

ENSEÑANZA
DE LA QUÍMICA



L. Moreno Martínez^{1,2}

¹ CEIPS Vicente Aleixandre
Miraflores de la Sierra,
28792, Comunidad de Madrid

² Grupo Especializado en Didáctica
e Historia de la Física y la Química,
RSEF-RSEQ, Ciudad Universitaria,
28040 Madrid


C-e: luis.morenomartinez@educamadrid.org

Recibido: 30/06/2022

Aceptado: 20/07/2022

ORCID: 0000-0002-4540-5752

El valor educativo de la historia de la química para las aulas de secundaria

Luis Moreno Martínez 

Resumen: La historia de la química es una poderosa herramienta didáctica para el aprendizaje significativo, contextualizado, crítico y experimental de la química. El presente trabajo ofrece un recorrido panorámico por las principales conclusiones que la literatura académica ha arrojado sobre el uso educativo de la historia de la química, para posteriormente ilustrar a través de una serie de experiencias didácticas realizadas en aulas de Educación Secundaria Obligatoria las múltiples potencialidades que la historia de la química ofrece al profesorado de Física y Química de enseñanza secundaria.

Palabras clave: Historia de la Química, Educación Científica, Docencia, Enseñanza Secundaria, Física y Química.

Abstract: History of chemistry is a powerful didactic tool for promoting a significative, contextualized, crytical and experimental learning of chemistry. This paper presents a wide framework on the educational use of history of chemistry based on research studies and a collection of several teaching experiences for secondary education in order to point out the potentialities of history of chemistry for Physics and Chemistry high school teachers.

Keywords: History of Chemistry, STEM Education, Teaching, Secondary Education, Physics and Chemistry.

Introducción

Las disciplinas científicas, como la química, tienen un origen didáctico.^[1] La historia de la química da cuenta de ello. Así, desde la conformación de la química como un conjunto estructurado de saberes y prácticas que tuvo lugar a finales del siglo XVIII y durante el siglo XIX, la enseñanza se convirtió en un pilar fundamental para instruir a los nuevos integrantes de la disciplina en los lenguajes, métodos y problemas por resolver de la entonces emergente ciencia química. La enseñanza permite así a las disciplinas científicas subsistir en el tiempo, crecer y avanzar.

La historia es otro elemento vertebrador de toda disciplina científica.^[2] Si la enseñanza conecta a los miembros de una comunidad científica con sus futuros integrantes, la historia conecta a la disciplina con sus antepasados, a los que en ocasiones alaban y en no pocas ocasiones silencian. Así, no es de extrañar que los primeros manuales de química fuesen especialmente críticos y recelosos de la alquimia, de la que querían marcar distancia. Tampoco sorprende que la revolución química capitaneada por Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) evitase el uso de la historia para enseñar química.^[3] Sin embargo, esta postura no fue compartida por todos los químicos posteriores. Así, es frecuente encontrar introducciones históricas en los manuales de química del siglo XIX. Ya en el siglo XX, la convergencia

de movimientos pedagógicos, la emergencia de la historia de la ciencia como área de erudición y la forja de la didáctica de las ciencias como campo del saber traerán consigo nuevas miradas a los usos didácticos de la historia de la ciencia en general y de la química en particular. Este trabajo ofrece una síntesis de las principales perspectivas sobre los usos didácticos de la historia de la química respaldadas por la literatura académica, sin olvidar -dado la profesión del autor, profesor de enseñanza secundaria- el marco que debe guiar y avalar toda reflexión pedagógica: la realidad de nuestras aulas.

Una mirada histórica al uso educativo de la historia de la química

A principios del siglo XX, el químico Wilhelm Ostwald (1853-1932) se pronunciaba así sobre el valor educativo de la historia de la química:

«Me ha sorprendido ver en cuán amplia medida la construcción rigurosa de los conceptos químicos fundamentales concuerda por una parte con el desarrollo histórico de los descubrimientos de la química, y por otra parte, con las exigencias de una pedagogía racional».^[4]

En estas líneas, traducidas al castellano en 1917 por Modesto Bargalló Ardévol (1894-1981), profesor de Física, Química, Historia Natural y Agricultura en la Escuela Normal de Maestros de Guadalajara, Ostwald plasmaba para la química una idea ampliamente extendida en el ámbito de la enseñanza de las ciencias de la época: el paralelismo entre el desarrollo histórico de las ciencias y el propio aprendizaje del alumnado. Diversos educadores de principios del siglo XX promovieron ese paralelismo entre historia y aprendizaje de las ciencias. En el caso español, merece especial mención la labor del profesor Modesto Bargalló, traductor de los *Elementos de Química* de Ostwald (Figura 1).

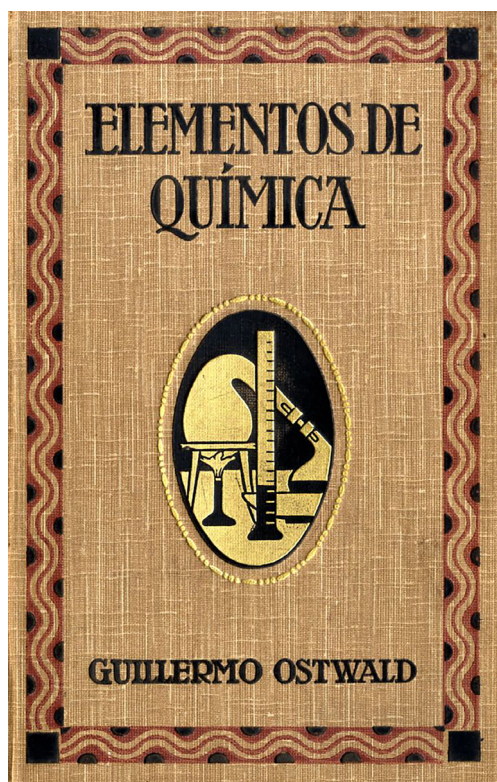


Figura 1. Cubierta de los *Elementos de Química*, edición en castellano de *Schule der Chemie* de Wilhelm Ostwald. La traducción fue realizada por el profesor Modesto Bargalló Ardévol, figura clave de la educación científica del primer tercio del siglo XX en España.

Bargalló fue un firme defensor del valor educativo de la historia de la ciencia.^[5] Consideraba que la historia de la ciencia permitía promover valores sobre la labor del científico, a la par que enseñar de forma más clara los principios básicos de las ciencias. Para ello, no dudó en impulsar la traducción de textos clásicos de la historia de la física y de la química a través de *Faraday*, boletín fundado por el mismo Bargalló en 1928, el cual no ha sido recuperado sino hasta fechas recientes.^[6]

Durante el siglo XX, en paralelo con el desarrollo disciplinar de la didáctica de las ciencias, la historia de la ciencia fue cobrando mayor importancia en la educación científica. En esta línea destacan los trabajos del químico norteamer-

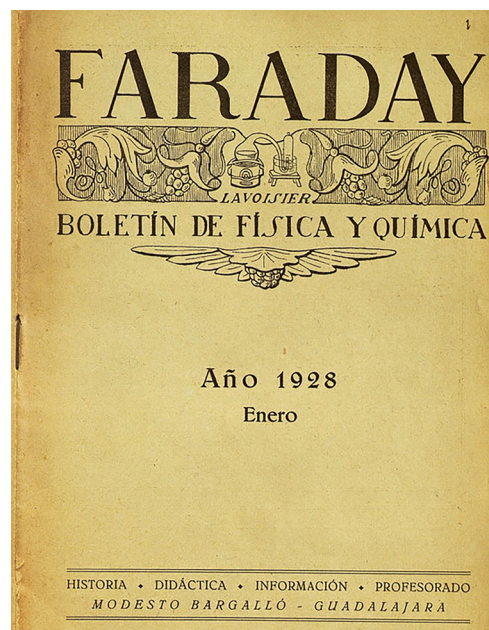


Figura 2. Cubierta del primer número del boletín *Faraday*, publicación pionera en el ámbito de la didáctica y la historia de la física y la química en España.

cano James Bryant Conant (1893-1978), quien fue rector de la Universidad de Harvard, desde donde impulsó una serie de cursos y trabajos sobre historia de la ciencia. Conocidos como *Harvard Case Histories in Experimental Science*, estuvieron originalmente dirigidos a estudiantes de humanidades y ciencias sociales, «los cuales requieren de una comprensión de la ciencia que les ayudará a relacionar el desarrollo de las ciencias naturales con otros campos de la actividad humana». Posteriormente, se dirigieron a un público más amplio «con la convicción de que un conocimiento detallado de algunos de los avances de la ciencia en distintas épocas permite una mejor comprensión del mundo actual».^[7]

Otra muestra de la profunda imbricación entre historia y didáctica de la química en el siglo XX lo encontramos en el caso de la *American Chemical Society* cuyo *Journal of Chemical Education*, una de las publicaciones más relevantes en la actualidad sobre enseñanza de la química que se erigió como órgano de expresión de sus divisiones de Educación Química y de Historia de la Química. Asimismo, destacados autores en el ámbito de la historia de la química publicaron sus trabajos en esta publicación académica, como Aaron J. Ihde.^[8] A una escala mucho más modesta, los números de *Faraday* publicados entre 1928 y 1929 también revelan la coexistencia de la reflexión sobre cuestiones pedagógicas ligadas al aprendizaje de la química y el desarrollo disciplinar de la historia de la ciencia.

Desde esta perspectiva histórica no sorprende que en el proceso de profesionalización de la didáctica de las ciencias experimentales (donde se incluye la didáctica de la química) de finales del siglo XX, el valor educativo de la historia de la ciencia fuese un elemento de consenso. En esta línea, cabe destacar los trabajos del profesor Michael Robert

Tabla 1. Principales potenciales educativos de la historia de la química señaladas por la investigación didáctica

	Para el docente	Para el estudiante
Enseñar y aprender química	Actúa como criterio de selección y secuenciación de contenidos.	Contribuye a situar los conceptos, leyes y teorías de la química en su contexto.
	Puede actuar como hilo conductor para diseñar unidades didácticas.	Ayuda a conocer cómo se ha construido y se construye el conocimiento químico.
	Permite identificar en el alumnado ideas previas y errores conceptuales.	Promueve el aprendizaje significativo de la química.
	Propicia la colaboración del profesorado de distintas especialidades.	Permite relacionar la química con otras materias.
Enseñar y aprender sobre química	Humaniza la química, mostrando aspectos sociales, culturales y políticos vinculados con ella.	Contribuye al desarrollo del pensamiento crítico sobre temas vinculados a la química.
	Contribuye a la formación del profesorado, aportando una reflexión crítica sobre la química como ciencia.	Propicia la reflexión en torno a las relaciones química y sociedad.
		Permite superar visiones deformadas de la química como actividad humana.

Matthews (1948) quien en la década de 1980 señaló la existencia de una crisis intelectual y social en la educación científica. La escasez de profesorado y alumnado de ciencias y la falta de cultura científica de la ciudadanía serían muestras de dicha crisis. Ante esta situación, defendió que si bien la solución no radicaba únicamente en la historia de la ciencia, su uso educativo sí podría contribuir a paliar la situación, ya que la historia de la ciencia puede «humanizar las ciencias y acercarlas más a los intereses personales, éticos, culturales y políticos» de la ciudadanía, «puede hacer las clases más estimulantes y reflexivas, incrementando las capacidades de pensamiento crítico», puede ayudar a «una comprensión mayor de los contenidos científicos» y a «mejorar la formación del profesorado contribuyendo al desarrollo de una epistemología más rica y más auténtica, esto es, a un mejor conocimiento de la estructura de la ciencia y su lugar en el marco intelectual de las cosas».^[9] De nuevo en el contexto español, esta relevancia de la historia de la ciencia en el seno disciplinar de la didáctica de las ciencias experimentales de finales del siglo XX lo encontramos al examinar la publicación *Enseñanza de las Ciencias*, revista académica fundada en 1983 y uno de los máximos exponentes en castellano de la investigación en educación científica y matemática. Desde su primer número, es frecuente encontrar diversos trabajos que avalan el uso didáctico de la historia de la ciencia a través del análisis del currículo, los libros de

texto, la formación del profesorado o las ideas previas del alumnado, entre otros muchos aspectos. Una síntesis de las principales ideas sobre el uso educativo de la historia de la química avaladas por la literatura académica en el ámbito de la didáctica de las ciencias experimentales se recoge en la Tabla 1.

La historia de la química en el currículo

Si bien la historia de la química no tiene un lugar privilegiado en el currículo, sí tiene una presencia suficiente que avala su incorporación a las aulas de secundaria. Un estudio panorámico sobre la presencia de la historia de la química en el currículo de ESO y Bachillerato en el marco LOE mostró la existencia de ciertas temáticas de índole histórico sobre química en las distintas materias de Física y Química de ESO y Bachillerato, como la evolución histórica de los modelos atómicos, el desarrollo de las leyes ponderales de las combinaciones química, la historia de la clasificación de los elementos químicos, la evolución de las teorías ácido-base o el origen de la química orgánica. Sin embargo, la historia de la química trasciende los contenidos vinculados a ciertos episodios históricos.^[10] En esta línea, merece especial mención el hecho de que en el marco LOMCE la historia de la ciencia constituyese un elemento central de las llamadas competencias básicas en ciencia y tecnología las cuales «capacitan a ciudadanos responsables y respetuosos que desarrollan juicios críticos sobre los hechos científicos y tecnológicos que se suceden a lo largo de los tiempos pasados y actuales».^[11] Como puede colegirse, la dimensión histórica de la ciencia y por ende, de la química-subyace en la competencia científica del currículo.

La historia de la química también está presente en el nuevo currículo de ESO y Bachillerato derivado de la LOMLOE. Así, en el bloque de saberes básicos dedicado a destrezas científicas básicas en las materias de Física y Química de ESO se incluye la «valoración de la cultura científica y del papel de científicos y científicas en los principales hitos históricos y actuales de la física y la química en el avance y mejora de la sociedad».^[12] No obstante, la presencia de episodios históricos del desarrollo de la química se restringe básicamente al desarrollo de los modelos atómicos. En el caso de Bachillerato, se explicitan las contribuciones históricas a la elaboración de la tabla periódica en la materia de Física y Química de 1º Bachillerato y la relevancia de los espectros atómicos en el contexto del desarrollo histórico de los modelos atómicos en la materia de Química de 2º Bachillerato.^[13]

La historia de la química en los libros de texto

Si la historia de la química no tiene un lugar privilegiado en el currículo de ESO y Bachillerato, no sorprende que su presencia en los libros de texto de Física y Química no sea amplia. Un análisis de los libros de Física y Química de ESO y Bachillerato de destacadas editoriales en el marco LOE arrojó

interesantes conclusiones en este terreno, apuntando que las presentaciones históricas sobre química incluidas en estos materiales educativos incurrir en una visión individualista (centrada en referencias puntuales a científicos) y aproblemática (evitando abordar controversias) de la química, focalizada en incluir fechas de algunos hitos célebres de la historia de la química, sin presencia apenas de mujeres científicas e incidiendo en una visión lineal en la que se alternan modelos y experimentos.^[14]

Dicho estudio también mostró que los escasos capítulos sobre historia de la química incluidos en los libros de texto suelen desatender los resultados de investigación en historia de la ciencia de las últimas décadas. Así, la revolución química suele presentarse como la obra en solitario de Lavoisier y la síntesis de la urea por Wöhler suele erigirse como el momento fundacional de la química orgánica, pese a que ambas narrativas no cuentan con el aval de las fuentes históricas y su análisis riguroso.^[15] También cabe destacar el olvido de los errores en las predicciones de Dimitri Mendeleiev, subrayándose únicamente aquellos elementos que sí encontraron un lugar en su tabla periódica;^[16] así como la presentación de la evolución histórica de los modelos atómicos como un proceso lineal en el que un modelo es inmediatamente abandonado tras un experimento que lo invalide, obviando la convivencia y rivalidad entre modelos.^[17] Se trata de narrativas que, más allá del rigor, se erigen contraproducentes en su acción didáctica por introducir en el alumnado una imagen de la química como obra de grandes genios aislados y como un discurso de éxito. Por el contrario, la colaboración entre científicos o la convivencia de modelos y teorías y su acomodo a la evidencia experimental constituyen características de la química como ciencia que no pueden pasarse por alto en su enseñanza.

La historia de la química en el aula

Aunque el panorama descrito en las líneas anteriores puede parecer desalentador, cabe añadir las múltiples opciones que el profesorado puede encontrar en su práctica de aula para hacer uso de la historia de la química para trabajar aspectos del currículo y al mismo tiempo hacerlo en el marco de la evidencia proporcionada por la investigación sobre historia de la ciencia en educación. Desde esta máxima, se presentan a continuación tres experiencias didácticas realizadas con alumnado de Educación Secundaria Obligatoria en el marco de la materia de Física y Química, así como algunas pautas para el uso de la historia de la química en enseñanza secundaria.

Una controversia histórica de gran interés didáctico: el caso Lafarge y su uso en 2º-3º ESO

Las controversias científicas son excelentes herramientas didácticas para promover en el alumnado la reflexión crítica sobre la producción del conocimiento científico y sus relaciones con la sociedad. La historia de la química está

repleta de estas controversias. Una de especial interés, no suficientemente conocida en el ámbito de la didáctica de la química pero sí ampliamente avalada por los estudios históricos sobre ciencia, es el conocido como caso Lafarge.^[18] Se trata de la muerte de Charles Lafarge en 1840 en extrañas circunstancias que fueron achacadas al envenenamiento por arsénico a manos de su esposa, Marie Lafarge. La investigación sobre su envenenamiento, no exenta de polémica, transcurrió entre los tribunales y el laboratorio e implicó la participación del químico español Mateu Orfila (1787-1853). Mediante la producción de hidrógeno por reacción de cinc con ácido clorhídrico, el arsénico presente en la muestra que se deseaba analizar formaba hidrógeno arseniado (compuesto hoy denominado arsano) que por efecto de una llama se descomponía dando lugar a un espejo de arsénico (Figura 3). Este método, conocido como método de Marsh, fue el empleado por Orfila a fin de determinar la presencia de arsénico en todo tipo de muestras, desde restos de órganos del difunto hasta tierra de su tumba, tela del sudario o restos de vómito; lo que llevó a prisión a Marie Lafarge.



Esta historia, sin duda atractiva para nuestro alumnado, puede propiciar en nuestras aulas no pocas reflexiones, como la tensión entre usar la ciencia, siempre sujeta a revisión y abierta a nuevos interrogantes, como elemento para dictar justicia, acción que requiere de mínima incertidumbre y provisionalidad. Asimismo, las disputas en torno al método empleado por Orfila y los límites de las técnicas químicas ilustran las dificultades de la metodología científica, lejos de una imagen simple y simplista de aplicación algorítmica de un método científico universal. Asimismo, la interpretación de los hechos científicos ligados a la controversia implica aplicar aprendizajes de química, tales como el fundamento de los cambios químicos, los distintos sistemas materiales o los estados de agregación de la materia.



Figura 3. Ilustración del método de Marsh usado por Orfila para determinar la presencia de arsénico.^[18]

La Tabla 2 facilita un texto sobre el caso Lafarge que puede ser leído como actividad de clase, así como una propuesta didáctica para su lectura.

Tabla 2. El misterioso caso Lafarge, una actividad basada en el uso de la historia de la química en 2º/3º ESO

Material de lectura	Material didáctico
Acceso vía QR	Acceso vía QR
	
Acceso vía URL https://principia.io/2020/07/09/el-caso-lafarge.ljEyMTY/	Acceso vía URL https://www.unprofedeciencias.es/elmisteriosocasolafarge/

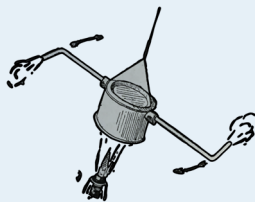


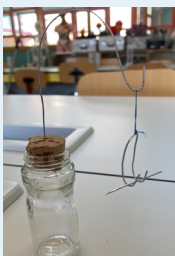
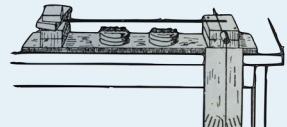

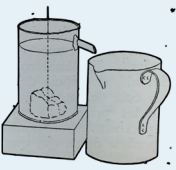
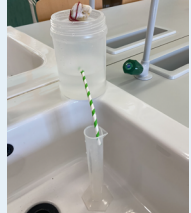
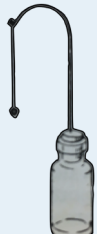

Unos misteriosos artefactos para experimentar: el gabinete del profesor Modesto Bargalló y su recreación en 2º-3º ESO

La historia de la química va más allá de lo sucedido en los laboratorios pretéritos. Las aulas de ciencias del pasado son valiosos repositorios de experiencias docentes para el profesorado STEM del presente. La investigación en historia de la educación científica, impulsada por los estudios históricos sobre ciencia y sobre educación, se revela entonces como un marco fructífero para nuestra acción docente. En esta línea, se ha abordado con alumnado de 2º y 3º ESO la recreación del gabinete de física y química del profesor Modesto Bargalló, ya mencionado con anterioridad en estas líneas.^[9] Partiendo de las ilustraciones y las explicaciones



Figura 4. Cubierta de *El gabinete de física*, obra para docentes en la que el profesor Modesto Bargalló describía la construcción de más de una treintena de artefactos para el aprendizaje de la física y la química.

Tabla 3. Recreación de algunos artefactos del gabinete de Bargalló por parte de alumnos de 2º y 3º ESO del CEIPS Vicente Aleixandre de la Comunidad de Madrid

Molinete de vapor	
	
Brújula casera	
	
Dilatador de sólidos	
	
Medidor de densidad de sólidos	
	
Péndulo eléctrico	
	

de su obra *El gabinete de física*, el alumnado tuvo que investigar en grupos los pormenores del artefacto asignado. Dicha investigación, a partir de la fuente histórica, implicó desgranar los principios físicos y/o químicos en los que se basaba el funcionamiento de los misteriosos artefactos, así como justificar la elección de los materiales con los que se iban a recrear. Dichos materiales consistían en objetos cotidianos y residuos (como bolígrafos usados, botes vacíos, etc.). Se pretende así fomentar la conciencia ambiental desde la materia de Física y Química.

La Tabla 3 recoge la comparativa entre las ilustraciones de los artefactos originales, realizadas por el propio Modesto Bargalló e incluidas en *El gabinete de física*, y los confeccionados por los alumnos de 2º y 3º ESO del CEIPS Vicente Aleixandre, centro público de la Comunidad de Madrid. La experiencia ilustra cómo el uso didáctico de la historia de la química y el aprendizaje experimental son perfectamente compatibles.

Los artefactos anteriores exigieron al alumnado trabajar e integrar contenidos de química y de física, tal y como se resume en la Tabla 4.

Tabla 4. Contenidos de Física y Química vinculados a los distintos artefactos del gabinete de Modesto Bargalló construidos por el alumnado de 2º y 3º ESO

Contenidos de física	Contenidos de química
Molinete de vapor	
Tipos de energía (térmica y cinética)	Conducción del calor en metales
Cambios de estado	
Brújula	
Magnetismo	Propiedades magnéticas de algunos metales
Dilatador de sólidos	
Calor y temperatura	Conducción del calor en metales
Dilatación de sólidos	
Medidor de densidad de sólidos	
Densidad y fluidos	Medida de volúmenes de líquidos con materiales del laboratorio
Péndulo eléctrico	
Fuerza eléctrica	Naturaleza eléctrica de la materia y estructura atómica


La Tabla 5 incluye más información sobre esta experiencia didáctica.

Tal y como puede colegirse, el uso de la historia de la ciencia en el aula de Física y Química permite crear nexos de unión entre ambas ciencias, motivo por el cual esta experiencia ha sido de especial interés como proyecto final, a fin de que el alumnado aplique, repase y relacione los contenidos de física y de química trabajados a lo largo de todo el curso escolar.

Tabla 5. Detalles sobre la recreación del gabinete del profesor Modesto Bargalló en el marco de la exposición virtual *Modesto Bargalló. Haciendo ciencia en las aulas*

Detalles sobre la experiencia didáctica

Acceso vía QR



Acceso vía URL

<https://modestobargallo.jimdofree.com/aula-bargallo%C3%B3/recreaci%C3%B3n-del-gabinete-de-bargallo%C3%B3/>

Un truco de magia histórico con mucha química: la copa misteriosa y el aprendizaje por indagación en 3º-4º ESO

Otro ejemplo de experiencia didáctica capaz de combinar historia de la ciencia y trabajo experimental lo constituye la recreación del truco que el químico francés Gaston Tissandier (1843-1899) incluyó en su obra *Recreaciones científicas ó La Física y la Química sin aparatos ni laboratorios* (Figura 5).^[20]

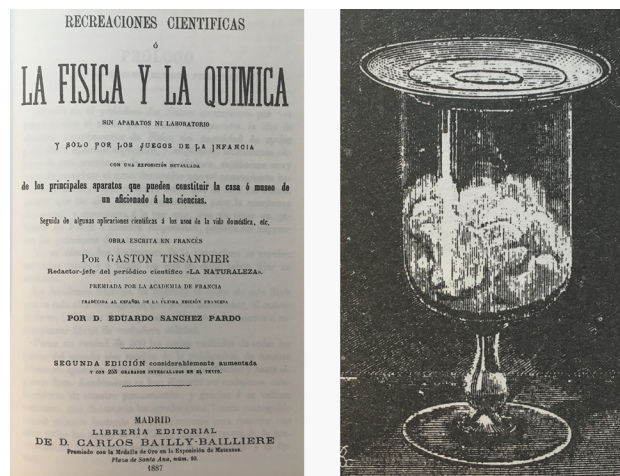


Figura 5. Cubierta de *Recreaciones científicas* e ilustración del «truco de magia» tomado de la misma.^[20]

Esta obra incluía diversos experimentos de física y química diseñados para sorprender a la audiencia en un contexto en el que la ciencia constituía una forma de ocio y divertimento para ciertos sectores sociales. El «truco» seleccionado consistía en que al fumar cerca de una copa con agua tapada, el humo no atravesaba la copa. Sin embargo, transcurrido cierto tiempo, el humo se concentraba en el interior de la copa. Lejos de la magia, el fundamento de lo ocurrido se encontraba en la química. Así, el líquido del interior de la copa no era agua corriente, sino una disolución acuosa de ácido clorhídrico. La cara interna de la tapa estaba impregnada en amoníaco. Así, el humo blanco que se concentraba en el interior de la copa no era humo de tabaco sino cloruro de amonio formado *in situ* por la reacción de neutralización entre el cloruro de hidrógeno y el amoníaco (Figura 6).



Figura 6. Formación del cloruro de amonio (humo blanco), que permanece en suspensión, por reacción entre el cloruro de hidrógeno y el amoníaco.

La experiencia didáctica integró este sencillo experimento (fácilmente reproducible en la actualidad) en la metodología propia del aprendizaje por indagación. Así, el alumnado partió de un problema de partida cuyo abordaje implicó formular y responder una pregunta investigable. Finalmente, se concluyó con una pregunta de consolidación para reforzar aprendizajes. La Figura 7 recoge la secuencia didáctica adoptada.

1. Pregunta no investigable: ¿Por qué aparecía el humo en la copa cuando ya se había disipado el humo en el exterior?



¿Y si el humo se generase dentro de la copa?

2. Identificación de variables y factores: El «agua» de la copa, el tiempo de espera, el humo del interior de la copa.



HCl (P.E.: $-33,3\text{ }^{\circ}\text{C}$)
 NH_3 (P.E.: $-85\text{ }^{\circ}\text{C}$)
 NH_4Cl (P.F.: $338\text{ }^{\circ}\text{C}$)

3. Pregunta investigable: ¿Qué sucede si ponemos en contacto los reactivos que había en el experimento original?



¡Recreación experimental!

4. Pregunta de consolidación: ¿Cómo llamamos al HCl?


Figura 7. Secuencia didáctica seguida durante el desarrollo de la actividad.

Sin realizar el experimento, a la pregunta de partida el alumnado respondió con diferentes posibilidades, hasta proponer que quizá el humo de la copa se genera dentro de la misma y no corresponde al humo de tabaco exhalado por el supuesto mago. Al plantearse esta opción, se guió al alumnado en la identificación de potenciales variables y factores a tener en cuenta para desgranar el fundamento químico del supuesto truco. Cuando se plantea que quizá el humo se forma por algún tipo de reacción química dentro de la copa, se les proporciona los datos de punto de fusión y ebullición de las especies químicas implicadas, de donde coligen que el amoníaco y el cloruro de hidrógeno durante la reacción se encuentran en fase gas, mientras que el cloruro de amonio formado se encuentra en estado sólido. Este aspecto contrasta con su idea original sobre el carácter gaseoso del humo blanco.

Finalmente, dado que el alumnado de 3^o y 4^o ESO ya tiene adquiridas nociones básicas de formulación y nomenclatura de compuestos inorgánicos, se les plantea si al HCl se le debería llamar cloruro de hidrógeno o ácido clorhídrico.

La mayoría del alumnado se decantó por esta última, al actuar como ácido. Sin embargo, la reacción de neutralización no transcurre en disolución, sino en fase gas. Esto conduce a colegir que la denominación adecuada es cloruro de hidrógeno. Se evita así la concepción errónea que asume que las reacciones de neutralización ocurren siempre en disolución. Al mismo tiempo, permite incidir en que las denominaciones de cloruro de hidrógeno y ácido clorhídrico no son sinónimas, pues mientras que la primera alude al compuesto HCl, la segunda se refiere a la disolución acuosa de este compuesto en agua.^[21] Sin duda, una experiencia que permite integrar aprendizajes sobre sistemas materiales, reacciones químicas y lenguaje químico. La Tabla 6 incluye información complementaria sobre la experiencia didáctica. Cabe apuntar que si bien la experiencia ha sido diseñada como un trabajo práctico investigativo por indagación, también puede usarse como demostración experimental o experimento de cátedra.

Tabla 6. Detalles sobre la recreación del experimento descrito por Tissandier en *Recreaciones científicas*

Detalles sobre la experiencia didáctica	
Acceso vía QR	Acceso vía URL
	https://www.unprofedeciencias.es/caso-misterioso-humo/

Contar la historia de la química a la joven ciudadanía: cautelas y precauciones

Más allá de las experiencias didácticas anteriores, narrar la historia de la química en nuestras clases es una práctica común a la hora de abordar ciertos contenidos curriculares

como el desarrollo de los modelos atómicos o de la tabla periódica. No obstante, dada la todavía poca permeación de las investigaciones en historia de la ciencia en materiales y contextos educativos, este tipo de narrativas docentes pueden incurrir en aspectos cuestionados y cuestionables. En esta línea, la creación de puntos de encuentro y diálogo entre profesorado de enseñanza secundaria e investigadores en didáctica e historia de la ciencia se erige como una estrategia fundamental para mejorar las narrativas históricas escolares sobre ciencia. Se trata de mejoras necesarias no para saturar a nuestros estudiantes de fechas clave o nombres de científicos, sino para seleccionar aquellos capítulos de la historia de la ciencia de mayor potencial didáctico de modo que además de permitirnos fomentar el aprendizaje de ciertos contenidos, no introduzcan visiones deformadas sobre la ciencia. La historia de la química ofrece numerosos ejemplos para ilustrar esta cuestión.

Así, si bien es natural la admiración por las grandes figuras de la historia de la química, la misma no debe eclipsar las dificultades, errores y contradicciones que estas encontraron en su quehacer científico. Se humaniza así la química ante nuestros alumnos, revelándola como una actividad humana fascinante, pero no exenta de dificultades. Se les descubre así como una apasionante aventura intelectual que exige esfuerzos, desvelos e inquietudes para adentrarse en los misterios de la materia y sus cambios, evitando presentarla como obra de personalidades dotadas de cualidades que conciban inalcanzables. También es especialmente pertinente incidir en la naturaleza colectiva de la química, la importancia que tuvo el diálogo y la colaboración entre los químicos y químicas de tiempos pasados, otorgando a estas últimas un lugar mucho más reconocido que el que suele caracterizar las narrativas escolares. Especial cuidado merece la presentación de modelos y teorías que se sucedieron en el tiempo. En este punto suele ser habitual incidir en que una teoría o modelo se abandona cuando no permite justificar la evidencia experimental. Sin embargo, es habitual que un modelo o una teoría sufra modificaciones para poder explicar ciertos hechos experimentales, antes de ser abandonado por un nuevo modelo o teoría.

Atendidas estas cautelas, la historia de la química en nuestras clases puede desempeñar un sinfín de usos educativos: desde anécdotas curiosas para captar la atención de nuestros alumnos hasta fundamentar actividades experimentales, pasando por la promoción de la lectura o el recorrido por los fundamentos del conocimiento químico actual. Solo una muestra de las que las líneas anteriores han pretendido dar cuenta transitando del currículo al aula.

A modo de conclusión

La historia de la química es una herramienta didáctica fundamental para el profesorado de Física y Química. A través de las páginas anteriores se ha ofrecido una modesta muestra de lo mucho que puede aportar el prisma de la historia de la ciencia a la didáctica de la química conciliando la literatura académica con la acción docente. Lejos de modas

pedagógicas o búsqueda de panaceas educativas, el valor educativo de la historia de la química reside en su potencial para el aprendizaje significativo, contextualizado, crítico y experimental de la química, objetivos clave de nuestra labor alfabetizando en ciencias a la joven ciudadanía en las aulas de secundaria.

Llevar la historia de la química a las aulas puede ayudarnos a promover el aprendizaje significativo de la química, en la medida que ayuda a derribar ideas previas erróneas del alumnado sobre conceptos químicos y sobre la propia naturaleza de la química como ciencia. También ayuda a contextualizar la química como práctica humana, valorando el esfuerzo que subyace tras leyes, teorías y ecuaciones, en ocasiones centenarias. Los docentes podemos encontrar en la historia de la química una oportunidad para fomentar el pensamiento crítico en el alumnado, de lo que dan cuenta controversias sociocientíficas como el caso Lafarge. Usar la historia de la química también nos puede ayudar a promover el aprendizaje experimental de esta ciencia. En este sentido, la historia de la química constituye un valioso repositorio de experimentos que pueden inspirar no pocas prácticas con nuestro alumnado, como las recreaciones científicas de Tisandier. En este punto, merece especial mención las muchas oportunidades que nos puede ofrecer conocer el pasado de nuestra profesión como docentes de ciencias. Así, la historia de la educación científica nos releva propuestas tan inspiradoras como el gabinete del profesor Bargalló.

Sirvan estas líneas como un alegato al uso de la historia de la química en nuestras aulas de secundaria y como una invitación a valorar el pasado de la química y de nuestra profesión docente como un valioso patrimonio educativo, científico, histórico y cultural.

Agradecimientos

El autor desea expresar su agradecimiento a la Real Sociedad Española de Química por la concesión del Premio a la Tarea Educativa y Divulgativa para Profesores de Enseñanza Preuniversitarias en su convocatoria de 2022.

Bibliografía

- [1] O. Hannaway, *The chemists and the world: the didactic origins of chemistry*, John Hopkins University Press. 1975.
- [2] M. J. Nye, *From Chemical Philosophy to Theoretical Chemistry. Dynamics of matter and dynamics of disciplines (1800-1950)*, University of California Press. 1993.
- [3] J. A. Chamizo (ed.), *Historia y filosofía de la química. Apuntes para la enseñanza*, Siglo XXI. 2010.
- [4] W. Ostwald, *Elementos de Química*, Gustavo Gili. 1917. p. 2.
- [5] L. Moreno Martínez, Modesto Bargalló en España (1894-1939): una biografía entre la historia de la educación y la historia de la ciencia, *Hist. y Mem. Educ.*, **2021**, 13, 635-674.
- [6] L. Moreno Martínez, El boletín Faraday (1928-29) y las relaciones entre historia y didáctica de las ciencias, *Ens. Cien.*, **2021**, 39(3), 215-230.

- [7] J. B. Conant, *Harvard Case Studies in Experimental Science*, Harvard University Press. 1957, p. VII.
- [8] J. R. Bertomeu Sánchez, A. García Belmar, La historia de la química: Pequeña guía para navegantes. Parte I: Viejas y nuevas tendencias, *An. Quím.*, **2008**, 104(1), 56-63.
- [9] M. R. Matthews, Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual, *Ens. Cien.*, **1994**, 12, 256.
- [10] L. Moreno Martínez, M. A. Calvo Pascual, La historia de la química en el currículo de ESO y Bachillerato (LOE): Una revisión interdisciplinar para la investigación didáctica, *Ens. Cien.*, **2017**, 35(2), 147-160.
- [11] Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la Educación Primaria, la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato, BOE núm. 25, 29 de enero de 2015, p. 6994.
- [12] Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria, BOE núm. 76, 30 de marzo de 2022, p. 41663.
- [13] L. Moreno Martínez, A. de la Fuente Fernández, A. Rodríguez-Villamil Hernández, Física y Química en la LOMLOE: Una mirada al nuevo currículo de ESO y Bachillerato, *Faraday. Bol. Fis. Quím.*, **2022**, 37, 4-14.
- [14] L. Moreno Martínez, M. A. Calvo Pascual, ¿Cómo presentan la historia de la química los libros de texto de Educación Secundaria?
- Un análisis desde la didáctica y los estudios históricos de la ciencia, *Rev. Eureka. Ens. Div. Cien.*, **2019**, 16(1), 110101.
- [15] L. Moreno Martínez, M. A. Calvo Pascual, Las narrativas históricas en los libros de texto de ESO y Bachillerato. Análisis de dos mitos fundacionales de la química, *An. Quím.*, **2018**, 114(3), 172-180.
- [16] L. Moreno Martínez, A. Lykknes, The Periodic System and the Nature of Science: The history of the periodic system in Spanish and Norwegian Secondary School Textbooks, *Substancia. Int. Jour. Hist. Chem.*, **2019**, 3(2.4), 61-74.
- [17] L. Moreno Martínez, Los modelos atómicos en los libros de texto. Pensar críticamente la historia de la ciencia, *Alambique*, **2018**, 93, 18-25.
- [18] J. R. Bertomeu Sánchez, *La verdad sobre el caso Lafarge. Ciencia, justifica y ley durante el siglo XIX*, El Serbal. 2015.
- [19] L. Moreno Martínez, ¿Tradición o innovación en la enseñanza de la física? El gabinete del profesor Modesto Bargalló, *Rev. Esp. Físic.*, **2022**, 36(1), 36-40.
- [20] G. Tissandier, *Recreaciones científicas o la física y la química sin aparatos ni laboratorio*, Librería Don Carlos Bailly-Bailliere. 1887.
- [21] Resumen de las Normas IUPAC 2005 de nomenclatura de química inorgánica para su uso en enseñanza secundaria y recomendaciones didácticas. Real Sociedad Española de Química, 2016.

¿Quieres ser socio de una de las
sociedades científicas más
importantes de España?




 Real Sociedad Española de Química
www.rseq.org