospitalet de Llobregat i professor associat de la Universitat de Barcelona. Forma part del grup de treball de Química en Context del CESIRE i del grup de recerca Llenguatge i Ensenyament de les Ciències (LIEC) de la Universitat Autònoma de Barcelona. La seva recerca se centra en l'aprenentatge i ensenyament de la química a través de contextos.

A/e: imarcha2@xtec.cat.



Neus Sanmartí Puig

És catedràtica emèrita de didàctica de les ciències a la Universitat Autònoma de Barcelona. Doctora en ciències químiques (didàctica), s'ha especialitzat en temes relacionats amb el desenvolupament curricular, l'avaluació formativa i el llenguatge en relació amb l'aprenentatge científic.

A/e: neus.sanmarti@uab.es.