

Del CBA i el CHEM a la química en context: un recorregut pels projectes de química des dels anys setanta fins a l'actualitat

From CBA and CHEM to chemistry in context: a trip through chemical projects from the seventies to the present

Aureli Caamaño / Centre Didàctic de Ciències Experimentals / Col·legi de Llicenciats de Catalunya



resum

El present article fa un recorregut per l'evolució dels projectes de química des dels mítics CBA, CHEM i Nuffield dels anys seixanta i setanta fins a l'actualitat, a través dels diferents enfocaments didàctics que han anat conformant el currículum de Química al llarg de mig segle. En aquest itinerari, es presta una especial atenció als projectes de química en context, que des dels anys vuitanta fins ara han tingut una presència creixent en la innovació del currículum de Química a l'ESO i al batxillerat.

paraules clau

Currículum de Química, projectes de ciències, projectes de química, química en context.

abstract

This article is a journey through the evolution of chemistry projects from the legendary CBA, CHEM and Nuffield in the sixties and seventies to the present, through various educational approaches that have been shaping the curriculum of Chemistry throughout half a century. This itinerary pays special attention to chemistry projects in context, that since the eighties until now have had a growing presence in the Chemistry curriculum innovation in compulsory secondary education and the baccalaureate.

keywords

Chemistry curriculum, science projects, chemistry projects, chemistry in context.

Els primers grans projectes per a l'ensenyament de la química de la dècada dels seixanta: el CBA, el CHEM i el Nuffield

Els qui vam començar a treballar com a professors de química a principi dels anys setanta recordem tres projectes, dos americans i un anglès, com els projectes d'innovació de referència per a l'ensenyament de la química d'aquella època. Ens referim als projectes americans CBA (Chemical Bond Approach) i CHEM Study

(Chemical Education Material Study), iniciats el 1959, i al curs bàsic de química del Nuffield Science Teaching Project, promogut el 1962 per la Nuffield Science Foundation.

El CBA i el CHEM

Com és ben sabut, l'elaboració dels dos projectes americans va ser possible pel gran finançament que els EUA van dedicar a final dels anys cinquanta a reformar l'ensenyament de les ciències en

l'educació secundària, arran de l'impacte que va produir el 1957 el llançament soviètic de l'*Sputnik*, el primer satèl·lit artificial al voltant de la Terra. La reforma curricular de les ciències va ser promoguda per la National Science Foundation. Tant el projecte CBA com el CHEM es van començar a desenvolupar el 1959. El professor Henry W. Heikkinen, que els va utilitzar a l'inici de la seva carrera professional als EUA, descriu així l'impacte dels dos projectes en les

escoles americanes: «Those two programs, a half-century ago, catalyzed an irreversible change to lab-oriented “evidence-based” chemistry instruction» (Heikkinen, 2010, p. 681).

El principal èmfasi dels dos programes es va posar en els models químics i en la contrastació experimental, per tal d'explicar les regularitats observades en els fenòmens químics. Els materials d'aquests projectes van ser traduïts per l'editorial Reverté i distribuïts pel Ministeri d'Educació per molts instituts de batxillerat. Això va fer que tinguessin una gran difusió a Espanya. El llibre de text del CBA va ser traduït amb el títol *Sistemas químicos* (CBA, 1966) i el del CHEM Study, com a *Química. Una ciencia experimental* (Pimentel, 1972). Els dos projectes estaven concebuts per a estudiants pre-universitaris, és a dir, per al batxillerat.



Figura 1. Portada de *Sistemas químicos* (CBA, 1966).

El projecte Nuffield

D'altra banda, a Anglaterra, el 1962, s'inicia el Nuffield Science Teaching Project (projecte Nuffield per a l'ensenyament de la ciència), en resposta a una crida per a la millora de l'ensenyament de les ciències feta per organitzacions

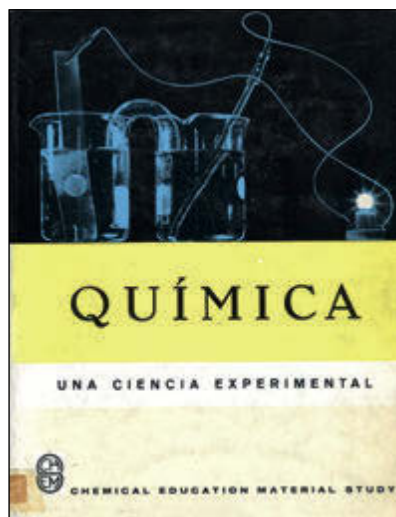


Figura 2. Portada de *Química. Una ciencia experimental* (CHEM) (Pimentel, 1972).

com l'Association for Science Education. La Nuffield Science Foundation va aportar els recursos per tirar endavant aquest projecte, que pretenia fer front als problemes de l'ensenyament de la física, la química i la biologia en l'educació secundària anglesa (estudiants d'11 a 16 anys). Els dos textos que constituïen el curs de química van ser traduïts per l'editorial Reverté amb els títols *Química. Curso modelo. Fase I y II: Curso básico* (Nuffield Science Foundation, 1970) i *Química. Curso*

modelo. Fase III: Curso de opciones (Nuffield Science Foundation, 1973). El 1970 es van publicar en anglès els textos del projecte de química per al batxillerat *Chemistry. Students' book I* i *Chemistry. Students' book II*, que van ser traduïts a l'espanyol el 1975 com a *Química avanzada Nuffield. Libro del alumno 1* i *Química avanzada Nuffield. Libro del alumno 2* (Nuffield Science Foundation, 1975a; Nuffield Science Foundation, 1975b).

La dècada dels setanta: projectes que cerquen arribar a un alumnat més ampli

Els projectes CBA, CHEM i Nuffield, juntament amb d'altres que els seguien, van exercir una notable influència en el desenvolupament de nous materials per a l'ensenyament de la química. Dos dels projectes que van tenir una gran difusió al nostre país, gràcies a les traduccions que en va fer l'editorial Reverté, van ser:

— El *Curso de introducción a las ciencias físicas. Nivel intermedio* (Grupo IPS, 1973), traducció del *College introductory physical science*, que va ser subvencionat per la National Science Foundation dels EUA. Posteriorment es publicaria

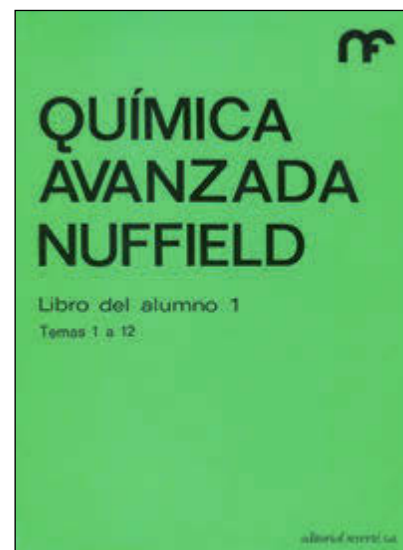


Figura 3. Portades de *Química. Curso modelo. Fase I y II: Curso básico* (Nuffield Science Foundation, 1970) i de *Química avanzada Nuffield* (Nuffield Science Foundation, 1975).

un segon curs, continuació de l'anterior, el *Ciencias físicas II* (1974), i les noves edicions del primer curs (1977, 3a ed.).

— La *Química elemental básica 1. La sustancia y sus cambios* (Cane i Sellwood, 1975), traducció de *Substance and change. Certificate chemistry 1*, i la *Química elemental básica 2. Elementos y compuestos* (Cane i Sellwood, 1978), traducció de *Elements and compounds. Certificate chemistry 2*, que representaven un nou tractament de la química elemental basada en la filosofia del projecte Nuffield.

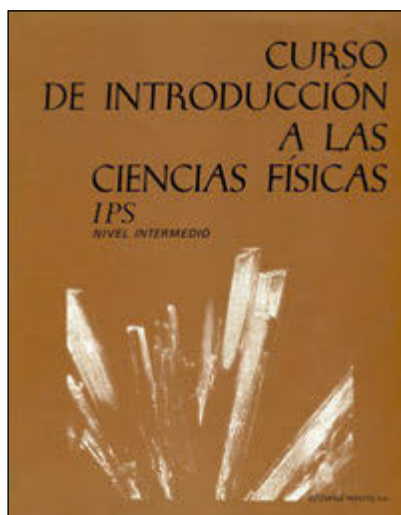


Figura 4. Portada del Curso de introducción a las ciencias físicas. Nivel intermedio (Grupo IPS, 1973).



Figura 5. Portada de Química elemental básica 1. La sustancia y sus cambios (Cane i Sellwood, 1975).



Figura 6. Portada de les unitats 8 i 9 del Curso básico de ciencias (Open University, 1974).

Aquests dos projectes, juntament amb el curs model bàsic de Nuffield i algunes unitats del *Curso básico de ciencias* de l'Open University (1974), van ser els materials que es van fer servir com a punt de partida per a l'elaboració de la *Química Faraday* a Catalunya, un dels primers projectes autòctons per a l'ensenyament de la química que va fer seus els principis de renovació didàctica dels projectes que acabem de presentar. El projecte es va iniciar el 1976 per un conjunt de professors que van anomenar-se Grup Recerca i que pretenien elaborar unitats didàctiques que cobrissin els continguts de física i química de 2n i 3r de BUP (15, 16 i 17 anys).

La dècada dels vuitanta: constructivisme, ciència dels processos, ciència integrada, ciència amb orientació CTS, ciència coordinada

La Química Faraday

El 1980, el grup que elaborava les unitats de química del Grup Recerca va adoptar el nom de Grup Recerca-Faraday i es va centrar en el desenvolupament dels projectes *Química Faraday* (Grup Recerca-Faraday, 1988a) i *Física Faraday* (Grup Recerca-Faraday, 1988b).

Los rasgos fundamentales del enfoque didáctico que se postulaba podrían resumirse en una primacía de la actividad experimental como punto de partida para la elaboración de los conocimientos, frente a la práctica habitual de su mera transmisión por parte del profesor, y la creación de una situación de aula favorecedora de la participación de los alumnos en esta tarea, mediante el trabajo y la discusión en grupo (Grup Recerca-Faraday, 1988c, p. 5).

La *Química Faraday* va concedir una gran importància a l'evolució històrica dels conceptes químics com a fil conductor de l'estructuració dels continguts.

En 1980, una mayor importancia concedida a la evolución histórica de los conceptos químicos, como hilo conductor de la estructuración de los contenidos, y una reflexión crítica sobre la orientación inductivista del aprendizaje caracterizaron la revisión del material elaborado y guiaron la elaboración de las unidades pendientes (Grup Recerca-Faraday, 1988c, p. 5).

En la *Física Faraday* es va seguir un tipus d'aproximació històrica similar al que havia adoptat el projecte americà Project Physics (Holton, Rutherford i Watson, 1981). L'objectiu d'aquest projecte era dissenyar un curs de física amb una orientació humanística, que pogués atreure més alumnes a estudiar física en els primers cursos de les universitats dels EUA tot presentant la física sota una perspectiva històrica i cultural.

Però l'objectiu de la *Química Faraday* no va consistir tant a presentar una perspectiva humanista de

la química com a anar construint els conceptes i models químics com a resposta a les qüestions bàsiques que s'havien plantejat al llarg del desenvolupament de la química.

L'elaboració i l'experimentació de les unitats del projecte es van realitzar amb el suport de l'Institut de Ciències de l'Educació de la Universitat Autònoma de Barcelona i del Col·legi de Llicenciats de Catalunya. Un cop experimentades i revisades totes les unitats, el projecte definitiu va ser publicat el 1988 per l'editorial Teide (Grup Recerca-Faraday, 1988a).

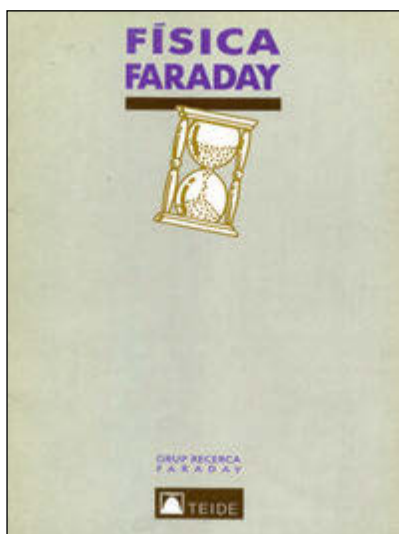
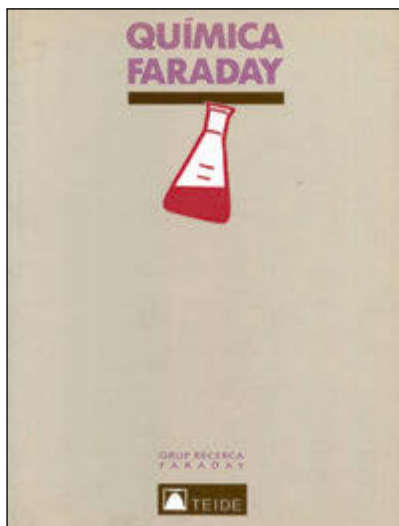


Figura 7. Portades de Química Faraday (Grup Recerca-Faraday, 1988a) i de Física Faraday (Grup Recerca-Faraday, 1988b).

La perspectiva constructivista

A la dècada dels vuitanta, la perspectiva constructivista de

l'aprenentatge de les ciències va qüestionar el caràcter inductivista de la naturalesa de la ciència que es creia que era present en els projectes de ciències anteriors, i va posar l'èmfasi en els coneixements previs dels estudiants, que van passar a considerar-se un factor essencial en la interpretació de les experiències i la formació de nous conceptes. Com a conseqüència d'aquesta nova visió de l'aprenentatge de les ciències, es va realitzar un gran nombre d'investigacions sobre les idees prèvies o concepcions alternatives dels estudiants, els resultats de les quals es van difondre al llarg dels anys vuitanta i noranta. El projecte CLISP (Children Learning in Science Project, 1983-1988), dirigit per Rosalind Driver, va ser un dels projectes capdavanters a aplicar la visió constructivista de l'aprenentatge a l'ensenyament de les ciències.

El constructivisme va ser un gran canvi de paradigma que va influir en la majoria dels projectes d'innovació curricular que es van elaborar a partir d'aquesta època. Tots els projectes que es van desenvolupar a la dècada següent a Espanya, dins del marc de la reforma, es van adscriure d'una manera o una altra a aquesta perspectiva.

L'enfocament basat en els processos

A la vegada que la perspectiva constructivista posava l'èmfasi en la formació dels conceptes, altres projectes, com el Warwick Process Science (1986) i el Science in Process (1987), ho van fer en els processos de la ciència. Aquests projectes van constituir el contrapunt filosòfic a la perspectiva constructivista conceptual. Jerry Wellington va recollir, en la monografia *Skills and processes in science education. A critical analysis* (Wellington, 1989), l'interessant debat d'aquesta època entre els defensors d'un ensenyament constructivista de

la ciència centrat en la formació dels conceptes i els qui defensaven un ensenyament centrat en les habilitats i els processos de la ciència.

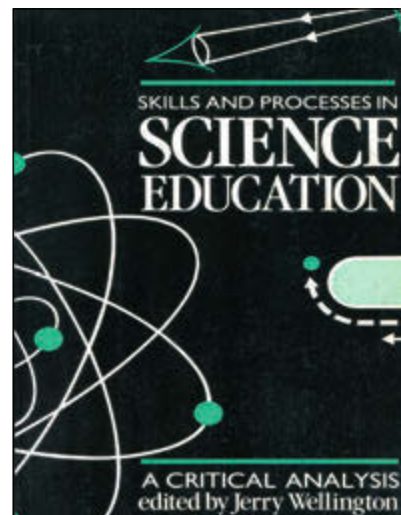


Figura 8. Portada de Skills and processes in science education. A critical analysis (1987).

Ciències separades o ciència integrada?

L'altre gran tema de debat d'aquesta època va ser la dicotomia entre ciències separades o ciència integrada. L'*Exploring Science* (1985) i el Nuffield 11 to 13 (1988), que era una actualització de la ciència combinada Nuffield de la dècada anterior, són dos exemples de projectes de ciència integrada d'aquesta dècada.

Ciència en context

Els processos de reforma dels sistemes educatius adreçats a establir un ensenyament comprensiu per a tota la població escolar fins als 16 anys van afavorir l'evolució dels projectes de ciències cap als plantejaments de l'educació CTS (ciència-tecnologia-societat), un moviment que defensa que el concepte *educació en ciències* s'ha d'ampliar per incloure coneixements de la naturalesa de la ciència, de les relacions entre la ciència i la tecnologia i de les implicacions socials de la ciència.

L'informe britànic *Rethinking science? Teaching science in a social context* (Association for Science Education, 1984) és un exemple dels documents programàtics que van proposar un ensenyament de les ciències contextualitzat.

D'aquesta època són els primers projectes específicament CTS per a l'educació secundària a Anglaterra, com el Science in Society (1981), el SISCON (Science in a Social Context, 1983) i el SATIS (Science and Technology in Society, 1986). Veurem a continuació tres dels projectes de química en context més importants d'aquesta dècada.

Projectes de química en context

El 1980 es va iniciar l'elaboració del primer projecte americà de química en context per a l'educació secundària: el *Chemistry in the Community*, comunament conegut com a *ChemCom*, que va ser publicat el 1988. L'objectiu fonamental d'aquest projecte era millorar l'interès dels estudiants de secundària per la química, en oferir-los una química connectada amb problemes de la societat. En el curs es plantejaven problemes la resolució dels quals implicava un estímul per adquirir coneixements químics, alhora que donava oportunitats per a la presa de decisions.

Però, sense cap mena de dubte, els projectes de química en context que van tenir més influència a Europa van ser els anglesos Chemistry Salters Project (1984) i *Nuffield co-ordinated sciences. Chemistry* (Hunt, 1989).

El Chemistry Salters Project va ser un projecte per a alumnes de 13 a 15 anys, promogut per la Universitat de York, que va prendre com a punt de partida per a l'estudi de la química temes com els aliments, els vestits, les begudes, els materials de construcció, els plàstics, etc. Aquest projecte va ser reelaborat i integrat al Salters Science (1991) per adaptar-se a la

reforma curricular de l'educació secundària que va tenir lloc a Anglaterra en aquells anys, en la qual es va passar a considerar les ciències com una àrea curricular comuna fins als 16 anys. Algunes unitats del Chemistry Salters Project van servir d'inspiració per elaborar crèdits variables de la reforma de la LOGSE a Catalunya.

La dècada dels noranta va estar en gran part condicionada pel gran nombre de reformes educatives i curriculars que es van portar a terme, en gran manera, continuadores de les iniciades la dècada anterior. Prestarem una especial atenció a la que va tenir lloc a Espanya

El *Nuffield co-ordinated sciences. Chemistry* va ser el primer projecte de ciència coordinada per a l'etapa 14-16 a Anglaterra. Els projectes de ciència coordinada cercaven establir una coordinació entre els conceptes i procediments usats en les tres disciplines científiques (física, química i biologia), així com incorporar la perspectiva CTS (ciència-tecnologia-societat), tot mantenint la separació de disciplines a l'etapa 14-16. En la introducció del text de química, es destacava la importància pràctica de la química i la visió del treball pràctic com una activitat essencial per planificar i portar a terme investigacions.

Chemistry is not only a theoretical subject; it is also about making things. It is about taking raw materials from the world about us and turning them into products which help to satisfy our everyday needs (Hunt, 1989, p. 4).

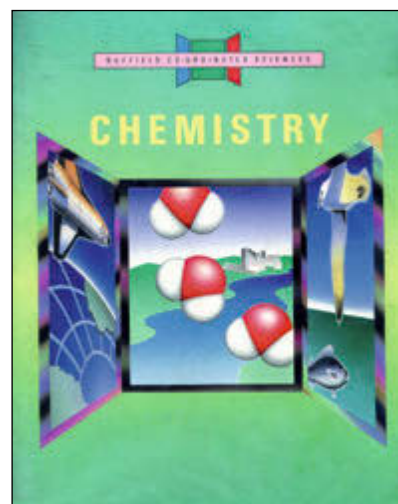


Figura 9. Portada de Nuffield co-ordinated sciences. Chemistry (Hunt, 1989).

Una visió més detallada de les diferents tendències curriculars d'aquesta dècada a Europa es pot obtenir a Caamaño (1988).

La dècada dels noranta: l'era dels projectes curriculars de la reforma a Espanya i dels projectes de química en context

La dècada dels noranta va estar en gran part condicionada pel gran nombre de reformes educatives i curriculars que es van portar a terme, en gran manera, continuadores de les iniciades la dècada anterior. Prestarem una especial atenció a la que va tenir lloc a Espanya.

Projectes de ciències de la reforma a Espanya

La dècada dels noranta, a Espanya, va ser una etapa molt productiva en l'àmbit curricular gràcies al suport de les administracions educatives per a l'elaboració de nous materials que estiguessin en sintonia amb les directrius pedagògiques de la reforma de l'ESO i, més tard, del batxillerat.

A Catalunya, van ser promoguts pel Departament d'Educació dos projectes de ciències per a l'ESO: el projecte GAIA i el projecte Ciències 12-16. Els dos projectes van adoptar una estructura

modular, d'acord amb l'estructura curricular per crèdits del currículum català, amb dos crèdits de ciències a cada curs. Un crèdit equivalia a una assignatura trimestral de trenta hores.

El projecte GAIA (Caamaño *et al.*, 1995) va adoptar un enfocament de ciència integrada en el primer cicle (etapa 12-14) i de ciència coordinada en el segon (etapa 14-16), i una orientació de ciència en context en els dos cicles. El crèdit comú «Els materials» del projecte GAIA es va inspirar en gran part en el *Nuffield co-ordinated sciences. Chemistry*, que havia estat traduït al català, juntament amb el *Nuffield co-ordinated sciences. Physics*, per un grup de treball de la UPC (1989-1992).



Figura 10. Portada d'«Els materials», projecte Ciències 12-16.

El projecte Ciències 12-16 va ser elaborat per un grup de treball del Centre de Documentació i Experimentació de Ciències del Departament d'Ensenyament i va posar l'èmfasi en la interpretació dels fets, l'elaboració de models teòrics i la construcció d'explicacions. Les unitats més relacionades amb la química van ser: «La unitat i diversitat dels materials», «L'aigua no és aigua, què és?» i «L'aire: què és i què fa? (Izquierdo, Cabello i Solsona, 1994).

Es pot obtenir més informació d'aquests i altres projectes espanyols de l'època a *Materiales curriculares*, monografia de la revista *Alambique* de l'any 1994 que es va dedicar a la presentació dels projectes de ciències elaborats a Espanya durant l'etapa d'experimentació i aplicació de la LOGSE. Dotze anys més tard, a la mateixa revista, es va fer un seguiment de com havia anat la implementació d'aquests projectes (Caamaño, 2006a).

Projectes de química en context

Malgrat que a la dècada dels vuitanta ja es van publicar projectes de química en context, la veritable eclosió d'aquests projectes va tenir lloc a la dels noranta. Revisarem breument els projectes per a l'educació secundària: *QuimCom*, APQUA, *Chemistry in context*, *Salter's advanced chemistry* i la *Química Salter's*.

QuimCom

La segona versió de *ChemCom* (1993) va ser traduïda a l'espanyol el 1998 per l'Addison Wesley Longman amb el títol *QuimCom. Química en la comunidad* (American Chemical Society, 1998). Aquesta traducció va tenir més difusió a l'Amèrica Llatina que a Espanya. Actualment, el projecte americà *ChemCom* va per la sisena edició.

APQUA

El projecte americà CEPUP (Chemical Education for Public Understanding Program, 1990) va ser adaptat l'any 1991 a Espanya per un grup de treball de la Universitat Rovira i Virgili com a programa APQUA (Aprentatge dels Productes Químics, els seus Usos i Aplicacions). Les unitats d'aquest projecte van ser utilitzades per a la realització de crèdits variables a l'ESO a Catalunya i per a assignatures optatives de ciències en altres comunitats.

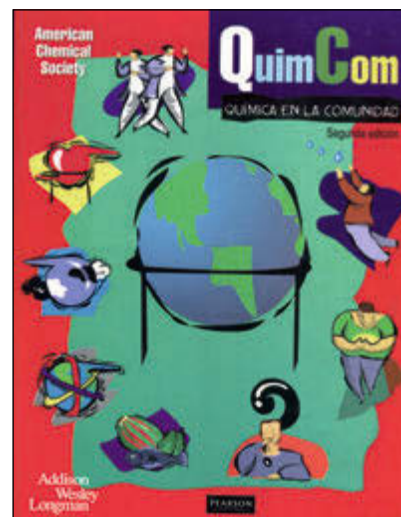


Figura 11. Portada de *QuimCom. Química en la comunidad* (American Chemical Society, 1998).

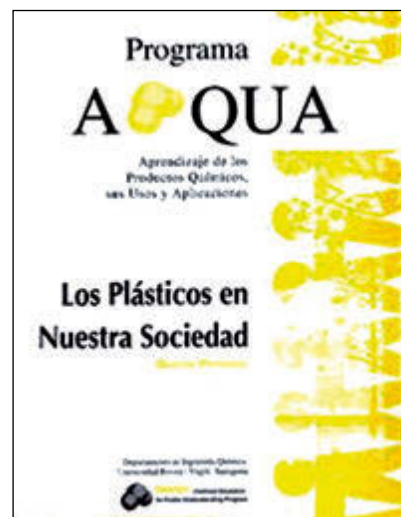


Figura 12. Portada d'una unitat del programa APQUA.

Chemistry in context

El 1994 es va publicar als EUA el primer text de química en context per a l'àmbit universitari, el *Chemistry in context. Applying chemistry to society* (Schwartz *et al.*, 1994), per a estudiants no específicament de ciències. Cal tenir en compte que, en el sistema educatiu nord-americà, els dos primers cursos d'universitat (*major*) tenen un currículum molt generalista i els estudiants cursen assignatures molt diverses abans de l'especialització. El símbol del projecte, una teranyina, vol representar les

complexes connexions que hi ha entre la química i la societat (Eubanks et al., 2006).

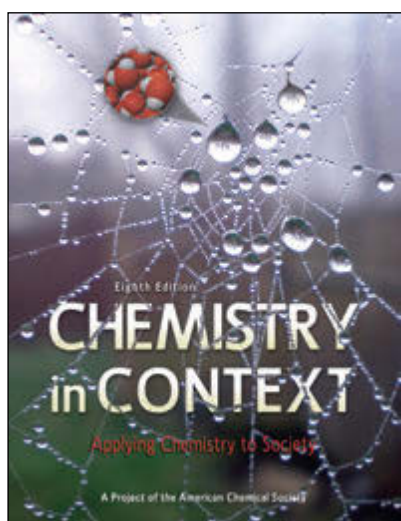


Figura 13. Portada de Chemistry in context. Applying chemistry to society (Schwartz et al., 1994).

Salter's advanced chemistry

Un any després de la publicació del *Chemistry in context. Applying chemistry to society* als EUA, es va publicar a Anglaterra el projecte *Salter's advanced chemistry* (Burton et al., 1994), que havia estat desenvolupat pel Science Educational Group de la Universitat de York per a la química del batxillerat anglès (*advanced level*, 17-18 anys).

El material didàctic per a l'alumnat del *Salter's advanced chemistry* consistia en dos llibres: les narracions (*Chemical storylines*) i els conceptes (*Chemical ideas*).

A més d'aquests dos llibres, es va editar una carpeta amb activitats d'ensenyament i avaluació (*Activities folder*) i una guia didàctica per al professorat (*Teacher's guide*).

Dues activitats molt importants del projecte eren la «Visita a una indústria química» («Visiting the chemical industry»), que es feia durant el primer curs, i el «Treball d'investigació individual» («Individual investigation»), que es feia durant el segon curs.

Aquest projecte va tenir una

gran difusió a Europa i se'n van fer adaptacions en els països següents: Bèlgica, Rússia, Escòcia, Eslovènia, Suècia i Espanya (Pilling i Waddington, 2005). A Alemanya es van utilitzar els materials del projecte original en anglès per impartir la química del batxillerat.

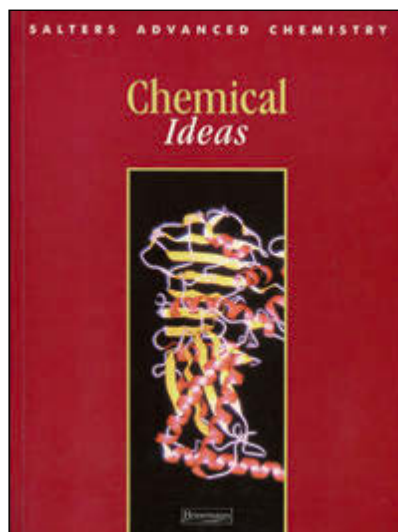
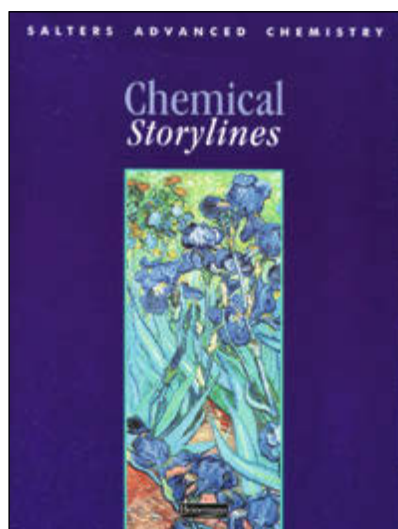


Figura 14. Portades de Chemical storylines i de Chemical ideas del Salter's advanced chemistry (Burton et al., 1994).

Química Salter's

A Espanya, en el nou currículum del batxillerat de la LOGSE (1992), es van introduir dos nous blocs de continguts en les matèries de ciències experimentals: «Aproximació al treball científic» i «Ciència-tecnologia-societat».

Aquest canvi va crear la necessitat de disposar de projectes de ciències en context per a aquest àmbit educatiu.

Es va creure que la manera més ràpida de disposar d'un projecte de química en context de qualitat seria l'adaptació del *Salter's advanced chemistry*. Aquesta adaptació, que es va anomenar *Química Salter's*, va ser realitzada i experimentada entre els anys 1995 i 2000 per un grup de docents de secundària de Catalunya, Madrid i València, amb el suport del Centro de Desarrollo Curricular del Ministeri d'Educació i, més tard, del Centro de Investigación y Documentación Educativa (CIDE), la Conselleria de Cultura i Educació de la Generalitat Valenciana i la Conselleria d'Educació de la Generalitat de Catalunya (Grup Salter's, 1999a; Grup Salter's, 1999b; Caamaño et al., 2001).

A causa del menor nombre d'hores setmanals de química, tant en el batxillerat espanyol com en el català, va caldre reduir el nombre de narracions químiques de tretze a vuit. En conseqüència, es van elaborar vuit unitats experimentals, quatre per a cada curs, a Catalunya (taula 1). Cada unitat es va confeccionar afegint a la narració els conceptes i les activitats corresponents. Així, doncs, cada unitat constava de tres parts:

- La narració química, que constituïa el fil conductor de la unitat i proporcionava el context en el qual es desenvolupaven les idees químiques. Aquesta secció es va anomenar «Química i societat».

- Els conceptes químics, que explicaven els principis i les idees químiques essencials per a la comprensió de la narració.

- Les activitats, que es caracteritzaven per utilitzar una gran varietat de recursos. Moltes activitats eren treballs pràctics relacionats directament amb els continguts de la narració.

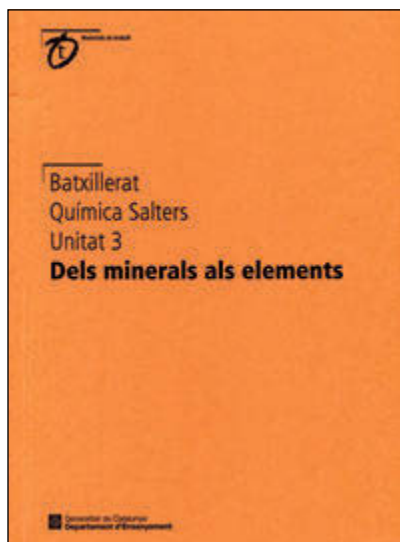


Figura 15. Portada de la unitat «Dels minerals als elements» de la Química Salters (1999).

La taula 1 compara els títols de les tretze unitats de les *Chemical storylines* amb els de les vuit unitats de la Química Salters.

Els materials elaborats van ser experimentats en dotze centres

Taula 1. Comparació entre les unitats de les *Chemical storylines* (Burton et al., 1994) i les de la Química Salters (2000)

Unitats de les <i>Chemical storylines</i> (Burton et al., 1994)	Unitats experimentals de la Química Salters (2000)
1. The elements of life	1. Elements de la vida
2. Developing fuels	2. Desenvolupament de combustibles
3. From minerals to elements	3. Dels minerals als elements
4. The polymer revolution	4. La revolució dels polímers
5. The atmosphere	5. L'atmosfera
6. What's in a medicine?	—
7. Using sunlight	—
8. Engineering proteins	—
9. The steel story	7. La química de l'acer
10. Aspects of agriculture	6. Aspectes d'agricultura
11. Colour by design	—
12. The oceans	8. Els oceans
13. Medicines by design	—
Visiting the chemical industry	Visita a una indústria química
Individual investigation	Investigació individual

de secundària a Catalunya. Els resultats de l'experimentació van mostrar la gran motivació que aquesta nova orientació de l'ensenyament de la química al batxillerat provocava en els estudiants i en el professorat, però també algunes dificultats. Els continguts inclosos en les vuit unitats es van mostrar excessius per al temps de què es disposava. En anys posteriors, es va optar per seleccionar les activitats més importants i, finalment, es van reduir les vuit unitats a sis. Això va implicar redistribuir els continguts conceptuals de les unitats eliminades (la 4, «La revolució dels polímers», i la 8, «Els oceans») en la resta de les unitats.

Un cop finalitzada la fase d'experimentació del projecte l'any 2000, les unitats de la Química Salters es van continuar utilitzant durant uns quants anys als centres de Catalunya que havien por-

tat a terme l'experimentació. Tanmateix, la impossibilitat d'aconseguir una editorial que fes l'edició de la versió definitiva del projecte, les successives reformes que van introduir canvis en el currículum en sentit regressiu, pel que feia als continguts CTS, i la manca de consideració d'aquests continguts en la prova d'accés a la universitat van provocar que la majoria dels centres abandonés la programació Salters, si bé molts van continuar fent ús de moltes de les narracions i activitats.

Les unitats de la *Química Salters* també es van utilitzar durant molts anys com a projecte model de química en context en els cursos de formació inicial i permanent del professorat.

La dècada del 2000: canvis curriculars i projectes de química en context a Europa i al Brasil

La dècada del 2000 és també una dècada important de canvis curriculars en diferents països. Pel que fa al currículum de ciències en l'educació secundària obligatòria, cal destacar el projecte *Science for XXI century* (Burden, 2005), desenvolupat pel Science Education Group de la Universitat de York i el Centre Curricular Nuffield per a Anglaterra i Gal·les.

Pel que fa a la química del batxillerat, molts països realitzen canvis orientats a establir un currículum més contextualitzat. Ens referirem breument als nous currículums o projectes de química més significatius a Anglaterra, Portugal, Alemanya, Holanda, el Brasil i Espanya, i destacarem el fet que diversos grups europeus van elaborar propostes curriculars i projectes de química en context inspirats en el *Salters advanced chemistry* i les seves adaptacions (Caamaño, 2006b).

Anglaterra

A Anglaterra, es fan dues revisions del *Salters advanced chemis-*

try: l'any 2000 i el 2008 (Otter i Stephenson, 2008; Otter i Stephenson, 2009). En la segona edició, el text de les *Chemical storylines* es va dividir en dos volums: l'un per al primer curs del batxillerat anglès (*advanced subsidiary*, AS) i l'altre per al segon curs (A2). Els resultats de l'aplicació del projecte van ser descrits per Bennett i Lubben (2006). Aquest projecte es continua utilitzant actualment a Anglaterra (Otter, 2011).

Portugal

A Portugal, l'any 2003, es va aprovar un nou currículum per al batxillerat en què es va optar per una aproximació cultural de l'assignatura de Física i química de primer curs i de les assignatures de Física i Química de segon (Costa *et al.*, 2003). La taula 2 mostra les unitats de química dels dos cursos, que guarden una certa relació amb algunes unitats de la *Química Salters*.

Taula 2. Blocs de química del currículum del batxillerat portuguès (2003)

Primer curs (16-17 anys)	Segon curs (17-18 anys)
1. De les estrelles a l'àtom	3. Química i indústria química: equilibris i desequilibris
2. L'atmosfera de la Terra. Radiació, matèria i estructura	4. De l'atmosfera a l'oceà: solucions a la Terra i per a la Terra

Alemanya

A Alemanya es desenvolupa el *Chemie im Kontext*, que pren com a referència el *Salters advanced chemistry* no només en la manera de relacionar contextos i conceptes, sinó també en el fet de combinar el desenvolupament curricular i de materials amb la formació del professorat (Parchmann *et al.*, 2006; Parchmann i ChiK Project Group, 2009; Parchmann, 2011).

Els tres pilars sobre els quals es basa el projecte *Chemie im Kontext* són els següents: l'aprenentatge contextualitzat, els conceptes bàsics de la química i una diversitat dels mètodes d'ense-

nyament i aprenentatge. Totes les unitats s'estructuren en quatre etapes: l'etapa de contacte inicial, que busca motivar els alumnes i activar els seus coneixements previs; l'etapa d'avaluació inicial i planificació; l'etapa de desenvolupament i presentació de la investigació realitzada, i l'etapa de síntesi, aprofundiment, abstracció i transferència.

A Holanda, el grup d'investigadors i elaboradors de currículums de la Universitat d'Utrecht, coordinats per Astrid M. W. Bulte i Albert Pilot, van desenvolupar un conjunt d'unitats de química utilitzant diferents contextos

Holanda

A Holanda, el grup d'investigadors i elaboradors de currículums de la Universitat d'Utrecht, coordinats per Astrid M. W. Bulte i Albert Pilot, van desenvolupar un conjunt d'unitats de química utilitzant diferents contextos (Bulte *et al.*, 2005; Bulte *et al.*, 2006).

Brasil

Al Brasil, l'any 2009, es publica el projecte *Química e sociedade* (Santos *et al.*, 2009), que l'any següent va ser revisat i publicat com a *Química cidadã* (Santos i Mól, 2010). Aquest és un projecte elaborat per l'Institut de Química

de la Universitat de Brasília i destinat als tres últims cursos de l'educació secundària (15-17 anys). El material consta de deu unitats repartides en tres volums. A cada unitat, s'aborda un tema central CTS, que es desenvolupa per mitjà de textos temàtics que inicien cada una de les seccions de la unitat. El projecte es caracteritza per fer èmfasi en els aspectes socials i ciutadans de la química.



Figura 16. Portada de *Química cidadã* (Santos i Mól, 2010).

Espanya

A Espanya, el Reial Decret d'Humanitats del Ministeri d'Educació (2001) va implicar una reducció de les hores dedicades a les ciències experimentals. El núm. 36 de la revista *Alambique* va realitzar una anàlisi crítica dels canvis curriculars de les ciències al batxillerat que va implicar aquest decret i de la química en particular (Caamaño i Izquierdo, 2003).

La nova Llei Orgànica d'Educació del 2007 va promoure la introducció de les competències bàsiques en el currículum i va fer èmfasi novament en aspectes de ciència en context. En el monogràfic *Los nuevos currículos en la ESO*, del núm. 53 de la revista

Alambique (Furió, Hernández, Solbes i Vilches, 2007), s'analitzava el nou currículum de Física i química de l'ESO, i en el monogràfic *Los nuevos currículos en bachillerato*, del núm. 56 de la mateixa revista (Gutiérrez, Gómez Crespo i Martín-Díaz, 2008), es valoraven els canvis introduïts en el currículum de Química del batxillerat.

A Catalunya, per primera vegada, el currículum de les matèries de Física, Química i Biologia del batxillerat va adoptar de forma explícita un caràcter clarament contextualitzat (Caamaño *et al.*, 2008). També es va promoure l'ús de les noves tecnologies de la informació i la comunicació.

En la renovació del currículum d'aquestes matèries va tenir una gran influència l'experiència acumulada en l'elaboració i l'experimentació de tres projectes que van néixer com a adaptacions de sengles projectes Salters: la *Química Salters*, la *Física Salters* (Plana *et al.*, 2005) i la *Biologia Salters* (Lope *et al.*, 2005). Aquests projectes es van desenvolupar al Centre de Documentació i Experimentació en Ciències (que actualment forma part del CESIRE) del Departament d'Ensenyament de Catalunya.

En l'àmbit europeu, els avenços i les noves propostes dels projectes de química en context han estat presentats i debatuts en el marc dels congressos d'ECRICE (European Chemical Research in Chemical Education), que se celebren biennalment organitzats per la Divisió d'Educació de l'EuChemS

La dècada de 2010

A la dècada de 2010 s'han continuat desenvolupant la majoria dels projectes de química en context que s'han citat per a la dècada anterior. A Catalunya s'han elaborat, en el marc del CESIRE, projectes de ciències en context per a l'ESO, en col·laboració amb el Departament de Didàctica de les Ciències de la Universitat Autònoma de Barcelona i el Departament d'Ensenyament (*Competències de pensament científic a l'ESO...*, 2014), i per al batxillerat. Les adaptacions inicials dels projectes Salters de les matèries de Química, Biologia i Física per al batxillerat han donat lloc als projectes autòctons *Química en context*, *Biologia en context* i *Física en context* (Guitart i Corominas, 2015), els materials dels quals són accessibles en línia i s'estan utilitzant actualment en un bon nombre de centres.

En l'àmbit europeu, els avenços i les noves propostes dels projectes de química en context han estat presentats i debatuts en el marc dels congressos d'ECRICE (European Chemical Research in Chemical Education), que se celebren biennalment organitzats per la Divisió d'Educació de l'EuChemS. Els darrers congressos han estat a Cracòvia (2010), Roma (2012) i Jyväskylä, Finlàndia (2014), i el proper tindrà lloc a Barcelona (setembre de 2016).

En l'àmbit iberoamericà, els seminaris CTS per a l'ensenyament de les ciències, que se celebren biennalment des de l'any 2000, han estat un fòrum excel·lent per a la presentació i el debat dels avenços i les investigacions portades a terme en aquest camp. Els primers seminaris ibèrics CTS van tenir lloc a Aveiro (2000), Valladolid (2002), de nou Aveiro (2004) i Màlaga (2006). El primer Seminari Iberoamericà CTS va fer-se a Aveiro (2008) i ha tingut continuació a Brasília (2010), Ma-

A Catalunya, per primera vegada, el currículum de les matèries de Física, Química i Biologia del batxillerat va adoptar de forma explícita un caràcter clarament contextualitzat. També es va promoure l'ús de les noves tecnologies de la informació i la comunicació

drid (2012) i Bogotà (2014). El pròxim tindrà lloc a Aveiro (juliol de 2016). Des del 2012, aquests seminaris són organitzats per l'Associació Iberoamericana CTS (AIA-CTS), amb la col·laboració del comitè organitzador local de cada país on se celebra.

Des dels projectes CBA, CHEM i Nuffield, difosos a Espanya als anys setanta, han passat més de quatre dècades i els canvis soferts en l'ensenyament de les ciències en general i de la química en particular han estat molts i molt diversos, com hem recordat i revisat en aquest article. Marchán Carvajal i Sanmartí (2015) ens permeten obtenir una perspectiva tant dels èxits com dels problemes encara no resolts que caracteritzen l'ensenyament de la química en context. Un aspecte que hem après és que la incorporació dels nous enfocaments no és mai un procés ràpid i que l'èxit depèn de molts factors, com ara els canvis curriculars, l'elaboració de nous materials amb la participació del professorat, l'orientació dels exàmens externs, la formació del professorat i el suport que aquest rep durant el temps d'experimentació i generalització dels nous projectes.

Tanmateix, l'entusiasme per aconseguir enfocaments per a l'ensenyament de la química més motivadors per als estudiants i

més rellevants des del punt de vista personal i social no ha deixat d'estar present durant tots aquests anys. L'actual monogràfic d'Educació Química EduQ constitueix un exemple de la vigència i l'interès que continua suscitant l'ensenyament de la química en context.

Referències

- AMERICAN CHEMICAL SOCIETY (1998). *QuimCom: Química en la comunitat*. 2a ed. Mèxic: Addison-Wesley Iberoamericana. [1a ed.: AMERICAN CHEMICAL SOCIETY (1988). *ChemCom: Chemistry in the community*. Dubuque: Kendall-Hunt]
- ASSOCIATION FOR SCIENCE EDUCATION (1984). *Rethinking science? Teaching science in a social context*. Hatfield: Association for Science Education.
- BENNETT, J.; LUBBEN, F. (2006). «Context-based chemistry: the Salters approach». *International Journal of Science Education*, vol. 28, núm. 9, p. 999-1015.
- BULTE, A. M. W.; KLAASSEN, K.; WESTBROEK, H. B.; STOLK, M. J.; PRINS, G. T.; GENSEBERGER, R. J. [et al.] (2005). «Modules for a new chemistry curriculum, research on a meaningful relation between contexts and concepts». A: NENTWIG, P.; WADDINGTON, D. (ed.). *Making it relevant: Context based learning of science*. Münster: Waxmann, p. 273-299.
- BULTE, A. M. W.; WESTBROEK, H. B.; JONG, O. de; PILOT, A. (2006). «A research approach to designing chemistry education using authentic practices as contexts». *International Journal of Science Education*, vol. 28, núm. 9, p. 1063-1086.
- BURDEN, J. (2005). «Ciencia para el siglo XXI: un nuevo proyecto de ciencias para la educación secundaria en el Reino Unido». *Alambique*, núm. 46, p. 68-79.
- BURTON, W. G.; HOLMAN, J. S.; PILLING, G. M.; WADDINGTON, D. J. (1994). *Advanced chemistry Salters: Chemical storylines, Chemical ideas, Activities and assessment pack, Teacher's guide*. Oxford: Heinemann.
- CAAMAÑO, A. (1988). «Tendencias actuales en el currículo de ciencias». *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 6, núm. 3, p. 265.
- (1994). «Estructura y evolución de los proyectos de ciencias experimentales. Un análisis de los proyectos extranjeros». *Alambique*, núm. 1, p. 8-20.
- (2006a). «Proyectos de ciencias: entre la necesidad y el olvido». *Alambique*, núm. 48, p. 10-24.
- (2006b). «Retos del currículo de química en la educación secundaria. La selección y contextualización de los contenidos de química en los currículos de Inglaterra, Portugal, Francia y España». *Educación Química*, vol. 17, núm. 2, p. 195-208.
- (2007). «El currículo de Física y química en la educación secundaria obligatoria en Inglaterra y Gales, Portugal, Francia y España». *Alambique*, núm. 53, p. 22-37.
- CAAMAÑO, A.; COROMINAS, J.; DOMÈNECH, M.; LOPE, S.; ORO, J.; PLANNA, O. (2008). «Los nuevos currículos de Física, Química y Biología en el bachillerato de Cataluña». *Alambique*, núm. 56, p. 51-70.
- CAAMAÑO, A.; CORREIG, M. T.; GRAU, R.; GUASCH, E.; LOZANO, M. T.; MAYÓS, C.; PAREJO, C.; VARELA, X. (1994a). «Projecte GAIA». *Alambique*, núm. 1, p. 41-50.
- (1994b). *Projecte GAIA (Ciències Experimentals 12-16): Segon cicle ESO: Planeta blau, planeta viu. L'organisme, herència i evolució*. València: ECIR.
- (1995). *Projecte GAIA (Ciències Experimentals 12-16): Segon cicle ESO: Els materials. Energia per a tots*. València: ECIR.
- CAAMAÑO, A.; GÓMEZ CRESPO, M. Á.; GUTIÉRREZ JULIÁN, M. J.; LLOPIS, R.; MARTÍN-DÍAZ, M. J. (2001). «Proyecto Salters: un enfoque CTS para la química del bachillerato». A: MEMBIELA, P. (ed.). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva de la ciencia-tecnología-sociedad*. Madrid: Narcea, p. 179.
- CAAMAÑO, A.; IZQUIERDO, M. (2003). «El currículo de química en el bachillerato: todavía muy lejos de una química contextualizada». *Alambique*, núm. 36, p. 60-67.
- CANE, B.; SELLWOOD, J. (1975). *Química elemental básica 1: La sustancia y sus cambios*. Barcelona: Reverté.
- (1978). *Química elemental básica 2: Elementos y compuestos*. Barcelona: Reverté.
- CBA (1966). *Sistemas químicos*. Barcelona: Reverté. 2 v.
- Competències de pensament científic a l'ESO: Ciències 12-15* (2014). Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.
- COSTA, A.; MAGALHÃES, M.-C.; MARTINS, I. P.; LOPES, J. M.; SIMÕES, M. O.; SOBRINHO, T. (2003). «La química en la educación secundaria en Portugal: una perspectiva de cultura científica». *Alambique*, núm. 36, p. 68-75.
- EUBANKS, L. P.; MIDDLECAMP, C. H.; PIANTA, N. J.; HELTZEL, C. E.; WEARER, G. C. (2006). *Chemistry in context: Applying chemistry to society*. 5a ed. Dubuque: McGraw-Hill.
- FURIÓ, C.; HERNÁNDEZ, J.; SOLBES, J.; VILCHES, A. (2007). «La física y química en las enseñanzas mínimas de la enseñanza secundaria obligatoria en la LOE». *Alambique*, núm. 53, p. 47-58.
- GRUP RECERCA-FARADAY (1988a). *Química Faraday: Un enfoque conceptual, experimental e històric*. Barcelona: Teide.
- (1988b). *Física Faraday: Un enfoque conceptual, experimental e històric*. Barcelona: Teide.
- (1988c). *Química Faraday: Un enfoque conceptual, experimental e històric: Guía del profesor*. Barcelona: Teide.

- GRUP SALTERS (1999a). *Batxillerat Química Salters (Unitats, Guia didàctica, Visita a una indústria química, El treball de recerca): Materials en fase d'experimentació*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament.
- (1999b). «El proyecto Química Salters para el nuevo bachillerato». *Cuadernos de Pedagogía*, núm. 81, p. 68.
- GRUPO IPS (1973). *Curso de introducción a las ciencias físicas, nivel intermedio*. Barcelona: Reverté.
- GUITART, F.; COROMINAS, J. (2015). «El projecte Química en context: què pretenen, com s'estructuren i què contenen les seves unitats?». A: *Actes de les VI Jornades sobre l'Ensenyament de la Física i la Química*. Barcelona: IEC.
- GUTIÉRREZ, M.; GÓMEZ CRESPO, M. Á.; MARTÍN-DÍAZ, M. J. (2008). «¿Basta con decretar un nuevo currículo de Química?». *Alambique*, núm. 56, p. 20-27.
- HEIKKINEN, H. W. (2010). «To form a favorable idea of chemistry». *Journal of Chemical Education*, vol. 87, núm. 7, p. 680-684.
- HOLTON, G.; RUTHERFORD, F. J.; WATSON, F. G. (1981). *Project Physics*. Nova York: Holt, Rinehart & Winston Publishers.
- HUNT, A. (ed.) (1989). *Nuffield coordinated sciences chemistry*. Londres: Longman.
- IZQUIERDO, M.; CABELLO, M.; SOLSONA, N. (1994). «Proyecto Ciencias 12-16». *Alambique*, núm. 1, p. 63-74.
- LOPE, S.; DOMÈNECH, M.; JUAN, X.; COLOM, J.; CABELLO, M. (2005). «Biología Salters-Nuffield: biología en contexto para el bachillerato». *Alambique*, núm. 46, p. 80-92.
- MARCHÁN CARVAJAL, I.; SANMARTÍ, N. (2015). «Potencialitats i problemàtiques dels projectes de química en context». *Educatió Química EduQ*, núm. 20, p. 4-12.
- NUFFIELD SCIENCE FOUNDATION (1970). *Química. Curso modelo. Fase I y II: Curso básico*. Barcelona: Reverté.
- (1973). *Química. Curso modelo. Fase III: Curso de opciones*. Barcelona: Reverté.
- (1975a). *Química avanzada Nuffield: Libro del alumno 1*. Barcelona: Reverté.
- (1975b). *Química avanzada Nuffield: Libro del alumno 2*. Barcelona: Reverté.
- OPEN UNIVERSITY (1974). *Curso básico de ciencias: Unidades 8 y 9. La tabla periódica y los enlaces químicos. Iones en solución*. Barcelona: McGraw-Hill Latinoamericana.
- OTTER, C.; STEPHENSON, K. (ed.) (2008). *Salters advanced chemistry: Chemical storylines AS*. Oxford: OCR-Heinemann.
- (2009). *Salters advanced chemistry: Chemical storylines A2*. Oxford: OCR-Heinemann.
- PARCHMANN, I. (2011). «La enseñanza de la química y el Año Internacional de la Química. Oportunidades para mejorar la comprensión y el interés de los estudiantes». *Alambique*, núm. 69, p. 8-20.
- PARCHMANN, I.; CHI K PROJECT GROUP (2009). «Chemie im Kontext. One approach to realize science standards in chemistry classes». *Educatió Química EduQ*, núm. 2, p. 24-31.
- PARCHMANN, I.; GRÄSEL, C.; BAER, A.; NENTWIG, P.; DEMUTH, R.; RALLE, B.; CHI K PROJECT GROUP (2006). «Chemie im Kontext: a symbiotic implementation of a context-based teaching and learning approach». *International Journal of Science Education*, vol. 28, núm. 9, p. 1041-1062.
- PILLING, G. M.; WADDINGTON, D. J. (2005). «Implementation of large-scale science curricula: a study in seven European countries». *Journal of Science Education and Technology*, vol. 14, núm. 4, p. 393-407.
- PIMENTEL, G. C. (ed.) (1972). *Química: Una ciencia experimental (CHEM Study)*. Barcelona: Reverté.
- PLANA, O.; CAAMAÑO, A.; ENRECH, M.; PONT, J.; PUEYO, L. (2005). «La Física Salters: un proyecto para la enseñanza contextualizada en el bachillerato». *Alambique*, núm. 46, p. 93-102.
- SANTOS, W. [et al.] (2009). «Química e sociedade: un projecto brasileiro para o ensino de química por meio de temas CTS». *Educatió Química EduQ*, núm. 3, p. 20-28.
- SANTOS, W.; MÓL, G. (coord.) (2010). *Química cidadã*. São Paulo: Nova Geração.
- SCHWARTZ, A. T. (2006). «Contextualized chemistry education: the American experience». *International Journal of Science Education*, vol. 28, núm. 9, p. 977-998.
- SCHWARTZ, A. T.; BUNCE, D. M.; SILBERMAN, R. G.; STANITSKI, C. L.; STRATTON, W. J.; ZIPP, A. P. (1994). *Chemistry in context: Applying chemistry to society*. Dubuque: W. C. Brown.
- STRONG, L. E. (ed.) (1964). *Chemical systems*. Nova York: McGraw-Hill.
- WELLINGTON, J. (ed.) (1989). *Skills and processes in science education: A critical analysis*. Londres: Routledge.



Aureli Caamaño Ros

És doctor en química per la Universitat de Barcelona (UB). Ha estat catedràtic de física i química de secundària i professor del CAP i del màster de formació del professorat de secundària de la UB. És coautor de diversos llibres i de més de seixanta articles sobre l'ensenyament de la química i les ciències. Codirector de la revista *Alambique* i coeditor de la revista *Educatió Química EduQ*, actualment treballa en l'àmbit de la formació del professorat i en l'elaboració de materials curriculars i estudia el grau d'humanitats a la Universitat Pompeu Fabra. A/e: aurelicaamano@gmail.com.