

La filosofia i la història de la química en relació amb l'educació química

The philosophy and history of chemistry in relation to chemistry education

Aureli Caamaño Ros / Societat Catalana de Química

José Antonio Chamizo / Facultad de Química - Instituto de Investigaciones Filosóficas, UNAM. México

Pere Grapí Vilumara / Institut d'Història de la Ciència. UAB

Des dels inicis de la dècada del 1990 la filosofia de la química ha emergit com una nova branca de la filosofia de la ciència, tot examinant la naturalesa distintiva del coneixement químic. El desenvolupament tardà d'aquesta disciplina ha estat degut fonamentalment a una suposada dependència de la química respecte de la física. A causa del gran poder predictiu de la mecànica quàntica, els físics i els filòsofs de la ciència van considerar que la química podia reduir-se completament a la física. Des d'aquesta perspectiva, la química seria únicament una branca de la física i no presentaria problemes específics que necessitessin una anàlisi filosòfica separada.

La posició reduccionista sobre la naturalesa de la química ha tingut un gran impacte en la manera d'ensenyar la química: ha existit una tendència a explicar alguns temes de la química, com ara l'estructura atòmica i el sistema periòdic, a partir només de principis físics. A això cal afegir l'entronització d'un únic mètode científic tot negant que les pràctiques químiques s'hagin realitzat des de fa segles a partir del seu propi mètode, és a dir, anàlisi i síntesi, com ho va defensar el professor de batxillerat i filòsof de la química francès Gaston Bachelard (1976; 1987). D'altra banda, també s'ha criticat

la manca d'interès per la història de la química en l'àmbit de l'educació química, a diferència de l'interès mostrat envers l'ensenyament de la història per part d'altres disciplines científiques.

Afortunadament, l'interès per les perspectives filosòfica i històrica de la química ha augmentat radicalment des de mitjans de 1990, com ho mostra el nombre creixent de publicacions de llibres (Van Brakel, 2000; Bushan & Rosenfeld, 2000; Llored, 2013) i articles de revistes (Grapí, Caamaño & Guitart, 2013), la creació d'associacions i l'organització de conferències i jornades centrades en com la química pot ser entesa des d'una perspectiva filosòfica i històrica.

A la segona meitat de la dècada de 1990 es creen dues publicacions periòdiques –Hyle el 1995, dirigida per Joachim Shummer, i *Foundations of Chemistry* el 1999, dirigida per Eric Scerri– i la Societat Internacional per a la Filosofia de la Química (ISPC, per les sigles en anglès), que ha organitzat conferències internacionals sobre la filosofia de la química cada estiu des del 1997, algunes en països d'Amèrica Llatina com Colòmbia, Uruguai, Brasil i Argentina. El 1989 es crea el Grupo Internacional de Historia, Filosofía y Didáctica de las Ciencias, que ha organitzat trobades internacionals

bianuals; el 2010 es convoca la primera Conferència Internacional Latinonamericana d'aquest grup (Celestino & Brzezinski, 2013). Recentment, el novembre de 2021 s'han organitzat les III Jornadas de Historia, Filosofía y Didáctica de la Química del Cono Sur a Salvador de Bahia (Brasil).

En general, la reflexió filosòfica sobre la química s'ha sustentat en la seva història, atès que aquesta resulta indispensable per plantejar l'esdevenir dels problemes, conceptes i pràctiques de la química. Paral·lelament a aquest desenvolupament de la història i la filosofia de la química s'ha estat treballant en noves perspectives de com la filosofia i la història de la química poden fonamentar l'educació química en un nombre cada cop més gran d'estudis, publicacions i projectes (Erduran, 2000; 2013; Scerri, 2001; Erduran, Aduriz Bravo & Mamlok Naaman, 2007; Lombardi & Labarca, 2007; Chamizo, 2010; Talanquer, 2011; Izquierdo-Aymerich, 2013; Vilches & Gil, 2014).

El primer aspecte que ens interessa abordar en aquesta breu presentació del tema de la monografia és descriure els temes o problemes que han interessat als filòsofs de la química, als químics i als educadors químics preocupats per la filosofia i la història de la química. Schummer (2005) en descriu alguns:

— La crítica al reduccionisme de la química a la física, com hem comentat anteriorment, que es basa en una visió pragmàtica i pluralista sobre els mètodes de la química (Pinto Ribeiro & Costa Pereira, 2012). En aquest sentit, caldria desmitificar el reduccionisme idíl·lic de la química a la física que pretenia resoldre sistemes poliatòmics mitjançant l'aplicació de les equacions de la mecànica quàntica. Aquest plantejament només és factible per a sistemes molt simples, en situacions ideals i recurrent a aproximacions, fins i tot utilitzant les potents tècniques computacionals actuals.

— L'adaptació a la química de conceptes establerts per la filosofia de la ciència com experiment, llei, model, predicció, explicació, classes naturals, substància i procés, i d'altres aspectes com la construcció de conceptes i models, la classificació, el tractament de teories contradictòries, la funció dels instruments en la investigació, la distinció i relació entre ciència i tecnologia. En aquest darrer aspecte, cal no oblidar que la química ha estat i és deutora de les seves pràctiques. Des de les més artesanals del passat (metal·lúrgiques, destil·latòries o tintòries) a les més modernes com les mèdiques o les farmacèutiques (Klein & Spary 2010; Peterschmidt & Van Tiggelen, 2020).

— L'anàlisi de l'estructura de la química amb estudis filosòfics i històrics sobre conceptes químics com element, substància pura, espècie química, substància elemental, compost, afinitat, interacció, reacció química, àtom, estructura molecular i estructura mesoscòpica de la matèria. En particular, cal fer notar que la química tracta específicament sobre les substàncies químiques i la seva transformació (Chamizo, 2021).

— L'anàlisi dels mètodes químics basats en l'experimentació i la instrumentació, però també en mètodes cognitius com ara el llenguatge gràfic de la química i les diverses formes de construcció de models i de representacions.

— L'anàlisi de noves activitats químiques que transcendeixen les fronteres disciplinàries, com les que es duen a terme a la ciència ambiental, la síntesi de proteïnes, la ciència dels materials i la nanotecnologia. El progrés de la química no és tan sols el resultat de les seves dinàmiques disciplinàries internes sinó també en gran part de demandes externes (socials, mèdiques, mediambientals o militars) (Bensaude-Vincent & Simon, 2012).

— L'ampliació de la reflexió filosòfica sobre la química per ocupar-se no només del raonament epistemològic, metodològic i ontològic (Lombardi & Pérez, 2012) sinó també d'aspectes com l'ètica de la química, la química verda o l'estètica i la visualització de la química.

El segon aspecte que ens interessa destacar és la importància i la influència que el coneixement de la filosofia i la història de la química hauria de tenir en l'educació química. Un coneixement més gran de la història de la química per part del professorat li permetria identificar aspectes generals de la naturalesa de la ciència, i de la química en particular, amb finalitats educatives. En efecte, ens sembla que conèixer quins tipus d'explicacions s'utilitzen en la química, quins estan basats en models i quins no, quins tipus de lleis i regles s'apliquen per explicar i fer prediccions, la relació existent entre el món macroscòpic i submicroscòpic de la química, l'ontologia de les entitats químiques que es postulen o les formes de representació que es fan servir en química són

aspectes essencials que ha de conèixer un professor de química.

Altres aspectes que el professorat hauria de conèixer i comprendre sobre la naturalesa de la química serien els relatius als itineraris de recerca que segueixen els químics, l'intercanvi de coneixements entre ells, els episodis de creativitat científica i les interaccions química-societat en diferents moments històrics. Facilitar aquesta formació al professorat implica disposar de relats històrics simplificats i dimensionats d'acord amb les demandes de les situacions educatives (Grapí, 2012).

Referències

- BACHELARD, G. (1976). *El materialismo racional*. Buenos Aires: Editorial Paidós.
- (1987). *La formación del espíritu científico* (14a ed.). Mèxic: Siglo XXI.
- BENSAUDE-VINCENT B.; SIMON J. (2012). *Chemistry. The impure science*. Londres: Imperial College Press.
- BHUSHAN, N.; ROSENFELD, S. (2000). *Of Minds and Molecules. New Philosophical Perspectives on Chemistry*. Oxford: Oxford University Press.
- CELESTINO SILVA, C.; BRZEZINSKI PRESTES, M. E. (ed.). (2013). *Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas*. São Carlos: Typographia.
- CHAMIZO, J. A. (coord.). (2010). *Historia y filosofía de la química. Aportes para la enseñanza*. Mèxic: Siglo XXI.
- (2021). «El límite material de la sustancia química». *Dianoia*, núm. 66, p. 51-78.
- ERDURAN, S. (2000). «Emergence and Application of Philosophy of Chemistry in Chemical Education». *School Science Review*, núm. 81, p. 85-87.
- (2013). «Philosophy, Chemistry and Education: An introduction».

- Science & Education*, núm. 22, p. 1559-1562.
- ERDURAN, S.; ADURIZ BRAVO, A.; MAMLOK NAAMAN, R. (2007). «Developing Epistemologically Empowered Teachers: Examining the Role of Philosophy of Chemistry in Teacher Education». *Science & Education*, vol. 16, núm. 9, p. 975-989.
- GRAPÍ, P. (2012). «Trets de la naturalesa de la ciència accessibles als estudiants de secundària. El cas de la teoria atòmica de Dalton». A: GRAPÍ, P.; MASSA, M. R. (ed.). *Actes de la IX Jornada sobre la Història de la Ciència i l'Ensenyament*, «Antoni Quintana Marí». Barcelona: SCHCT-IEC, p. 41-54.
- GRAPÍ, P.; CAAMAÑO, A.; GUITART, F. (ed.). (2013). Monografia: «Història i naturalesa de la química». *Educació Química EduQ*, núm. 16.
- IZQUIERDO-AYMERICH, M. (2013). «School Chemistry: An Historical and Philosophical Approach». *Science & Education*, núm. 22, p. 1633-1653.
- KLEIN U.; SPARY E. C. (2010). *Materials and Expertise in Early Modern Europe. Between Market and Laboratory*. Chicago: Chicago University Press.
- LLORED J. P. (2013). *The Philosophy of Chemistry. Practices, Methodologie and Concepts*. Newcastle upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing.
- LOMBARDI, O.; LABARCA, M. (2007). «The Philosophy of Chemistry as a New Resource for Chemistry Education». *Journal of Chemical Education*, vol. 84, núm. 1, p. 187-192.
- LOMBARDI O.; PÉREZ. A. R. (2012). *Los múltiples mundos de la ciencia. Un realismo pluralista y su aplicación a la filosofía*. Mèxic: Siglo XXI.
- PETERSCHMIDT, L.; VAN TIGGELEN, B. (2020). «Questions d'identité». A: BENSUADE-VINCENT, B.; EASTES, R.-E. (dir.). *Philosophie de la chimie*. Louvain-la-Neuve i París: De Boeck Supérieur, S. A., p. 15-24.
- PINTO RIBEIRO, M.; COSTA PEREIRA, D. (2012). «Constitutive Pluralism of Chemistry: Thought Planning, Curriculum, Epistemological and Didactic Orientations». *Science & Education*, núm. 22, p. 1809-1837.
- SCERRI, E. (2001). «The new philosophy of Chemistry and its relevance to chemical education». *Chemistry Education: Research and practice in Europe*, vol. 2, núm. 2, p. 165-170.
- SCHUMMER, J. (2005). «La filosofía de la química. De la infancia a la madurez». A: BAIRD, D.; SCERRI, E.; MCINTYRE, L. (coord.). *Filosofía de la química*. Mèxic: Fondo de Cultura Económica.
- TALANQUER, V. (2011). «Escuchando la voz de la historia y la filosofía». A: STIP MARTÍNEZ, A.; SÁNCHEZ, R. E.; GAMBOA, M. C. (ed.). *Química: historia, filosofía y educación*. Actas de un Seminario Internacional. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- VAN BRAKEL, J. (2000). *Philosophy of Chemistry*. Leuven: Leuven University Press.
- VILCHES, A.; GIL, D. (2014). «Educació química i ciència de la sostenibilitat. Una nova i potent font de motivació per als estudiants». *Educació Química EduQ*, núm. 17, p. 37-44.



Aureli Caamaño Ros

És doctor en química per la Universitat de Barcelona (UB) i graduat en humanitats per la Universitat Pompeu Fabra (UPF). Ha estat catedràtic de física i química de secundària i ha impartit

nombrosos cursos de formació del professorat a Espanya i Llatinoamèrica. És coordinador i coautor del llibre *Enseñar Química. De las sustancias a la reacción química* i coeditor de les revistes *Alambique* i *Educació Química EduQ*.
A/e: aurelicaamano@gmail.com



José Antonio Chamizo

Doctor en química organometàlica per la University of Sussex. Des de 1977 és professor de la Facultat de Química i de l'Institut de Investigaciones Filosóficas de la Universidad Nacional Autónoma de México. Ha publicat més de 200 articles, capítols en llibres i llibres arbitrats, sobre química, educació, història, filosofia i divulgació de les ciències pels quals ha rebut diversos premis d'institucions nacionals i internacionals.
A/e: jchamizo@unam.mx



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