

# Treballs de recerca sobre experiments en el seu context històric

Research works on experiments in their historical context

Pere Grapí / CEHIC-UAB



## resum

Des de començament d'aquest segle ha augmentat l'interès per posar l'estudi de les pràctiques científiques històriques en el context de la cultura material de la ciència. Una conseqüència d'aquesta aproximació a la història de la ciència és haver estimulat la reproducció d'experiments i instruments del passat. Per altra part, aquest enfocament també ha tingut el seu paper a l'hora de centrar l'ús de la història de la ciència en l'ensenyament de les ciències. El lloc central que ha d'ocupar l'experimentació en l'aprenentatge de les ciències ha afavorit l'aparició de projectes basats en la replicació d'instruments i experiments històrics per a l'ensenyament de les ciències. Aquest article pretén presentar aquest enfocament tot explorant els seus avantatges i inconvenients en l'espai d'ensenyament-aprenentatge que faciliten els treballs de recerca de batxillerat a Catalunya. En aquest sentit, es presenta, a tall d'exemple, un treball de recerca sobre la replicació de la pila de Volta.

## paraules clau

Cultura material de la ciència, replicació històrica d'instruments, història experimental de la ciència, treball de recerca de batxillerat.

## abstract

Since the beginning of this century there has been an increasing interest in putting the study of historical scientific practises in the context of the material culture of science. A consequence of this approach to the history of science has been the encouragement of replicating past instruments and experiments. On the other hand, this approach has also played its role in focusing the use of history of science in science teaching. The central place of experimentation in science learning has encouraged the launching of remarkable projects on the replication of historical instruments and experiments for science teaching. This article aims to present this view while exploring its advantages and disadvantages in the teaching-learning space provided by research works in high school in Catalonia. In this sense, a research work on the replication of the Volta's pile is presented by way of example.

## keywords

Material culture of science, historical replication of instruments, experimental history of science, research work in high education.

### La replicació històrica d'experiments com a recurs per aprendre i ensenyar ciències

Els estudis històrics de les ciències han estat generalment basats en les representacions textuals que la gent de ciència va produir en el passat. No obstant, des de principis d'aquest segle hi ha hagut un cert èmfasi en la cultura material de la ciència per

tal d'estudiar les pràctiques científiques del passat que ha dut a la replicació d'instruments i d'experiments (Grapí, 2007).

Aquestes dues aproximacions –literària i material– a la recerca en la història de les ciències també tenen el seu reflex a l'hora d'enfocar els usos de la història de la ciència en l'ensenyament de les ciències. És a partir de la

primera d'aquestes aproximacions que s'han utilitzat els textos històrics amb finalitats didàctiques. En general, els materials per introduir la història de la ciència són bàsicament recursos textuals –com si les ciències fossin una pràctica essencialment intel·lectual– amb una absència més que notable de material experimental. No obstant, i degut al fet

que en l'àmbit de la didàctica de les ciències s'ha insistit de forma veement en el lloc essencial que ha d'ocupar l'experimentació en les situacions d'aprenentatge de les ciències, s'han realitzat propostes per analitzar textos sobre descripcions experimentals històriques (Fauque, 2003), fins i tot amb l'objectiu d'esbrinar-ne el procés de modelització subjacent en l'autor (Scheidecker-Chevallier & Laporte, 1999: 1-13; Rabier, 2017). En aquest aspecte, una alternativa als recursos merament textuals és l'ús d'il·lustracions (pintures, dibuixos, fotografies, taules, símbols, fórmules, etc.) com a recurs didàctic per incorporar la cultura material de la ciència del passat (Grapí, 2017).

Per altra part, en els últims vint anys la història de la ciència ha fet molt èmfasi en la recerca sobre el treball pràctic de laboratori en el context de la cultura material de la ciència i, en aquest sentit, també hi ha hagut projectes seriosos entorn a la rèplica d'instruments i d'experiments amb finalitats didàctiques per a l'ensenyament de les ciències (Heering, 2003; 2005). Un projecte pioner en aquest sentit és el dut a terme pel Departament de Física de la Universitat Carl von Ossietzky d'Oldenburg. Els seus cursos per als futurs professors de física inclouen un curs de laboratori en què una part dels experiments obligatoris es fan amb rèpliques històriques de la col·lecció del Departament no tan sols perquè els estudiants adquireixen una nova perspectiva sobre els fenòmens i les teories, sinó també per intentar solucionar els seus problemes de motivació (Riess, 2000). El *Projekt Galilei*, semblant i més recent, desenvolupat a la Universitat de Flensburg (Heering, 2015), s'ha dut a terme amb alumnes d'ensenyament secundari.

La replicació d'experiments com a recurs per a l'ensenyament de les ciències hauria d'afavorir: (i) entendre la ciència en la seva

dimensió d'activitat pràctica que té lloc en un laboratori; (ii) copsar el sentit de l'experimentació en la història de la ciència tot comprnent les dificultats inherents a qualsevol experiment; (iii) assolir aquells procediments manipulatius que permeten adquirir uns coneixements gestuals impossibles d'adquirir en altres activitats d'aprenentatge; (iv) motivar l'esperit d'emulació en intentar obtenir els resultats assolits per homes de ciència prestigiosos i, com que això és realment difícil, acabar valorant les pràctiques històriques (Sichau, 2000), i (v) analitzar els processos que porten al consens o a la polèmica entorn als resultats acceptats per la comunitat científica.

L'ús de la replicació històrica d'experiments com a recurs didàctic no està exempt de problemes com tampoc no ho està la replicació mateixa com a metodologia de recerca en història de la ciència. En l'ensenyament de les ciències, la història de la ciència cal aplicar-la en dosis modestes per evitar els seus efectes col·laterals no desitjats. Entre aquest tipus d'efectes hi ha, per exemple, el risc de caure en anacronismes pel fet d'utilitzar instruments antics en el context de la ciència actual. En aquest sentit, per exemple, en analitzar l'anacronisme derivat de la replicació de les experiències de Lavoisier i Priestley entorn de la polèmica oxigen-flogist a finals del segle XVIII, cal destacar com existeix un «realisme mínim» en què recolzar-se: l'oxigen de Lavoisier i Priestley no era el mateix que el nostre però l'espelma que s'apaga dins d'un recipient de vidre en el nostre laboratori s'assembla «convincement» a la que s'apaga en les il·lustracions i descripcions dels textos i memòries de Lavoisier, de manera que comprendre com s'apaga una espelma ajuda a entendre com s'apagava l'altra (Gaudillière, 1994: 210).

Altres complicacions tenen a veure amb la dificultat per adquirir determinats coneixements procedimentals per dur a terme un experiment i que no estan explicitats en textos o il·lustracions. Finalment, poden aparèixer problemes derivats de l'adequació didàctica de l'experiment en haver-hi d'introduir modificacions per evitar obtenir resultats poc concloents a nivell didàctic. En aquest sentit, es corre el risc d'oferir tant una versió presentista de l'experiment com una visió distorsionada de l'experimentació en ciències. Alguns d'aquests problemes es poden mitigar si l'activitat de replicació s'emmarca en el seu context històric, és a dir, si la replicació va acompanyada de la seva respectiva enculturació (Grapí, 2000).

### La replicació històrica d'experiments entorn a la pila de Volta

L'existència dels treballs de recerca en el currículum del batxillerat a Catalunya és un espai que permet vehicular de forma efectiva la presència de la història de la ciència i de la tècnica a l'ensenyament secundari postobligatori. A continuació es presenta el resum d'un treball de replicació històrica d'experiments realitzat per alumnes de l'IES Joan Oliver (Sabadell) en l'àmbit dels treballs de recerca tutoritzat per l'autor.

L'objectiu general del treball era replicar la pila de Volta en el seu context, a l'última dècada del segle XVIII (Carmona *et al.*, 2004), un context marcat per les recerques entorn a l'electricitat animal i l'electricitat artificial (per fricció). El treball es va enfocar, primerament, sobre dues manifestacions de l'electricitat animal explorades pels naturalistes de l'època: la contracció muscular i el peix torpede. En particular, l'aspecte de la contracció muscular va estar escenificada per la controvèrsia

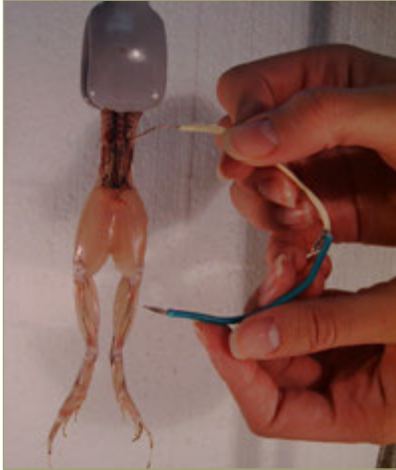


Figura 1. Contracció de l'anca d'una granota amb un arc bimetàl·lic de coure i ferro pinçant la medul·la i un múscul.

entre Galvani i Volta. Tant un com l'altre van creure inicialment que l'origen de les contraccions musculars experimentades per l'anca d'una granota calia buscar-lo en la mateixa granota. No obstant, a partir del 1792 Volta va començar a especular sobre l'origen del fluid elèctric que provocava aquestes contraccions. Una primera part del treball de recerca es va dedicar a la replicació d'alguns dels experiments de Volta sobre la contracció muscular de l'anca d'una granota amb arcs

metàl·lics o bimetàl·lics (fig. 1).

Volta va concloure que el fluid elèctric i, per tant, la contracció es produïen pel contacte entre un o dos metalls quan un extrem metàl·lic tocava una part humida (nervi o múscul) mentre l'altre extrem tocava una part humida diferent. Aquesta part del treball no tan sols va ser útil per adquirir uns determinats coneixements conceptuals relatius a la polèmica entre Galvani i Volta, i entendre, per tant, com teories diferents pretenien explicar uns mateixos fets, sinó que també va ser útil per adquirir un seguit de coneixements gestuals que van des d'espellar una granota fins a pinçar amb encert un nervi de la medul·la per provocar una contracció muscular.

El treball va prosseguir examinant com l'estudi anatómic del peix torpede va permetre descobrir que els seus òrgans elèctrics estaven formats per un apilament de làmines. En aquest punt es van examinar els corresponents documents (fig. 2) (Réamur, 1714; Hunter, 1773).

Aquesta observació juntament amb els experiments amb

la granota, el 1800 van dur Volta a apilar discs metàl·lics diferents (de plata i llautó) separats per discs de cartró amarats de salmorra i a comprovar com es generava una electricitat feble (fig. 3). En aquest sentit el treball de recerca va mostrar la utilitat dels models en el procés de creació científica. La part experimental del treball es va completar reproduint l'experiment de Volta amb el seu «condensatore» per comprovar que la seva pila generava una electricitat feble.<sup>1</sup>

A més a més dels objectius esmentats, el treball de recerca també pretenia constatar la mobilitat de les fronteres entre territoris científics (electricitat, química i fisiologia animal) i reconèixer el valor de l'experimentació en ciències. El fet d'haver realitzat un treball de recerca de ciències amb connotacions històriques va ser valorat pels autors del treball tot destacant-ne:

<sup>1</sup> Aquesta última part experimental no es pot considerar estrictament històrica atès que el condensador utilitzat no era una rèplica del «condensatore» de Volta. No obstant això, els procediments utilitzats es poden considerar com una reposició històrica dels emprats per Volta.

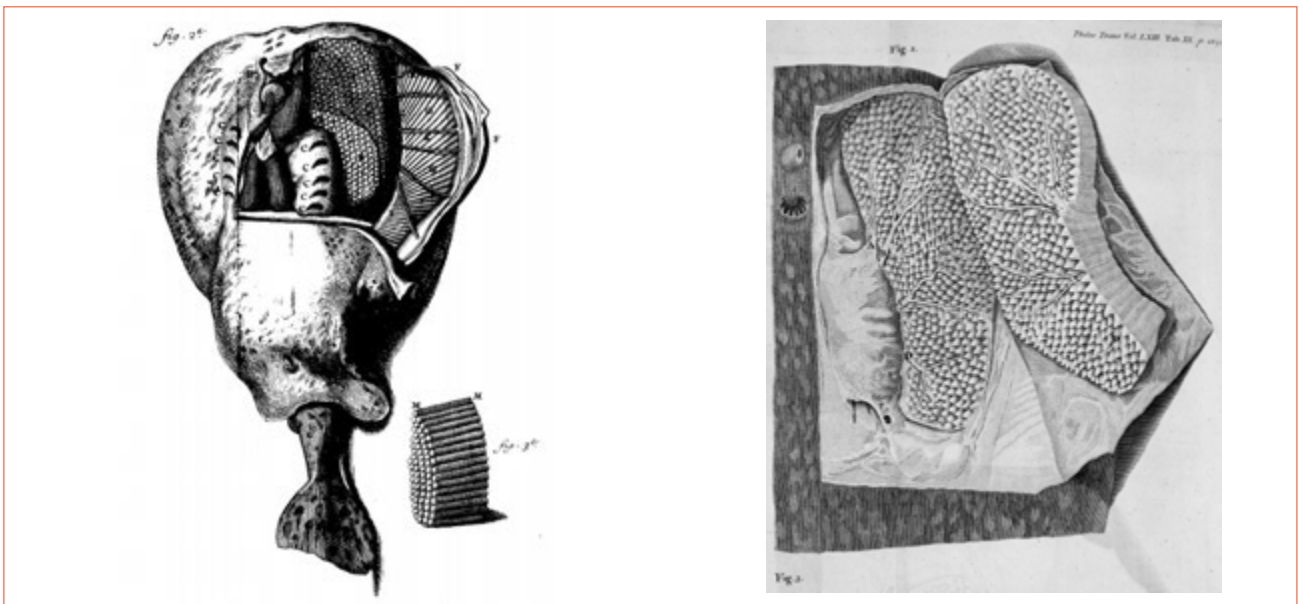


Figura 2. El peix torpede representat per Réamur (esquerra), i detalls dels òrgans responsables de les descàrregues elèctriques representats per Réamur i Hunter (centre i dreta).



Figura 3. Replicació de la pila de Volta.

— Haver pogut conèixer aspectes de la història de l'electricitat i de les ciències de la vida, descobriments històrics i les lleis que regien aquests fenòmens descoberts.

— La seva sorpresa en descobrir la utilitat actual d'instruments del passat.

— La lentitud amb la qual es produïa la comunicació d'innovacions científiques en el passat.

— Les dificultats que comporta la reproducció d'experiments històrics.

### Consideracions finals

Els treballs de recerca poden proporcionar un espai potent per incorporar la història de la ciència en l'ensenyament de les ciències, complementant així altres activitats d'aula que persegueixin la mateixa finalitat. La història de la química, per la seva part, és prou rica com per facilitar documents i, sobretot, la descripció d'experiments i instruments prou accessibles per als alumnes de batxillerat com per permetre la seva reconstrucció aprofitant l'espai dels treballs de recerca. Finalment, incorporar la replicació d'experiments de la història de la química en els treballs de recerca possibilita l'adquisició d'una visió més àmplia de la química que la proporcionada per

les activitats estàndard de laboratori.

### Referències

- CARMONA, M. R.; CUBERO, O.; TORÁ, C. (2004). *La construcció de la pila de Volta* [inèdit].
- FAUQUE, D. (2003). *Lavoisier. La naissance de la chimie moderne*. París: Vuibert.
- GAUDILLIÈRE, J. P. (1994). «Lavoisier, Priestley, le phlogistique et l'oxygène. De l'étude de controverse à la réplication pédagogique». *Aster*, núm. 18, p. 183-215, 210.
- GRAPÍ, P. (2000). «El potencial educatiu de la història de la ciència. El cas de la revolució química». A: BATLLÓ, Josep; FUENTE, Pere de la; PUIG, Roser (ed.). *Actes de la V Trobada d'Història de la Ciència i de la Tècnica*. Barcelona: SCHCT-IEC, p. 111-114.
- GRAPÍ, P. (2007). «La replicació d'experiments i instruments en el seu context. Una manera de situar la història en l'ensenyament de les ciències». A: GRAPÍ, Pere; MASSA, M. Rosa (ed.). *Actes de la II Jornada sobre la Història de la Ciència i l'Ensenyament*. Antoni Quintana Marí. Barcelona: SCHCT-IEC, p. 61-72.
- GRAPÍ, P. (2017). «Approaching the history of science through its images in science teacher education: the case of the pneumatics apparatus». *L'Actualité Chimique*, núm. 421, p. 52-55.
- HEERING, P. (2003). «Rejected Historical Experiments and their Use for Science Teacher Training». *7th International History, Philosophy of Science and Science Teaching Conference Proceedings*. Winnipeg: University of Winnipeg Communications Office, p. 366-376.
- HEERING, P. (2005). «Analysing Unsuccessful Experiments with the Replication Method». *Endoxa*, núm. 19, p. 315-340.
- HEERING, P. (2015). «Make-Keep-Use: Bringing Historical Instruments into the Classroom». *Interchange*, núm. 46, p. 5-18.
- HUNTER, J. (1773). «Anatomical Observations on the Torpedo». *Philosophical Transactions*, núm. 63, p. 481-489.
- RABIER, A. (2017). «Comment utiliser des textes historiques pour travailler la démarche de modélisation en chimie». *L'Actualité Chimique*, núm. 421, p. 49-51.
- RÉAMUR, R. A. F. (1714). «Des effets que produit le poisson appelé en français torpille, ou trembleur, sur ceux qui les touchent: et de la cause dont ils dépendent». A: *Historie de l'Académie Royale des Sciences pour l'Année 1714*. París: Imprimerie Royale, p. 344-360.
- RIESS, F. (2000). «History of Physics in Science Training in Oldenburg». *Science & Education*, núm. 9, p. 399-402.
- SCHEIDECKER-CHEVALIER, M.; LAPORTE, G. (1999). *La démarche de modélisation en chimie*. París: Ellipses.
- SICHAU, C. (2000). «Practising Helps: Thermodynamics, History, and Experiment». *Science & Education*, núm. 9, p. 389-398.



**Pere Grapí Vilumara**

Llicenciat en ciències químiques (UB) i doctor en filosofia i lletres –programa història de la ciència– (UAB). Ha estat catedràtic de física i química d'ensenyament secundari. Les seves principals àrees de recerca en història de les ciències són la química de finals del segle XVIII i principis del segle XIX i les relacions entre la història de la ciència i l'ensenyament. A/e: pgrapi@gmail.com