

LA HISTORIA DE LA QUÍMICA EN EL MARCO LOE DE ESO Y BACHILLERATO. UNA MIRADA CONJUNTA DESDE LA DIDÁCTICA Y LA HISTORIA DE LAS CIENCIAS

LUIS MORENO MARTÍNEZ;¹ M. ARACELI CALVO PASCUAL²

¹ INSTITUTO DE HISTORIA DE LA MEDICINA Y DE LA CIENCIA LÓPEZ PIÑERO,
UNIVERSITAT DE VALÈNCIA.

² FACULTAD DE FORMACIÓN DE PROFESORADO Y EDUCACIÓN, UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE MADRID.

Palabras clave: *historia de la química, libros de texto, didáctica de las ciencias, estudios históricos sobre ciencia*

The History of Chemistry in Spanish Secondary Education (2007-2016). An Overview from Science Education Research and the History of Science

Summary: *This paper explores some differences between the history of chemistry in Spanish chemistry textbooks and the new approaches and research results provided by historians of science.*

Key words: *History of Chemistry, textbooks, science education, history of science*

Introducción

Actualmente existe en didáctica de las ciencias un amplio consenso a la hora de considerar la historia de la ciencia como una valiosa herramienta pedagógica para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Dicho consenso hunde sus raíces en diversos estudios y debates en torno a la pertinencia de la aproximación histórica para la educación científica. El siglo xx fue especialmente prolífico en este terreno, existiendo varios autores que –tanto desde la pedagogía, como desde las ciencias– abogaron por la incorporación de la historia de la ciencia a la práctica educativa; por constituir un recurso de interés para la selección y secuenciación de los sabe-

res científicos, para el diseño metodológico en la enseñanza de las ciencias o para la comprensión de cómo los estudiantes aprenden ciencias, entre otros argumentos. Una muestra de estas aproximaciones en el primer tercio del siglo xx y para el ámbito de la química lo encontramos en los trabajos del químico-pedagogo Wilhelm Ostwald (Niaz, 2016) o del profesor Modesto Bargalló (Moreno Martínez & Bertomeu Sánchez, 2017).

En la segunda mitad del siglo xx y en el contexto internacional, cobraron especial relevancia los trabajos del químico James Bryant Conant. Sus célebres *Harvard Case Histories in Experimental Science* (Conant, 1951), si bien con públicos cambiantes y perspectivas cuestionadas y matizadas en años posteriores, contribuyeron a fortalecer las relaciones entre historia de las ciencias y educación. Los posteriores trabajos de Michael R. Matthews (Matthews, 1988; 1994) también ayudaron a dicho fortalecimiento. En esta línea, numerosos trabajos publicados en los últimos años han contribuido a reforzar las relaciones entre historia y didáctica de las ciencias, señalando tanto potencialidades como limitaciones de la historia de la ciencia en contextos y materiales educativos. Una muestra del interés académico de este tipo de investigaciones lo constituye la publicación en 2014 del primer *Handbook Internacional* sobre investigación en historia, filosofía y enseñanza de la ciencia (Matthews, 2014). Entre las distintas líneas de investigación, cabe destacar el análisis comparado de las narrativas históricas frecuentes en materiales educativos y divulgativos y las generadas por los estudios históricos y sociales sobre ciencia.

De este modo, los historiadores de la ciencia han subrayado la necesidad de repensar críticamente la historia de la ciencia en los libros de texto, al incluir estos materiales narrativas netamente distanciadas de los enfoques y resultados procedentes de la investigación histórica (Bertomeu Sánchez, 2011; Nieto Galán, 2010). Así, cuestiones sobre historia de la ciencia ampliamente abordadas por historiadores de la ciencia e incluso ya abandonadas y superadas, no habrían permeado en el ámbito educativo. Asimismo, desde la didáctica de las ciencias se ha destacado que la historia de la ciencia adecuada para el aula de ciencias sería aquella que nace del trabajo de los historiadores de la ciencia, que responde a las necesidades del profesorado y que lo hace en un marco avalado por la didáctica de las ciencias (Quintanilla Gatica *et al.*, 2014). En definitiva, llevar la historia de la ciencia a las aulas exigiría el trabajo conjunto entre docentes e investigadores en historia y didáctica de las ciencias.

Objetivos

Desde esta óptica, se pretende ofrecer y discutir algunos resultados de investigación que han puesto de manifiesto la persistencia actual de una significativa desconexión entre la historia de la química presente en los libros de texto de física y química de ESO y bachillerato y la historia de la ciencia académica. De entre las distintas cuestiones analizadas, dada su pertinencia curricular, se abordan aquí dos de ellas: la síntesis de la urea de Wöhler en 1828 y su papel en la crisis del vitalismo, presente como aprendizaje sobre historia de la química en 4º de ESO, y el papel de Lavoisier como padre fundador de la química, de especial interés en 1º de bachillerato. La muestra de libros de texto analizada, recogida al final de este artículo, constó de un total de veinte libros de texto de cinco editoriales de alto prestigio editorial según el ranking *Scholarly Publishers Indicators SPI* 2014,¹ tanto general

1. *Scholarly Publishers Indicators in Humanities and Social Sciences*, [en línea] <<http://ilia.cchs.csic.es/SPI/rankings.html>> [Último acceso: 27/01/2018]

como del ámbito educativo. Se trata de editoriales destacadas y ampliamente utilizadas en las distintas comunidades autónomas en el marco LOE para ESO y bachillerato (2007-2016).

Resultados

La revisión del currículo LOE de ESO y bachillerato revela que si bien los aprendizajes sobre historia de la química en las materias de física y química se reducen a un pequeño número de temáticas (Moreno Martínez, 2015), la historia de la química también se puede localizar en otras materias científico-tecnológicas e incluso del área de las humanidades y de las ciencias sociales (Moreno Martínez & Calvo Pascual, 2017). Asimismo, la revisión del currículo revela la historia de la ciencia como una herramienta para mostrar la ciencia (en nuestro caso, la química) como una actividad humana colectiva, dinámica, inscrita en un determinado contexto del que se nutre y al que nutre, afectada por factores sociales, políticos y económicos y generadora de un conocimiento tentativo, hipotético y en construcción. Una imagen de la química que concuerda con la proporcionada por los resultados de investigación procedentes de la historia de la ciencia.

Por el contrario, el análisis de los libros de texto ha puesto de manifiesto la persistencia en estos materiales educativos de narrativas históricas sobre química netamente diferenciadas de los estudios históricos sobre ciencia. En esta línea, se ha encontrado que tres de los cinco libros de texto de física y química de 4º de ESO analizados presentan la síntesis de la urea de Wöhler en 1828 como el golpe definitivo a la teoría del vitalismo, naciendo la química orgánica como subdisciplina de la química. Por el contrario, desde la historia de la ciencia se ha cuestionado dicho mito fundacional. Entre los diversos motivos apuntados (Ramberg, 2000), se ha señalado que la discusión generada en torno al experimento se centró en la inesperada obtención de una sustancia que no poseía las propiedades de una sal, pero no en el supuesto golpe que dicha síntesis suponía para la teoría del vitalismo. Asimismo, dicha teoría no sería uniforme, sino que abarcaría un conjunto más amplio de ideas que incluía desde concepciones metafísicas que asumían la fuerza vital como un ente inmaterial a la concepción de la fuerza vital como una fuerza análoga a la gravitación de Newton. De este modo, a la muerte de Wöhler en 1882, los químicos orgánicos alemanes habrían encontrado en la síntesis de la urea un oportuno mito fundacional nacional para la química orgánica. Mito respaldado por fisiólogos que habrían tenido interés en distanciarse del vitalismo, para acercarse a las ciencias fisicoquímicas, tal y como ha señalado recientemente Peter J. Ramberg (2015).

Desde el punto de vista didáctico, encontramos en la desmitificación de la síntesis de la urea de Wöhler como golpe definitivo al vitalismo una oportunidad para mostrar la historia de la química como una reconstrucción del pasado más compleja, menos idealizada y en absoluto basada en experimentos cruciales que de forma categórica derriban todo el conocimiento anterior. La historia de la química se revela de este modo no como un relato estático, sino como una reconstrucción sujeta a nuevas miradas, de interés para desarrollar el pensamiento crítico en el aula.

En lo que respecta a la segunda cuestión planteada, se ha encontrado que cuatro de los cinco libros de texto de física y química de 1º de Bachillerato analizados sitúan a Lavoisier como padre fundador de la química. Si bien las clásicas narrativas han fundamentado esta paternidad en su papel llevando la balanza a la práctica química y derribando la teoría del flogisto, esta imagen ha sido notablemente cuestionada por la investigación histórica (Bertomeu Sánchez & García Belmar, 2006). Entre otros argumentos, los historiadores de la ciencia han mostrado que la balanza ya estaba presente de forma incluso imprescindible en muchos laboratorios de química con antelación a Lavoisier y

que su victoria frente a la teoría del flogisto no fue tal, habiendo sido incluso exagerada por los químicos-historiadores posteriores. De nuevo, encontramos otro mito fundacional que persiste en los libros de texto escolares. Algo especialmente problemático en 1º de Bachillerato, por ser el curso que otorga un mayor protagonismo curricular al desarrollo de las leyes de las combinaciones químicas, lo que implica la presencia prácticamente asegurada de Lavoisier en ellos.

Para el conjunto de libros de texto de ESO y bachillerato analizados, en tres de los veinte la paternidad de la química es compartida entre Lavoisier y otras personalidades de la historia de la química, como Dalton, Berzelius o Boyle. Solo uno de los libros de texto indica que la química surgió en el siglo XVIII por el trabajo colectivo de «una serie de hombres de ciencias» que «aplicaron el método científico a las investigaciones químicas». Si bien esto muestra un carácter colectivo de la actividad científica, también revela la ausencia de mujeres en la historia de la química, invisibles en la mayoría de libros de texto analizados; así como una visión idealizada de la química como mera aplicación del método científico al estudio de las sustancias químicas, obviando la complejidad y la dimensión material de las prácticas experimentales, las controversias o el papel de los instrumentos científicos.

Comentario final

A tenor del análisis realizado es posible colegir la persistencia de una desconexión significativa entre estudios históricos de la ciencia y las narrativas históricas en los libros de texto, explicitada anteriormente para dos cuestiones sobre historia de la química. Ello pone de manifiesto las limitaciones y riesgos de una enseñanza basada únicamente en el libro de texto, en los que la historia de la química es superficial y anecdótica y, cuando está presente, se sitúa lejos de los resultados proporcionados por los historiadores de la ciencia. Así, constituye un desafío pendiente para la didáctica de las ciencias colaborar con aquellos, no solo en aras de una mejor historia de la química escolar, sino porque la imagen de la química que el propio currículo establece, se sitúa mucho más cerca de la proporcionada por los estudios históricos sobre ciencia que de la de las clásicas narrativas basadas en mitos fundacionales.

Libros de texto analizados

- BALLESTERO JADRAQUE, M.; BARRIO GÓMEZ DE AGÜERO, J. (2008), *Física y Química 1 Bachillerato Proyecto Tesela*, Navarra, Oxford.
- BARRADAS SOLAS, F.; LÓPEZ DE GUEREÑU, J. G.; VALERA ARROYO, P.; VIDAL FERNÁNDEZ, M. C. (2008), *Física y Química 1 Bachillerato Proyecto La Casa del Saber*, Madrid, Santillana.
- CARDONA, Á. R.; GARCÍA PÉREZ, J. A.; PEÑA SAINZ, Á.; POZAS MAGARIÑOS, A.; VASCO, A. J. (2008), *Física y Química 4 ESO*, Madrid, McGraw-Hill.
- FONTANET RODRÍGUEZ, À. (2014), *Química Bachillerato*, Barcelona, Vicens Vives.
- FONTANET RODRÍGUEZ, À.; MARTÍNEZ DE MURGUÍA LARRECHI, M. J. (2012a), *Física y Química 3 Educación Secundaria Proyecto Nuevo Ergio*, Barcelona, Vicens Vives.
- FONTANET RODRÍGUEZ, À.; MARTÍNEZ DE MURGUÍA LARRECHI, M. J. (2012b), *Física y Química 4 Educación Secundaria Proyecto Nuevo Ergio*, Barcelona, Vicens Vives.
- GUARDIA VILLARROEL, C.; MENÉNDEZ HURTADO, A. I.; PRADA P. DE AZPEITIA, F. DE. (2011), *Química 2 Bachillerato Proyecto La Casa del Saber*, Madrid, Santillana.
- MARTÍNEZ DE MURGUÍA LARRECHI, M. J.; FONTANET RODRÍGUEZ, À. (2012), *Física y Química 1 Bachillerato*, Barcelona, Vicens Vives.
- PEÑA SAINZ, Á.; POZAS MAGARIÑOS, A.; GARCÍA PÉREZ, J. A.; RODRÍGUEZ CARDONA, A.; VASCO, A. J. (2007), *Física y Química 3 ESO*, Barcelona, McGraw-Hill.
- PEÑA TRESANCOS, J.; VIDAL FERNÁNDEZ, M. C. (2009), *Química 2 Bachillerato Proyecto Tesela*, Vizcaya, Oxford.
- PIÑAR GALLARDO, I. (2011), *Física y Química 3º ESO Proyecto Adarve* (Vol. 1-4), Madrid, Oxford.
- PIÑAR GALLARDO, I. (2012), *Física y Química 4º ESO. Adarve* (Vol. 1-4), Madrid, Oxford.
- POZAS MAGARIÑOS, A.; MARTÍN SÁNCHEZ, R.; RODRÍGUEZ CARDONA, A.; RUÍZ SÁENZ DE MIERA, A. (2009), *Química 2 Bachillerato*, Madrid, McGraw-Hill.
- RODRÍGUEZ CARDONA, A.; POZAS MAGARIÑOS, A.; GARCÍA PÉREZ, J. A.; MARTÍN SÁNCHEZ, R.; PEÑA SAINZ, Á. (2012), *Física y Química 1 Bachillerato*, Madrid, McGraw-Hill.
- VIDAL FERNÁNDEZ, M. C.; PRADA P. DE AZPEITIA, F. DE; LUIS GARCÍA, J. L. DE; PICHARDO GÓMEZ, R.; SANZ MARTÍNEZ, P. (2011), *Física y Química 4 ESO Proyecto Los Caminos del Saber*, Madrid, Santillana.
- VIDAL FERNÁNDEZ, M. C.; PRADA P. DE AZPEITIA, F. DE; LUIS GARCÍA, J. L. DE; SANZ MARTÍNEZ, P. (2011), *Física y Química 3 ESO Proyecto Los Caminos del Saber*, Madrid, Santillana.
- ZUBIAURRE CORTÉS, S.; ARSUAGA FERRERAS, J. M.; GARZÓN SÁNCHEZ, B. (2012), *Química 2 Bachillerato*, Madrid, Anaya.
- ZUBIAURRE CORTÉS, S.; ARSUAGA FERRERAS, J. M.; MORENO, J.; GARZÓN SÁNCHEZ, B. (2014), *Física y Química 1 Bachillerato*, Madrid, Anaya.
- ZUBIAURRE CORTÉS, S.; MORALES, A. M.; ARSUAGA FERRERAS, J. M.; PÉREZ, A. (2011), *Física y Química 3 Educación Secundaria* (Vol. 1-3), Madrid, Anaya.
- ZUBIAURRE CORTÉS, S.; MORALES, A. M.; GÁLVEZ, F.; MOLINA, I. (2012), *Física y Química 4 Educación Secundaria* (Vol. 1-3), Madrid, Anaya.

Referencias bibliográficas

- BERTOMEU SÁNCHEZ, J. R. (2011), «Pedagogía química y circulación de la ciencia: el sistema periódico de los elementos durante el siglo XIX». En: ÁVILA RODRÍGUEZ, L. E. (ed.). *Química: Historia, Filosofía y Educación*, Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional, 25-42.
- BERTOMEU SÁNCHEZ, J. R.; GARCÍA BELMAR, A. (2006), *La revolución química. Entre la historia y la memoria*, Valencia, Publicaciones de la Universitat de València.
- CONANT, J. B. (1951), *On Understanding Science. An Historical Approach*, Nueva York, Mentor Books.
- MATTHEWS, M. R. (1988), «A role for history and philosophy in science teaching», *Educational Philosophy and Theory*, 20, (2), 67-81.
- MATTHEWS, M. R. (1994), *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*, Nueva York, Routledge.
- MATTHEWS, M. R. (ed.) (2014), *International Handbook of research in History, Philosophy and Science Teaching* (Vol. 1/3), Dordrecht, Springer.
- MORENO MARTÍNEZ, L. (2015), «La historia de la química en ESO y Bachillerato. Del currículo al libro de texto». En: GRAPÍ VILUMARA, P.; MASSA ESTEVE, M. R. (ed.), *Actes de la XIII Jornada sobre la Història de la Ciència i l'Ensenyament*. Barcelona, SCHCT-IEC, 55-58.
- MORENO MARTÍNEZ, L.; BERTOMEU SÁNCHEZ, J. R. (2017), «Comunicando didáctica e historia de las ciencias: Modesto Bargalló y los usos pedagógicos de la historia de la ciencia (1915-1936)», *Enseñanza de las ciencias*, Número Extraordinario, 3785-3789.
- MORENO MARTÍNEZ, L.; CALVO PACUAL, M. A. (2017), «La historia de la química en el currículo de ESO y de Bachillerato. Una revisión interdisciplinaria para la investigación didáctica», *Enseñanza de las ciencias*, 35, (2), 147-160.
- NIAZ, M. (2016), *Chemistry Education and Contributions from History and Philosophy of Science*, Londres & Nueva York, Springer.
- NIETO GALÁN, A. (2010), «¿Para qué sirve la historia de la química? Una reflexión sobre el pasado de una profesión». En: CHAMIZO, J. A. (ed.). *Historia y Filosofía de la Química. Apuntes para la enseñanza*, México, Siglo XXI, 15-38.
- QUINTANILLA GÁTICA, M.; DAZA ROSALES, S.; CABRERA CASTILLO, H. (ed.) (2014), *Historia y filosofía de la ciencia. Aportes para una «nueva aula de ciencias», promotora de ciudadanía y valores*, Santiago de Chile, Bellaterra.
- RAMBERG, P. J. (2000), «The Death of Vitalism and the Birth of Organic Chemistry: Whöler's urea Synthesis in Textbooks of Organic Chemistry», *Ambix*, 47, 170-195.
- RAMBERG, P. J. (2015), «That Friedrich Wöhler's synthesis of urea in 1828 destroyed vitalism and gave rise to organic chemistry». En: NUMBERS, R. L.; KAMPOURAKIS, K. (ed.). *Newton's Apple and Other Myths about Science*, Cambridge, Harvard University Press, 59-66.