

LA CIÈNCIA A LES AULES (1800-2000): NOVES TENDÈNCIES, PERSPECTIVES I USOS DIDÀCTICS

JOSÉ RAMÓN BERTOMEU SÁNCHEZ

INSTITUT D'HISTÒRIA DE LA MEDICINA I DE LA CIÈNCIA «LÓPEZ PIÑERO»,
UNIVERSITAT DE VALÈNCIA.

Paraules clau: *ciència a les aules, manuals escolars, historiografia de la ciència, història i ensenyament de les ciències*

Science in classrooms (1800-2000): new trends, perspectives and educational uses

Summary: *The new history of science education offers unexplored possibilities for the training of prospective science teachers. Historical studies of science education have expanded enormously during the past two decades. Dramatic changes have taken place in regard to narratives, protagonists, problems, sources and frameworks. Most of the old studies focused on educational institutions, legislation, and education policies, while many others were just concerned with the lives of famous scientists in classrooms. The scope of the research topics had broadened beyond recognition to include issues such as the emergence of school disciplines, textbooks, school architecture and classroom design, material and visual culture, oral and written examinations, and the role of political and economic powers in shaping education systems. I claim that this blooming area offers opportunities for new uses of history of science in classrooms, particularly in the training of prospective science teachers.*

Key words: *science in classrooms, textbooks, historiography of science, history and science education*

Introducció

Al llarg de les darreres dècades, els estudis d'història de la ciència han experimentat una gran transformació pel que fa als protagonistes, espais i problemes considerats més rellevants. També han estat modificats substancialment els mètodes d'anàlisi, les fonts històriques emprades i els relats històrics, al mateix temps que

canviaven les característiques de la comunitat acadèmica i es produïa una ampliació dels públics destinataris de la investigació. Tots aquests canvis han afectat la relació tradicional entre història i ensenyament de les ciències, obrint noves possibilitats d'interacció que encara no han estat plenament explorades, tal i com mostra el *Handbook* editat per Michael Matthews (2014) i altres obres de conjunt publicades més recentment (Niaz, 2016). Aquesta comunicació pretén oferir un exemple d'aquesta situació mitjançant un grup d'estudis que han experimentat una gran transformació: la recerca històrica respecte a l'ensenyament de les ciències.

Per a obtenir una imatge ràpida dels canvis dins de la història de l'ensenyament de les ciències només cal comparar la revisió feta més de quaranta anys abans per William Brock (1975) amb les dutes a terme tres dècades després per Bernadette Bensaude-Vincent (2006), Kathryn Olesko (2006), John L. Rudolph (2008), i les més recents de Josep Simon (2013; 2016). A més a més, aquests estudis ja han fet entrada dins del terreny de la didàctica de les ciències, tal i com ho mostren diversos monogràfics de la revista *Science & Education* així com els nombrosos capítols dedicats al tema dins del *Handbook* de Matthews (2014), que inclou també una nova revisió historiogràfica de Kathryn Olesko (2014).

Malgrat l'increment notable dels darrers anys, la revisió de Brock (1975) mostrava ja la gran quantitat de publicacions existents abans de la gran transformació de la història de la ciència del darrer terç del segle xx. Aquests treballs, molts d'ells iniciats ja en el segle xix, han estat tradicionalment centrats en la història de les principals institucions educatives. Moltes vegades han sorgit de commemoracions, amb objectius molt distants de les anàlisis crítiques que han perseguit altres treballs desenvolupats amb menys recursos i publicitat, però amb molt més rigor acadèmic. A més a més, la bibliografia recollida per Brock inclou molts estudis dedicats a la legislació i a les polítiques educatives estatals. Els contextos locals i estatals són les escales més emprades i és difícil trobar dins d'aquesta llarga llista bibliogràfica grans narratives de caràcter global o comparacions transnacionals que tracten d'evitar el més que evident biaix eurocèntric.

Més de trenta anys després, les revisions publicades a l'inici del tercer mil·lenni mostren una imatge del camp d'estudis molt més complexa. Tot i que el predomini de la història institucional ha continuat, és notable la major diversitat d'aproximacions, protagonistes i escenaris. Diversos temes han guanyat protagonisme: la reproducció de comunitats acadèmiques, la formació de disciplines escolars, els gèneres de literatura pedagògica (amb especial atenció als llibres de text), els perfils biogràfics col·lectius dels protagonistes (més enllà dels més famosos, i tot incloent qüestions relatives al gènere), les actuacions dels poders polítics i econòmics dins del sistema educatiu, els mètodes d'avaluació i control, la cultura material i visual de l'aula, els espais educatius i, molt especialment, el que Rudolph (2008) anomena «efectes col·laterals de l'ensenyament de les ciències», dels quals parlarem més endavant.

Les noves tendències han estat connectades amb els desenvolupaments de la història de la ciència durant les darreres dècades del segle xx, quan van guanyar importància temes que ara ja estan plenament consolidats com a àrees de recerca. Però la principal novetat ha estat la incorporació dels historiadors de l'educació i la creació de grups multidisciplinaris i grans projectes d'investigació. Una de les subespecialitats pioneres en aquest sentit va ser l'anàlisi dels manuals escolars. Molts estudis d'aquest tipus van sorgir durant els anys noranta en diversos països, particularment després del projecte dut a terme per Alain Choppin a l'Institut National de la Recherche Pédagogique de París. Aquests projectes crearen xarxes de treball, bases bibliogràfiques i reculls exhaustius de la legislació

respecte a la regulació del llibre de text. Per la seva banda, els historiadors de la ciència també van crear grups internacionals de recerca durant aquells anys dins d'aquest mateix tema. Si els primers treballs estaven impulsats per l'anàlisi de les disciplines escolars, els segons procedien en molts casos de les reflexions de Thomas S. Kuhn respecte a la funció particular dels manuals escolars dins de la formació de comunitats científiques.

L'exemple dels manuals escolars mostra una característica important que ha condicionat els contactes entre les diverses comunitats acadèmiques interessades per l'estudi de l'ensenyament de les ciències. Els historiadors de l'educació han centrat la seva anàlisi en els nivells més elementals de l'ensenyament, és a dir, a les aules de ciències dirigides a la formació del conjunt dels ciutadans. Al contrari, els historiadors de la ciència han dirigit majoritàriament la seva atenció als nivells universitaris amb la intenció d'analitzar la reproducció de comunitats acadèmiques. Aquesta situació ha creat molts espais d'ombra als nivells intermedis (l'ensenyament mitjà és l'exemple més característic), tot i que també amb moltes excepcions i projectes de treball profitosos de caràcter interdisciplinari. Les diferències, tensions i oportunitats poden ser constatades amb la comparació de les principals revisions bibliogràfiques publicades respecte a aquest tema que comentarem breument en els següents apartats.

Formar comunitats científiques

Els historiadors de la ciència han centrat l'estudi en les pràctiques d'educació superior, amb l'objectiu principal d'analitzar la reproducció de comunitats acadèmiques. El centre d'atenció ha estat al voltant d'espais de recerca (universitats, laboratoris, etc.) i problemes de formació creats per la introducció de noves idees científiques. També han estat discutides llargament les dificultats de transmissió dels sabers no escrits (per exemple, el «coneixement tàcit» de Michael Polanyi) o les conseqüències de l'adveniment de nous mètodes didàctics (els seminaris d'investigació, la demostració experimental, el mètode heurístic, els exàmens escrits, etc.) pel que fa a la formació de comunitats especialitzades o a l'aparició de nous temes de recerca.

Aquest tipus d'estudis d'història de les ciències han sorgit de diferents tradicions de recerca, tot i que és habitual esmentar com a principals fonts d'inspiració les obres de tres autors: Ludwig Fleck (els «estils de pensament»), Thomas S. Kuhn (la formació dels «paradigmes científics», la «ciència normal» i la «tensió essencial» de la ciència), i Michel Foucault («vigilar i castigar», les disciplines acadèmiques i els espais disciplinaris). És important recalcar que molts treballs posteriors han partit de l'apropiació crítica i selectiva de les idees esmentades d'aquests coneguts autors. Per exemple, David Kaiser i Andrew Warwick (2005), dins d'un dels llibres col·lectius més importants del tema, proposen una síntesi de l'obra de Kuhn i Foucault per a situar els nous treballs dels historiadors de l'ensenyament de les ciències. De l'obra del primer en destaquen la seva descripció del funcionament de la «ciència normal» com una pràctica gairebé artesanal, que implica l'adquisició d'hàbits i destreses mitjançant la resolució de problemes canònics («exemplars») que permeten internalitzar lleis i conceptes de les ciències físiques. Tot i això, Kaiser i Warwick van criticar explícitament la visió estàtica i ahistòrica de l'ensenyament de les ciències popularitzada per Kuhn en els seus llibres més famosos, així com la limitació de les seves anàlisis als resultats (i no tant als processos) de l'ensenyament de la ciència. Per això, suggereixen ampliar l'aproximació de Kuhn amb els escrits del filòsof francès Michel Foucault respecte als mecanismes coercitius subtils que limiten el pensament divergent, al mateix temps que permeten disciplinar ments i cossos, potencien determinades mirades

jerarquitzades i produeixen individus dòcils amb el poder dominant, siga aquest polític, econòmic o acadèmic. Foucault, al contrari que Kuhn, estava més interessat per l'educació general dels ciutadans que per la reproducció de comunitats científiques. Tot i això, és evident l'interès de la seva obra per a analitzar les noves pràctiques de «vigilar i castigar» que van sorgir al llarg del segle XIX, per exemple els exàmens escrits i privats o els plans d'estudis estatals que regulaven l'espai i l'horari escolar. Aquestes noves regulacions introduïren, per exemple, la segregació per edats i gèneres, així com determinades divisions del treball a l'aula o barreres d'accés per als grups més desfavorits. Malgrat les diferències notables, Warwick i Kaiser suggereixen adoptar una aproximació «Foukuhniana» amb categories analítiques adoptades dels dos autors (Foucault i Kuhn), tot afegint-hi un major èmfasi per l'estudi dels processos de negociació de les normes educatives, així com respecte a les canviants relacions entre recerca i docència, sense assumir jerarquies immutables o valoracions prèvies que sacralitzen el laboratori i menyspreen l'aula.

La proposta de Kaiser i Warwick va ser comentada críticament per una de les pioneres nord-americanes dels estudis històrics respecte a la ciència a les aules: Katheryn Olesko. En el seu assaig, Olesko (2006) reivindicava l'obra de Ludwig Fleck, particularment l'anàlisi de la formació dels «estils de pensament». També ha estat influent la classificació de Fleck dels diferents tipus de literatura científica, amb la distinció entre la literatura esotèrica (destinada a la comunitat científica) i l'exotèrica (dirigida al públic en general). Fleck també esmentava la forta interacció entre els diversos gèneres, que són constantment negociats per part d'autors, editors i públics destinataris. Aquesta discussió de Fleck ha estat també inspiradora de treballs d'història de la divulgació científica, cosa que demostra les moltes connexions d'aquest darrer tema amb els estudis d'història de l'ensenyament científic. Olesko ha continuat defensant la vigència actual dels treballs de Fleck dins una revisió historiogràfica més recent (Olesko, 2014), però també n'ha assenyalat mancances i àrees poc explorades. Inclús en els treballs més recents dels historiadors de la ciència hi ha una excessiva focalització envers les pràctiques d'ensenyament del professorat, oblidant les activitats d'aprenentatge i les percepcions dels alumnes. Aquests darrers aspectes són més difícils d'investigar per les dificultats d'accés a fonts històriques com els quaderns d'estudiants, l'estudi dels quals constitueix una línia de recerca poc explorada, tot i que amb un bon grup d'estudis que permeten tractar, per exemple, les relacions entre cultura escrita, manipulacions experimentals i oralitat (García & Bertomeu, 2010). Dins d'aquesta línia, Olesko també ha suggerit fomentar els contactes amb altres especialitats recents com la història dels sentits per tal d'analitzar, per exemple, la construcció de les cultures visuals a l'aula.

Formar ciutadans

Pocs anys després de l'aparició de les publicacions de Kaiser i Warwick i d'Olesko, un altre investigador nord-americà, procedent ara d'un departament d'estudis d'història i sociologia de l'educació, John L. Rudolph (2008), va publicar una altra revisió crítica de les noves tendències dins de la història de l'ensenyament de les ciències. Les diferències amb les anteriors revisions són notables, tant pel que fa a l'estructura de la discussió com als continguts i als autors comentats, tot i que Foucault i Kuhn continuen tenint-hi un paper destacat. Potser la diferència més important és l'escenari educatiu triat pels estudis històrics comentats. La major part dels analitzats per Rudolph tracten problemes relacionats amb l'educació científica de la població en general. Aquest interès pels nivells més elementals de la formació científica també comporta la discussió d'un gran nombre d'aspectes rela-

cionats amb les interaccions entre la ciència i altres aspectes de la societat i la cultura, tot i que amb una perspectiva molt diferent a la dels treballs focalitzats a les aules universitàries i als laboratoris acadèmics.

Un grup reduït d'exemples permetran mostrar els desacords entre les comunitats dels historiadors de la ciència i de l'educació. Un dels conceptes més destacats dins dels estudis procedents de la història de l'educació ha estat la noció de «disciplina escolar» (Viñao, 2006). Fa referència a configuracions de sabers més o menys estables que naixen dins del context escolar, amb una forma i una estructura potencialment molt diferents a les disciplines acadèmiques de les universitats (els contextos habitualment estudiats pels historiadors de la ciència). Aquesta diferenciació entre disciplines escolars i acadèmiques també és dependent de l'espai i el temps, i no sempre és convenient emprar-la (especialment abans del segle XIX). D'altra banda, les disciplines acadèmiques i escolars comparteixen molts trets comuns: són estructures vives, que naixen, es desenvolupen i desapareixen, sempre amb una forta interacció amb altres disciplines, cosa que sovint dona lloc a una competició pels recursos humans, econòmics, espacials i materials. Aquestes transformacions, particularment per les disciplines escolars, poden desenvolupar-se sota una rígida normativa formulada per poders polítics i econòmics sense vinculació directa amb l'escola, però amb gran capacitat per a condicionar horaris, programes, pràctiques educatives, espais i cultura material, així com per a seleccionar professorat i també per a limitar l'accés dels estudiants per raons de sexe, ètnia o classe social, i segons diferents nivells educatius. Les disciplines escolars relacionades amb la ciència són creades per aquest variat grup d'actors del sistema educatiu (professors, estudiants, societats acadèmiques, polítics, gestors, etc.) que no sempre comparteix punts de vista semblants quant als objectius de l'educació i a l'organització del currículum (Rudolph, 2008).

Altres historiadors de l'educació científica han reconstruït els debats respecte al paper creixent de la ciència dins de l'educació liberal durant el segle XIX, així com respecte a les reaccions crítiques contra la marginació del currículum clàssic (Donnelly, 2002). Les justificacions per a la inclusió de continguts científics han estat molt variades: el foment de les vocacions científiques, la competència tecnològica (per exemple, entre els EUA i la URSS durant la guerra freda), la millora de la valoració popular de la ciència o, fins i tot, l'exaltació dels valors patriòtics mitjançant la ciència i la tecnologia. Aquests objectius implícits de l'ensenyament de les ciències condicionen substancialment els continguts dels manuals, l'estructura disciplinar dels programes educatius, les pràctiques didàctiques i els mètodes d'avaluació. Són exemples del que John Rudolph anomena «efectes col·laterals» de l'ensenyament de les ciències, és a dir, una gran varietat d'idees i valors, habitualment no associats amb la ciència, però que circulen àmpliament per les aules de física, química i biologia: biaix de gènere, concepcions religioses i polítiques, així com visions de la natura de la ciència, la seva història i el seu paper social. L'ensenyament de les ciències també pot produir l'agreuament de les desigualtats socials, bé afavorint determinades formes de distribució del capital cultural que perpetuen la posició dels grups més poderosos o, ans al contrari, propiciant la mobilitat social mitjançant l'accés universal a l'educació i la igualtat d'oportunitats dins de les carreres científiques. Molts d'aquests ingredients i transformacions són invisibles per als protagonistes, en part perquè han estat prèviament naturalitzats per la pràctica educativa, sense que siga possible de vegades diferenciar-los d'altres continguts de les classes de ciències. La investigació històrica permet revelar aquests elements dins de contextos i moments particulars, així com mostrar la seva existència en l'actualitat (Bertomeu, 2015).

Formar professors

Hi ha, doncs, diferències importants pel que fa als marcs conceptuals i als objectius de recerca dels diferents grups acadèmics interessats per la història de la ciència a les aules. També hi ha moltes zones de contacte que permeten intercanvis productius, cada vegada més freqüents en els darrers anys. Amb els historiadors de l'educació centrats en l'educació primària i els historiadors de la ciència en la formació universitària, l'ensenyament mitjà és la principal àrea de convergència dels dos grups. Dins d'aquest nivell educatiu poden ser percebudes amb molta més facilitat les tensions entre els diferents objectius de l'ensenyament de les ciències abans esmentats: la formació general dels ciutadans o la reproducció de comunitats acadèmiques. Com a territori de frontera, els diferents models de formació del professorat de secundària també reflecteixen aquestes tensions. Al llarg del segle XIX, la formació inicial mitjançant les escoles normals (amb continguts més o menys semblants a la resta de mestres) va ser complementada o reemplaçada per l'ensenyament científic a les facultats de ciències (amb sabers més connectats amb el món acadèmic i universitari). Al llarg de tot el segle XIX, i fins a l'actualitat, han estat molt abundants els debats al voltant dels criteris i els procediments de selecció, les carreres professionals, els sabers pertinents i les destreses requerides.

La rellevància dels estudis històrics dins de l'ensenyament actual de les ciències permet obrir tot un nou ventall d'usos de la història dins de la didàctica de les ciències. De forma semblant a altres especialitats de la història, l'estudi del passat de l'ensenyament de les ciències permet disposar d'un referent extern, de vegades estrany i sorprenent, des del qual adquirir la perspectiva necessària per a pensar alternatives a models actuals, sovint presentats com a inevitables, únics o inalterables. La varietat de situacions del passat mostra els múltiples factors socials, polítics i culturals que condicionen l'activitat de les aules de ciència pel que fa a protagonistes, espais, continguts, materials escolars i plantejaments didàctics, tots ells aspectes que han canviat substancialment al llarg dels darrers segles. A més a més, l'estudi històric de l'ensenyament de les ciències pot aportar claus per tal d'enriquir l'actual debat amb un grup ampli de situacions i propostes, més o menys familiars o estranyes en les circumstàncies actuals. Aquesta línia de reflexió històrica permet proveir el professorat d'eines d'anàlisi per a participar activament en els debats respecte al paper de la ciència a les aules. Les antigues narratives històriques de l'ensenyament de les ciències no gaudeixen d'aquesta potencialitat didàctica, ni permeten fomentar el pensament crític dins de l'àmbit de l'educació; ans al contrari, han servit per a justificar la continuïtat de determinades pràctiques i institucions educatives. També pot aplicar-se aquesta conclusió a bona part de la història que es fa servir a les aules de ciències, moltes vegades desconnectada de les noves tendències de la recerca acadèmica, com les esmentades anteriorment. Paradoxalment, el creixement dels estudis d'història de la ciència durant les darreres dècades del segle XX, afegit a les noves tendències, espais acadèmics i formació dels professionals, ha provocat aquesta distància entre recerca històrica i didàctica de les ciències. El breu repàs anterior indica que la nova història de la ciència a les aules ofereix oportunitats per a disminuir aquesta distància i conformar vies de col·laboració que no han estat transitades anteriorment entre història i didàctica de les ciències. Per a continuar per aquest camí, és urgent la introducció de la nova història de la ciència dins de la formació del professorat de ciències i la creació de més espais de col·laboració per a trencar absurdes barreres i inèrcies acadèmiques.

Referències bibliogràfiques

- BENSAUDE-VINCENT, B. (2006), «Textbooks on the Map of Science Studies», *Science & Education*, **15**, 667-670.
- BERTOMEU SÁNCHEZ, J. R. (2015), «Beyond Borders in the History of Science Education». A: ARABATZIS, T. et al. (eds.), *Relocating the History of Science*. Dordrecht, Springer, 159-173.
- BROCK, W. (1975), «From Liebig to Nuffield: a Bibliography of the History of Science Education», *Studies in Science Education*, **2**, 67-99.
- DONNELLY, J.F. (2002), «The humanist critique of the place of science in the curriculum in the nineteenth century, and its continuing legacy», *History of Education*, **31** (6), 535-555.
- GARCÍA BELMAR, A.; BERTOMEU SÁNCHEZ, J. R. (2010), «Palabras de química. Oralidad y escritura en la enseñanza de una ciencia experimental», *Cultura Escrita & Sociedad*, **10**, 107-148.
- MATTHEWS, M. (ed.) (2014), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*, Amsterdam, Springer Verlag.
- NIAZ, M. (2016), *Chemistry Education and Contributions from History and Philosophy of Science*, Dordrecht, Springer.
- OLESKO, K. (2006), «Science Pedagogy as a Category of Historical Analysis: Past, Present, & Future», *Science & Education*, **15**, 863-880.
- OLESKO, K. (2014), «Science Education in the Historical Study of the Sciences». A: MATTHEWS, M. R. (ed.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*, Dordrecht, Springer, 1965-1990.
- RUDOLPH, J. L. (2008), «Historical Writing on Science Education: a View of the Landscape», *Studies in Science Education*, **44**, 1, 63-82.
- SIMON, J. (2013), «Physics Textbooks and Textbooks Physics in the Nineteenth and Twentieth Centuries». A: BUCHWALD, J. Z.; FOX, R. (eds.), *The Oxford Handbook of the History of Physics*, Oxford, OUP, 651-678.
- SIMON, J. (2016), «Textbooks». A: LIGHTMAN, B. (ed.), *Companion to the History of Science*, New York, John Wiley & Sons, 402-413.
- VIÑAO, A. (2006), «La historia de las disciplinas escolares», *Historia de la Educación*, **31**, 225-242.
- WARWICK A.; KAISER, D. (2005), «Kuhn, Foucault, and the Power of Pedagogy». A: KAISER, D. (ed.), *Pedagogy and the Practice of Science: Historical and Contemporary Perspectives*, Cambridge, MIT press, 393-404.