

REFLEXIONS I PROPOSTES PER AL DEBAT EDUCATIVODIDÀCTIC ENTORN DE LA HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA

Núria Solsona i Pairó (1) i Mario Quintanilla Gatica (2)

1) Universitat Autònoma de Barcelona

2) Pontificia Universidad Católica de Chile

Paraules clau: *didàctica, història de les científiques, fonts documentals.*

Thoughts and proposals for an educational discussion about history of science.

Summary: *This is a very short approach to an educational view of the history of science, specially considering the scientific work done by women.*

Key words: *educational view, history of science, documentary sources.*

Introducció

En la didàctica de les ciències naturals, hi ha un corrent de reflexió que destaca la necessitat d'incorporar i vincular les metaciències en els processos de formació inicial i continuada del professorat de ciències. Les metaciències permeten relacionar el coneixement científic que es construeix en cada moment de la història amb els problemes que es volen solucionar, les finalitats que es persegueixen, les eines conceptuals i metodològiques disponibles, i la cultura i els valors vigents en cada moment. D'aquí el gran valor que trobem en els continguts que provenen d'aquestes disciplines per a la pràctica professional del professorat de ciències naturals.

Objectius de la comunicació

— Promoure en el professorat actiu una reflexió rigorosa al voltant de l'activitat científica en la història i la seva vinculació en els processos de divulgació i aprenentatge.

— Afavorir en el professorat de ciències una anàlisi sobre el desenvolupament de les teories científiques en la història i la construcció de coneixement professional per modelitzar aquestes teories a l'aula.

— Recuperar la història de les científiques i incorporar les aportacions i els sabers de les dones que han contribuït a la història del coneixement i als diversos camps de la ciència.

Marc teòric

Actualment, molts autors i escoles situats en les disciplines de caràcter metacientífic —com l'epistemologia, la història de la ciència i la didàctica de les ciències naturals— veuen la ciència com una *activitat humana* de producció, avaluació, aplicació i difusió de sabers immersa en un context històric, social i cultural que dóna sentit a l'anomenada *activitat científica*, ja que precisa les finalitats d'intervenció que es persegueixen i els valors que es defensen o es posen en joc, en les comunitats i institucions científiques (Echevarría, 1995: 12). En les darreres dècades, diferents i rigoroses investigacions han insistit a assenyalar que la perspectiva de l'anàlisi històrica *entorn de i sobre* la ciència és absent de l'educació científica en particular i de la formació docent en general en diferents contextos culturals, acadèmics i institucionals. Aquestes recerques de caràcter *didactològic* conclouen que la transmissió i divulgació de la ciència a l'aula escolar o en els nivells universitaris ignora de manera intencionada el procés històric del coneixement científic o simplement «destaca algunes fites rellevants» que, a causa de la tradició o l'èmfasi clàssic de determinats continguts, així ho permeten (Gribbin, 2005: 10). D'aquesta manera, és evident que professorat de ciències i membres de la comunitat científica, així com un nombre no menyspreable de divulgadors en els mitjans de comunicació, transmeten una imatge de ciència normativa i restrictiva, bastant allunyada dels contextos culturals, socials o polítics que per part de científics i científiques han contribuït al desenvolupament sistemàtic, permanent i continu.

No oblidem que els diferents àmbits o continguts de la ciència han experimentat (i ho continuen fent) complexes i persistents transformacions com a resultat de la natural creació de nou coneixement. En conseqüència, requereixen una actualització oportuna des de la perspectiva de la construcció de coneixement professional dels professors de ciència en formació i en exercici, així com dels científics en particular i dels estudiants en general.

Hem insistit en altres treballs (Lires *et al.*, 2003: 6) que la manera com al llarg dels segles s'ha anat construint i també resignificant la història de la ciència és a vegades ambigua, complexa altres vegades, misteriosa i, en alguns casos, inexplicablement controvertida i confusa de registres i informació, així com interpretada de múltiples formes segons els textos i instruments disponibles o legítims per la institució o el poder imperant. Sobre això, són moltíssims els exemples on es pot visualitzar aquesta situació en diferents «etapes» de l'evolució de les teories de les diferents àrees del coneixement científic.

En aquest moment no se sap tot el que esperariem saber (i la manera que ho esperariem) sobre el que és un fet històric de la ciència, diríem, de manera precisa, segons les concepcions actuals. Hi ha moments en les diferents cultures que la ciència és només un procés retòric sense grans èxits teòrics, on el propòsit fonamental és només aconseguir un reconeixement social, cultural, religiós i inclusivament polític vinculat al control social de les classes dominants, tal com va succeir a propòsit de l'ensenyament tecnocientífic a l'Anglaterra victoriana del segle XIX.

Resulta gairebé evident que en la reflexió que estem iniciant, ens adonem de l'enorme valor del llenguatge i de les maneres de comunicar i divulgar la història de la ciència en els diferents àmbits: escolar, professional o politicoinstitucional. Per exemple, en l'Anglaterra de John Dalton, del segle XIX, i encara que això pogués per descomptat resultar polèmic en els seus nivells d'interpretació, es promourà una concepció de la ciència en la qual es confon el filantropisme de la burgesia i l'educació científica de la classe treballadora amb l'excusa de reduir o impedir la desestabilització social enfront de l'avenç de les idees revolucionàries derivades del desenvolupament industrial i el nou ordre econòmic capitalista que van qüestionar Engels i Marx. Particularment la zona de Manchester (pròxima a Eaglesfield on va néixer Dalton) es va caracteritzar per la consolidació progressiva de la revolució industrial (iniciada cap al 1760), els principals trets de la qual van ser: l'adaptació de noves tecnologies, la reducció gradual del sistema d'explotació agrària, l'especificació productiva regional, l'augment del creixement econòmic derivat de la diversitat industrial, l'augment de la burgesia capitalista i el descens sistemàtic i progressiu de la mortaldat.

Com a conseqüència de l'anterior, es pot predir que els diferents públics de la ciència, estudiants, professorat, persones expertes i llegendes, posseeixen una visió deformada de la naturalesa de la ciència, el seu objecte i mètode d'estudi, així de com es construeixen i evolucionen els coneixements científics i ignoren les seves repercussions socials. Però al costat d'això, les regles del mètode científic tal com són explicitades pels lògics no corresponen a la realitat de les pràctiques, i es promou una idea de comunitat científica tancada en què la investigació es refereix a un ventall molt definit de problemes i el seu paradigma o matriu disciplinària és acceptat per una fracció.

Propostes d'aula

En la història de la ciència, els episodis on les científiques han estat protagonistes, les aportacions de les dones i les seves interaccions amb el model de ciència predominant en cada moment històric han estat un dels elements distorsionadors que la historiografia oficial ha intentat obviar o eliminar. Avui la base factual disponible, és a dir, la quantitat d'informació respecte a la producció de coneixement feta per les dones, obliga a replantejar l'estretor dels marcs conceptuals tradicionals de la història de les ciències. Per comprendre la importància de la contribució femenina en la història de la ciència, ens cal situar-nos en la perspectiva de la lògica de la complexitat, on la comprensió d'unes dades particulars, com pot ser la producció femenina de coneixement, només és pertinent si mobilitzem els coneixements de conjunt de què disposem per a cada cas particular. No podem limitar-nos a una única relació de causa-efecte que afirmi que «les dones no van poder participar en la producció de coneixement, perquè van ocupar posicions marginals en les diferents èpoques històriques».

A més, avui disposem de suficients mediacions femenines de pensament que ens autoritzen a fer la interpretació del moment històric en què determinada científica va treballar mantenint-se fidel al fet de ser dona. Una mirada femenina a la història de la ciència s'orienta no tant a la construcció de sabers conceptuals, sinó als sabers deduïts de l'experiència que és plena d'impulsos i fenòmens contradictoris, al que anomenem *sabers relacionals*.

Per poder utilitzar les biografies i els textos amb autoria femenina, cal treballar amb un concepte de ciència que permeti incloure totes les dones que s'han dedicat a activitats

relacionades amb la construcció de coneixement. Per això, necessitem treballar amb una noció extensa sobre la història de la ciència, entesa com la reflexió sobre les formes i les mediacions simbòliques que fan referència a dones que han deixat petjades del seu pensament i de la seva acció en diversos camps de la ciència.

Un concepte fonamental per reconstruir la història de les científiques ha estat el d'autoritat. La visió tradicional de l'autoritat estava basada en el model del pare que va evolucionar cap a una concepció formal de l'autoritat, impersonal, ja fos d'origen diví o relacionada amb la ciència. Però hi ha un altre concepte d'autoritat concreta, terrenal, vinculada als valors, una autoritat que apareix si s'estudien les contribucions del pensament femení. S'identifica la pràctica de l'autoritat femenina quan s'entén com a mediació i això ens permet distingir entre l'autoritat femenina i l'autoritat masculina. En el món actual, el concepte d'autoritat es confon amb el de poder, però etimològicament *autoritat* ve del llatí *augere* que significa 'capacitat per fer créixer'. En aquest significat del concepte *autoritat* es recolza l'autoritat femenina, a diferència de l'autoritat entesa com a poder que sustenta l'autoritat femenina. L'autoritat com a categoria d'anàlisi permet reflexionar amb més complexitat sobre el paper de les científiques i el treball de recuperació de les aportacions que elles van fer al coneixement al llarg de la història.

Ens interessa conèixer i aprofundir en la història del coneixement, perquè no podem oblidar que la història s'utilitza per legitimar la situació actual i per defensar o negar la legitimitat dels canvis que es proposin. Per a això és indispensable l'anàlisi dels sabers de les dones en les diferents tradicions en què estava organitzat el coneixement abans del naixement de la ciència moderna. I els conflictes d'autoritat que es van plantejar durant l'emergència de la ciència moderna i el procés que la va portar de ser una activitat amateur a ser una activitat professional.

El desenvolupament d'una historiografia basada en el protagonisme de les dones, des d'una perspectiva epistemològica, ha generat dos tipus d'efectes. El primer efecte ha estat enriquir els conceptes amb què s'interpretava el passat i crear nous conceptes i categories que permeten donar compte de la complexitat històrica. Alguns exemples en serien els sabers i les experiències de les dones, l'autoritat científica femenina i la mediació textual encadenada entre autores, com a forma d'autorització. El segon efecte o manifestació permet donar visibilitat a les dones com a subjectes històrics i no solament com a objectes històrics. No obstant això, la importància de la historiografia de les dones no ha comportat de forma significativa la interrelació amb el camp educatiu i didàctic.

La nostra recerca pretén contribuir a la innovació educativa i està emmarcada en la pràctica reflexiva, intenta delimitar les línies d'actuació didàctica, amb l'especificació de les fonts i els continguts que permeten dur-les a terme en les aules. I, per tant, la integració en els currículums de ciències i de matemàtiques, de manera especial en l'ESO.

Les fonts històriques utilitzades són els textos d'autoria femenina i les fonts visuals, com ara retrats, dibuixos, pintures i portades de llibres. Els textos d'autoria femenina que permeten manifestar la veu científica de les dones i sempre que sigui possible es presenten comparats amb textos d'autoria masculina d'algun contemporani. Els documents escrits, en la mesura que són materials didàctics, són traduïts i adaptats a un llenguatge comprensiu de l'alumnat. Les fonts iconogràfiques permeten captar l'atenció de l'alumnat en format paper, audiovisual o PowerPoint. Queda per explorar l'activitat científica femenina que no ha generat documentació, però que ha generat representació o deixat empremtes en la història moltes vegades efímeres.

Algunes de les propostes didàctiques utilitzen les fonts documentals següents:

- Font 1. Hipatia d'Alexandria, una figura femenina mítica en la història de les matemàtiques
- Font 2. Maria la Jueva i els alambins
- Font 3. Marie Meurdrac i la química de les dones
- Font 4. Marie le Jars de Gournay
- Font 5. Hildegard d'Eibingen, una monja medieval
- Font 6. Elisabetha Hevelius i les astrònomes
- Font 7. Margaret Cavendish i l'atomisme
- Font 8. Sophie Germain, contemporània de Gauss
- Font 9. Laura Bassi i la composició de l'aire
- Font 10. Marie-Anne Paulze i la química del segle XVIII
- Font 11. Elizabeth Fulhame i l'estudi de la combustió.

Una de les primeres figures de què tenim referència de la tradició alquímica va ser una dona, coneguda com Maria la Jueva, que va viure el segle III. Ella va ser també qui va dissenyar els primers alambins utilitzats en els laboratoris durant molts anys després. Maria va inventar diferents aparells i d'altres van ser coneguts a partir de la seva descripció: forns i aparells per coure i destil·lar, fets de metall, argila i vidre. El més famós aparell inventat per Maria és el bany maria, que continuem utilitzant avui amb el seu nom. Així ha estat recollit en totes les llengües d'Europa occidental: en francès, anglès, alemany. Maria va fer contribucions d'ordre més teòric sobre el principi únic de les substàncies.

L'alambí, una eina fonamental per a l'alquímia, *kerotakis* en grec, el descriu Maria dient:

Consta de tres parts, una en la qual s'escalfa el material que s'ha de destil·lar, una part freda per condensar el vapor i una altra per recollir-lo. Una peça de metall triangular o rectangular servia per mantenir-lo calent en previsió que la cera no s'endurís.

També va descriure la construcció del *tribikos*, un alambí més complicat:

Poseu tres tubs de coure dúctil, una paella una mica més gruixuda que la de coure pastissos. La seva llargada hauria de ser d'un cúbit i mig. Feu tres tubs així i un tub de l'amplada d'una mànega i una obertura proporcional al cap de l'alambí [...] (Solsona, 1997: 35)

Maria la Profetessa, la Jueva o l'Hebrea és una de les primeres figures conegudes de la tradició alquimista, en el segle IV. La tradició alquimista, com d'una altra manera es va produir a les escoles filosòfiques gregues, combinava una forma de vida amb la recerca del saber. L'alquímia va ser durant molt de temps una activitat iniciàtica que perseguia al mateix temps la salvació espiritual i la perfecció material, representades en la pedra filosofal i la transmutació dels metalls en or. L'autoritat de Maria la Profetessa ha estat posada en dubte, perquè se l'ha considerada una figura mítica de l'alquímia. El mateix ha succeït amb Cleòpatra a qui se li atribueixen les primeres notes sobre els elements. Cal remarcar que els mecanismes per reconèixer l'autoritat d'una obra en la tradició alquímica eren un criteri del que

escribia o copiava el llibre, tot i que s'acostumava a respectar la tradició. Per tant, sembla difícil que l'atribució d'un text es fes a una dona sense que tingués cap relació amb aquest. Marie le Jars de Gournay (1565-1645) escriu a la seva autobiografia:

Utilitzava quantitats d'or, coure, plom, ferro, estany i mercuri, per aprendre els constituents dels metalls juntament amb els de les sals corrosives, principalment els vidriols, els alums i els clorurs de sodi i d'amoni, i volia aprendre algun tipus de coneixement sobre els àcids minerals, nítric, sulfúric i hidroclorohídric, els quals havien estat descoberts pels alquimistes en el segle XVII. [...] Com que era una activitat cara i tenia pocs recursos, vaig tenir molta sort que un amic em proporcionés l'accés al forn d'una fàbrica de vidre, prop de casa meva, a la *rue* des Handrettes, a París, per poder realitzar els experiments. (Solsona, 1977: 63)

Portava a terme el seu treball, els seus experiments, com un treball intel·lectual, però que era conscient que l'havia de defensar contra els atacs que deien que no era normal per a una dona de l'època «observar les proporcions d'una bona cocció, el que esdevindrà la matèria que tens al foc, amb una curiositat natural i sana».

Marie Meurdrac recull en el llibre *La Chymie charitable et facile, en faveur des dames* (1666) un conjunt de receptes de química pràctica i quotidiana: adobs i unguents. El llibre té sis parts que parlen de principis de laboratori, d'aparells i tècniques, animals, metalls, de les propietats i la preparació de medecines simples, de compostos medicinals i cosmètics. El tractat inclou també taules de pesos i cent sis símbols alquímics. L'obra va tenir tres edicions i va ser traduïda a l'italià.¹ En la introducció del llibre reflexiona de la manera següent:

Quan vaig començar aquest petit tractat, era només per la meua pròpia satisfacció i amb la intenció de retenir el coneixement que havia adquirit amb un llarg treball i amb diferents experiments repetits moltes vegades. No puc amagar que després de veure que he acabat millor del que m'hauria atrevit a esperar, estic temptada de publicar-ho: però si tinc raons perquè vegi la llum, també en tinc per guardar-ho amagat i evitar que sigui exposat a les crítiques. D'altra banda, m'afalaga a mi mateixa no ser la primera dona que ha publicat alguna cosa; ja que la ment no té sexe, i si les ments de les dones fossin cultivades com les dels homes, i si es dediqués més temps i energia a instruir-les des del començament, després serien iguals que les dels homes. (Meurdrac, 1999: 16)

Hildegard d'Eibingen (1098-1179), cosmòloga i metgessa. En el segle XII, va ser una dona admirada i de gran autoritat en la seva època, consultada per reis i papes. Fou famosa per les seves cures i la seva destresa mèdica recollida en el llibre *Physica* o *Llibre de medicina simple*.² En els seus llibres dóna moltes indicacions sobre com preparar els medicaments utilitzant diferents plantes.

1. Aquesta obra ha estat reeditada recentment (Meurdrac, 1999).

2. Reedició: Hildegard von BINGEN (1982), *Physica*, Basel, Herausgegeben Durch Die Basler Hildegard-Gesellschaft.

Reflexions finals

Actualment estem treballant en el disseny de cursos complets centrats en les aportacions de les metaciències en l'ensenyament de les ciències naturals i en l'elaboració de materials pràctics per incorporar temes d'epistemologia i història de la ciència en la formació inicial i continuada del professorat de ciències naturals.

Bibliografia

- ECHVERRÍA, J. (1995). *Filosofía de la ciencia*. Madrid: Akal.
- GRIBBIN, J. (2005). *Historia de la ciencia*. Barcelona: Crítica.
- LIRES, M.; NUÑO, T.; SOLSONA, N. (2003). *Las científicas y su historia en el aula*. Madrid: Síntesis.
- MEURDRAC, M. (1999). *La Chymie charitable et facile, en faveur des dames*. París: CNRS Éditions.
- SOLSONA, N. (1997). *Mujeres científicas de todos los tiempos*. Barcelona: Talasa.