ISSN: 2792-520X

Anales de Química de la RSEQ

La revista de la Real Sociedad Española de Química

Vol. 122 • Nº Extraordinario • www.analesdequimica.es



DOI: 10.62534/rseq.aq.122. extra

RSEQ Real Sociedad Española de Química

Anales de Química de la RSEQ
Revista editada en Madrid por la Real Sociedad Española de Química

Editor General

Juan Ángel Casares González
Departamento de Química Física y Química Inorgánica, Universidad de Valladolid.

Editores invitados Monográfico Enseñanza

Antonio Marcos Naz Lucena
IES Gran Capitán, Córdoba, Andalucía.

Luis Moreno Martínez
IES Enrique Tierno Galván, Parla, Comunidad de Madrid.

Comité Editorial

Carla Casadevall
Departamento de Química Física, Universitat Rovira i Virgili, Instituto Catalán de Investigación Química (ICIQ).

Gabriel Cuevas González
Instituto de Química de la UNAM (México).

Luis Alberto Echegoyen
Institut Català d'Investigació Química (ICIQ). Profesor emérito de la Universidad de Tejas, El Paso.

Carola Gallo Rodríguez, CIHIDECAR-UBA-CONICET
Departamento de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (Argentina).

Ana M. Geer
Instituto de Síntesis Química y Catálisis Homogénea (ISQCH), CSIC-Universidad de Zaragoza.

Carlos Martí-Gastaldo
Instituto de Ciencia Molecular (ICMol), Universidad de Valencia.

Ingrid Montes
Professor of Chemistry, University of Puerto Rico, Campus Río Piedras.

María Paulis Lumbreras
POLYMAT, Departamento de Química Aplicada, Universidad de País Vasco.

Elena Pazos Chantrero
CICA – Centro Interdisciplinar de Química e Bioloxía & Departamento de Química, Facultade de Ciencias, Universidade da Coruña.

Gabriel Pinto Cañón
Departamento de Ingeniería Química Industrial y del Medio Ambiente. Universidad Politécnica de Madrid.

Ángel Ríos Castro
Departamento de Química Analítica y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas, Instituto Regional de Investigación Científica Aplicada (IRICA), Universidad de Castilla-La Mancha.

Miquel Solà
Instituto de Química Computacional y Catálisis. Universidad de Girona.

Uxue Uria
Departamento de Química Orgánica e Inorgánica de la Universidad del País Vasco.

Secretaria Editorial

Patricia Yáñez-Sedeño
Real Sociedad Española de Química
Facultad de Ciencias Químicas. UCM
28040, Madrid

www.analesdequimica.es
administracion@analesdequimica.es

Anales de Química de la RSEQ

RSEQ Real Sociedad Española de Química

Entidad colaboradora

Miembros corporativos

BRUKER GSK Johnson&Johnson Lilly moeve MERCK

Anales de Química de la RSEQ
Volumen 122 · Número Extraordinario · noviembre 2026

SUMARIO



Diseño y maquetación:
Ostraca Servicios editoriales

Ilustración portada:
Eugenio Vázquez Sentís

An. Quím. RSEQ, 122 (Extra.), 2026, 269-336
ISSN: 2792-520X
e-ISSN: 2792-5250
D. L.: M-232-1958

Carta de los editores

Juan Á. Casares, Antonio Marcos Naz y Luis Moreno 272

Mesa redonda

El aprendizaje experimental de la química en enseñanza secundaria, un desafío pendiente

Luis Moreno Martínez y Antonio Marcos Naz Lucena 274

Enseñanza de la química

I.amAble: Talleres experimentales como herramienta para la enseñanza inclusiva de ciencias

Santiago Herrero Domínguez, Inmaculada Álvarez-Serrano, Cristián Cuerva de Alaíz, Irune Torrontegui Villate y Luisa M.ª Mesías Pérez 278

Un jardín químico sostenible para la enseñanza de la química en educación secundaria

Marisa Prolongo Sarria y Gabriel Pinto Cañón 285

Experiencias de bajo coste en el aula de Física y Química

Jesús Verdeja Galán 291

Enseñanza experimental de la termoquímica con el simulador de bomba calorimétrica de Educaplus.org

Jesús Peñas Cano 296

Prácticas de laboratorio sin complicaciones

Álvaro Garrido López 301

Metodología ABI+D+i, del instituto a la universidad con material grafénico low-cost

Daniel Guerrero Moreno y Elena Moncayo Salinas 307

MasterChem: despertando vocaciones científicas desde 2018

Ángela Vivancos, Isabel Saura-Llamas, Natalia Arroyo-Manzanares, Joaquín González-Sánchez, Eduardo Laborda, Carmen López-Erroz, Marta Marín-Luna, Rafael García-Molina y Asunción Hidalgo 312

Historia de la química

El Grupo Especializado de Didáctica e Historia de las Reales Sociedades Españolas de Física y Química (1986-2026): 40 años al servicio del profesorado

Luis Moreno Martínez, Manuela Martín Sánchez y Gabriel Pinto Cañón 321

Reseñas

Libros de química experimental para el profesorado

Luis Moreno Martínez 331

Reseña del libro “Hidrógeno: diminuto pero esencial” de Melli Toral Noguera

Gabriel Pinto Cañón 334

“Técnicas de laboratorio” coordinado por Álvaro Garrido López

Héctor Busto Sancirián 335

Anales de Química de la RSEQ
An. Quím. RSEQ, 2026, 122 (Extra.), 272-273
https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2182
La revista de la Real Sociedad Española de Química

Carta de los editores

Juan Á. Casares, Antonio Marcos Naz y Luis Moreno

Es para mí un enorme placer presentar el segundo número especial de *Anales de Química de la RSEQ* dedicado íntegramente a la enseñanza preuniversitaria. Igual que hice el año pasado, he buscado la ayuda de dos excelentes colaboradores, profesores de Física y Química de enseñanza secundaria, que han actuado como editores invitados de este número. Son Luis Moreno Martínez, profesor del IES Enrique Tierno Galván de Parla (Madrid) y presidente del Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química de la RSEQ, y Antonio Marcos Naz, profesor del IES Gran Capitán (Córdoba). Aprovecho para agradecerles su dedicación y entusiasmo.

Juan A. Casares

Impulsar la enseñanza experimental de la Química en enseñanza secundaria constituye un auténtico reto para el profesorado. En un estudio internacional sobre el estado de la enseñanza de la Química en etapas preuniversitarias realizado entre 2024 y 2025 por el Comité de Educación de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) -el cual fue coordinado en España por uno de los editores de este número especial, el profesor Luis Moreno- fueron encuestados 406 docentes de enseñanza secundaria. Entre los aspectos que destacaron los profesores como factores limitantes de la incorporación de la experimentación a sus clases de Química en Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato se incluyeron el tiempo disponible para preparar los experimentos, para ejecutarlos en las sesiones de clase y para trabajar en el laboratorio, la falta de recursos (espacios, reactivos, etc.), la extensión del currículo, la inseguridad en el manejo de sustancias químicas y la insuficiente formación experimental previa, *inter alia*.

Pese a estos factores, que condicionan el desarrollo de la enseñanza experimental de la Química, numerosos docentes tratan de impulsarla con loables y reseñables resultados. A través de demostraciones experimentales (desde las experiencias de cátedra a las experiencias de ciencia recreativa), prácticas de laboratorio, experiencias de indagación o ferias científicas, la experimentación cobra vida en numerosos centros educativos de nuestro país. Este número especial da buena cuenta de ello. Así, en sus páginas encontraremos interesantes y estimulantes propuestas, como los jardines químicos desarrollados por la profesora Marisa Prolongo y el profesor Gabriel Pinto, cuya colaboración ilustra la sinergia entre enseñanza secundaria y docencia universitaria. Esta misma sinergia la encontramos en el artículo sobre el proyecto *I.amAble*, una iniciativa en la que docentes de diversas etapas educativas impulsan la experimentación científica atendiendo a la diversidad al trabajar con alumnado de educación especial, tal y como abordan en su artículo los profesores Santiago Herrero, Inmaculada Serrano, Cristián Cuerva, Irune Torrontegui y Luisa M.ª Mesías.

Para promover la experimentación química, el uso de recursos y materiales cotidianos puede ser de gran utilidad, tal y como detalla el profesor Jesús Verdeja en su artículo sobre experimentos *low-cost*. Además, como señala el profesor Álvaro Garrido en su artículo, no siempre son necesarios equipos complejos y sofisticados para el aprendizaje experimental de los procesos químicos. A la experiencia vivencial del trabajo experimental cabe añadir el empleo de simuladores, los cuales pueden ayudar al docente a complementar sus explicaciones y al alumnado a visionar procesos complejos, tal y como aborda el profesor Jesús Peñas para la enseñanza de la termoquímica con un simulador de bomba calorimétrica.

El desarrollo de proyectos de investigación por parte del alumnado también constituye una línea de actuación docente de gran potencial, tal y como detallan Daniel Guerrero y Elena Moncayo en su artículo sobre metodología ABI+D+i con grafeno. Asimismo, cabe señalar el interés educativo y divulgativo de iniciativas como MasterChem, concurso que promueve la experimentación química entre el alumnado de Educación Primaria, ESO y Bachillerato a fin de mejorar la educación científica de forma amena para niños y jóvenes, a la par que se fomentan vocaciones por la química. De esta iniciativa da cuenta el artículo publicado por Ángela Vivancos, Isabel Saura, Natalia Arroyo, Joaquín González, Eduardo Laborda, Carmen López, Marta Marín y Rafael García. Complementan el número especial, además de las pertinentes noticias y reseñas de libros de interés, una mesa redonda con los profesores Fernando Ignacio de Prada, Nuria Muñoz y Pablo Cassinello en torno a cómo fomentar la experimentación en nuestras aulas y un artículo sobre la historia del Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química de las Reales Sociedades Españolas de Física y de Química (GEDH, RSEF-RSEQ), que en 2026 cumple 40 años. De la mano de sus tres últimos presidentes, los profesores Luis Moreno, Manuela Martín y Gabriel Pinto ofrecen un recorrido por la historia de este grupo comprometido con el fomento de la enseñanza, la historia y la divulgación de la física y la química, especialmente en enseñanza secundaria. Es al profesorado de esta etapa crucial -al que tenemos el honor de pertenecer- al que hemos tenido en mente en todo momento en la edición de este número especial. Esperamos que sea de utilidad y que contribuya, modestamente, a hacer de la experimentación rutina y no excepción en nuestras clases de Química.

Antonio Marcos Naz y Luis Moreno

© 2026 Real Sociedad Española de Química

CÓMO CITAR: J. Á. Casares, A. Marcos Naz, L. Moreno. *An. Quím. RSEQ* **2026**, 122, 272-273, https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2182

Antonio Marcos Naz



Jefe Departamento I+D+i IES Gran Capitán, Córdoba Coordinador Proyecto innovación educativa RED FAB-Idi (Jóvenes con investigadores-Córdoba)

C-e: amarcosnaz@gmail.com

ORCID: 0009-0002-7580-4778

Licenciado en Ciencias Químicas (UCO). Doctor en Ciencias Químicas (US). Funcionario de carrera del Cuerpo de Profesores de Enseñanza Secundaria de la Junta de Andalucía en la especialidad de Física y Química. Secretario de la asociación por el fomento de la cultura científica en Córdoba (APCCC). Bandera de Andalucía por la provincia de Málaga en 2019. Ejerce la docencia en el IES Gran Capitán de Córdoba en el itinerario de investigación FAB-Idi desde 1º ESO hasta 2º Bachillerato y coordina 3 equipos Inventers en el programa de Investiga y Descubre de la Junta de Andalucía.

Luis Moreno Martínez



IES Enrique Tierno Galván, Parla, Comunidad de Madrid

Grupo Especializado de Didáctica e Historia, RSEF-RSEQ

C-e: luis.morenomartinez@educa.madrid.org

ORCID: 0000-0002-4540-5752

Licenciado en Ciencias Químicas (UCM). Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales (UAM) y en Historia de la Ciencia (UV). Es funcionario de carrera del Cuerpo de Profesores de Enseñanza Secundaria de la Comunidad de Madrid en la especialidad de Física y Química. Ejerce la docencia en el IES Enrique Tierno Galván de Parla, donde es Jefe del Departamento de Física y Química, y en la sede Capital 1 del Programa de Enriquecimiento Educativo para Alumnado con Altas Capacidades de la Comunidad de Madrid. Desde 2025 preside el Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química de las Reales Sociedades Españolas de Física y de Química. Es miembro de la Junta Directiva de Science on Stage Spain-Andorra y de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas. Ha publicado numerosos artículos e impartido múltiples conferencias sobre didáctica e historia de la física y la química, además de participar en diversas iniciativas de divulgación científica.

© 2026 Real Sociedad Española de Química

https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2182

Anales de Química de la RSEQ
An. Quím. RSEQ, 2026, 122 (Extra.), 274-277
https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2164
La revista de la Real Sociedad Española de Química

MESA REDONDA

El aprendizaje experimental de la química en enseñanza secundaria, un desafío pendiente

Mesa redonda con los profesores Fernando Ignacio de Prada, Nuria Muñoz y Pablo Cassinello

Luis Moreno Martínez[1,3,4,*] y Antonio Marcos Naz Lucena[2,4]

[1] *IES Enrique Tierno Galván, Parla, Comunidad de Madrid.*

[2] *IES Gran Capitán, Córdoba, Andalucía.*

[3] *Grupo Especializado de Didáctica e Historia (GEDH), Reales Sociedades Españolas de Física (RSEF) y Química (RSEQ).*

[4] *Editores invitados del número monográfico sobre enseñanza de la química.*

La química es una ciencia experimental. No obstante, su aprendizaje no siempre lo es, especialmente en enseñanza secundaria. Muchos son los factores que limitan y condicionan el aprendizaje experimental de la química. La escasez de medios, tiempos y espacios, la falta de desdobles de laboratorio, el papel secundario de la experimentación en la formación inicial y permanente del profesorado, la extensión del currículo de las materias de Física y Química o la ausencia generalizada de cuestiones experimentales en la Prueba de Acceso a la Universidad (PAU) son solo algunos factores que permiten explicar el estado actual de la experimentación química en las aulas preuniversitarias. Sin embargo, pese a estas limitaciones, existen docentes que no solo promueven la experimentación en sus clases, sino que la convierten en un aspecto central de su docencia. Los tres profesores de Física y Química de enseñanza secundaria con los que dialogamos en esta mesa redonda comparten ese firme compromiso con el valor didáctico de la experimentación. Los tres atesoran más de tres décadas de docencia, por lo que conversar con ellos en torno a por qué y cómo fomentar la experimentación en el aprendizaje de la química constituye una gran oportunidad para abordar la cuestión desde el insustituible conocimiento tácito que brinda dialogar con quienes hacen didáctica a pie de aula. Ellos son Fernando Ignacio de Prada Pérez de Azpeitia, Pablo Cassinello Espinosa, que han desarrollado su carrera docente en la Comunidad de Madrid, y Nuria Muñoz Molina, profesora en Andalucía.

Queridos compañeros, muchísimas gracias por haber aceptado formar parte de este número especial de Anales de Química de la RSEQ dedicado a la enseñanza experimental de esta ciencia en ESO y Bachillerato. ¿Creéis que se fomenta lo suficiente la experimentación en estas etapas?

Nuria: En general, considero que la experimentación no se fomenta lo suficiente en enseñanza secundaria, pese a ser un pilar fundamental para ambas ciencias.

Pablo: Efectivamente, no se realizan suficientes prácticas de laboratorio en Física y Química. Depende mucho de la disponibilidad de horas de desdobles, por lo que para fomentar la experimentación es fundamental contar con el apoyo de los equipos directivos de los centros, que han de estar convencidos de la necesidad de los desdobles de laboratorio.

Fernando: Lamentablemente, en los últimos planes educativos no se ha fomentado suficientemente la experimentación. Las horas de desdoble de laboratorio han sido consideradas como prescindibles e incluso como un privilegio frente a otros departamentos didácticos. Por otro lado, en muchos centros se han eliminado los laboratorios por cuestiones de espacio, transformándolos en aulas.

Sin duda, los desdobles son vitales para poder trabajar con el alumnado en el laboratorio de forma óptima. Desgraciadamente, no siempre se conceden. ¿Qué otros factores creéis que limitan el aprendizaje experimental de la química en la actualidad?

Nuria: Existen múltiples dificultades que lo explican: la extensión de los temarios, la presión por los resultados, la limitación de tiempo… Y además tenemos una evaluación externa -la PAU- que condiciona mucho la forma de enseñar en Bachillerato. Por otro lado, en algunos centros persisten carencias de recursos materiales e infraestructuras. A esto se suma, en ocasiones, la falta de formación específica del profesorado necesaria para la enseñanza experimental, que no siempre se siente con la confianza, los conocimientos y la seguridad necesaria para diseñar y gestionar actividades experimentales. Todo ello acaba relegando la experimentación a un plano secundario, cuando debería ocupar un lugar central en el aprendizaje de nuestra asignatura.

© 2026 Real Sociedad Española de Química

CÓMO CITAR: L. Moreno, A. M. Naz Lucena. *An. Quím. RSEQ* **2026**, 122, 274-277, https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2164

* C-e: luis.morenomartinez@educa.madrid.org

La **experimentación** está relegada a un plano secundario, cuando debería ocupar un **lugar central** en el aprendizaje de nuestra asignatura.

Pablo: Así es. A ello hay que añadir también que algunos docentes se sienten más cómodos impartiendo clases teóricas, en lugar de preparar prácticas. Asimismo, las dificultades señaladas hacen que aquellos que sí estuviesen dispuestos a enseñar de forma experimental encuentren muchas trabas para hacerlo.

Fernando: Efectivamente. Esto obliga a que, en muchas ocasiones, haya que dedicar horas de recreo o fuera del horario lectivo para preparar prácticas de laboratorio y actividades.

Pese a estas dificultades, vosotros habéis logrado darle un papel central a la experimentación en vuestra labor como profesores de Física y Química de ESO y Bachillerato. ¿Cómo lo habéis conseguido?

Pablo: Por mi parte, he fomentado la realización de prácticas de laboratorio y las he tenido en cuenta en la calificación de la asignatura. He llegado incluso a llevar a toda una clase al laboratorio ante la ausencia de desdobles. En estos casos, no podía realizar prácticas en sentido estricto, pero aprovechaba para realizar experiencias de cátedra. Además, realizaba vídeos de experimentos que después proyectaba en clase para ayudar a comprender los conceptos más teóricos.

Fernando: Al igual que Pablo, considero fundamental que el alumnado haga prácticas de laboratorio y también he realizado con frecuencia actividades experimentales y recreativas en el aula para ilustrar los contenidos teóricos. También es importante que los centros incorporen asignaturas optativas que fomenten la experimentación (Técnicas Experimentales, Ampliación de Física y Química, etc.). Más allá del centro, es de gran interés educativo participar en ferias de ciencia, concursos e iniciativas de divulgación científica que promuevan la experimentación. Asimismo, como profesores, es muy recomendable que expongamos nuestras demostraciones y actividades experimentales en congresos para docentes y eventos de divulgación y que las resumamos y compartamos en revistas como *Anales de Química de la RSEQ, Revista Española de Física, Eureka, Alambique, Faraday. Boletín de Física y Química* y tantas otras publicaciones didácticas. En definitiva, no se puede concebir una metodología en Física y Química que no tenga como eje central la experimentación. Fomentar la experimentación no solo significa acudir al laboratorio de vez en cuando, sino transformar el aula en un lugar donde contenidos teóricos y actividades experimentales van de la mano mediante iniciativas y proyectos que luego podemos mostrar fuera del aula en eventos de divulgación científica y cursos de formación del profesorado.

Nuria: Yo también he intentado siempre que la experimentación en mi labor docente no sea una actividad puntual, sino una forma de trabajar, integrándola de forma activa mediante trabajos de investigación escolar en los que los estudiantes, partiendo de sus propios intereses, plantean preguntas, diseñan pequeños experimentos, recogen datos y extraen conclusiones. De esta forma el alumnado deja de reproducir conocimiento y empieza a construirlo. La actitud también cambia completamente, pue se incrementa su motivación. Además, en muchos casos, estos proyectos han servido como base para participar en ferias científicas.

No se puede concebir una metodología en Física y Química que no tenga como eje central la **experimentación**. Fomentar la experimentación no solo significa acudir al **laboratorio** de vez en cuando, sino también **transformar el aula** en un lugar donde contenidos teóricos y actividades experimentales van de la mano, por ejemplo, mediante **demostraciones experimentales**.

Una forma de promover la experimentación en Física y Química a lo largo de la historia ha sido la realización de experiencias de cátedra y de ciencia recreativa. Sin embargo, es una práctica docente que no siempre se promueve suficientemente. ¿Qué valoración os merecen las demostraciones experimentales?

Fernando: Las demostraciones experimentales en el aula son una herramienta fundamental y necesaria como complemento a las explicaciones teóricas, tanto para facilitar la comprensión y aplicación de los contenidos teóricos como para aumentar la atención y curiosidad. Una variante que me ha resultado muy eficaz en mis clases han sido las "demostraciones colaborativas", que cuentan con la participación directa de algunos estudiantes y la implicación del resto de la clase, a la par que permiten poner en práctica las etapas propias del método científico.

Nuria: En efecto. Es muy importante que estas demostraciones experimentales no se queden solo en un espectáculo, sino que se acompañen de reflexión, discusión y conexión con los contenidos teóricos.

Pablo: Además, las demostraciones experimentales captan el interés de los estudiantes y hacen que les guste más nuestra asignatura. No se trata de complicarse en realizar demostraciones sofisticadas y que requieran de mucha preparación. Es mejor que sean sencillas, con materiales y dispositivos asequibles y caseros. Así son más didácticas, directas y captan más el interés y la atención del alumnado. Como decía James C. Maxwell (1831-1879): *"El valor educativo de un experimento es, a menudo, inversamente proporcional a la complejidad del dispositivo experimental".*

© 2026 Real Sociedad Española de Química

https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2164

Otra estrategia para fomentar la experimentación es la participación en ferias científicas, algo que los tres habéis promovido en vuestras trayectorias docentes en eventos como la Feria Madrid es Ciencia, Science on Stage, Ciencia en Acción, ConCienciarte, Open Science Cambre o Diverciencia, entre otras muchas. ¿Por qué consideráis que son de interés para el profesorado y cómo animaríais a otros docentes que no hayan dado el paso a participar con su alumnado?

Nuria: Las ferias científicas son, sin lugar a dudas, un excelente complemento a la enseñanza experimental. Cuando los alumnos participan en ferias científicas ocurre algo muy interesante. Tienen que reorganizar sus ideas, traducirlas al lenguaje científico, anticipar preguntas… y en ese proceso, la comprensión se vuelve mucho más profunda. El alumnado no solo aprende química, sino que la comunica y ese paso de «contar ciencia» es clave, porque genera un alto grado de implicación y tiene un impacto enorme en su motivación y su autoestima. En ese momento dejan de ser estudiantes y se convierten en protagonistas del conocimiento y divulgadores de la ciencia. A los docentes interesados en participar con su alumnado les diría que se inicien sin miedo y sin grandes pretensiones: una buena pregunta y un enfoque sencillo pueden dar lugar a experiencias muy valiosas.

Fernando: Para el docente, las ferias científicas ofrecen un magnífico foro de intercambio de experiencias, favorecen la actualización didáctica, promueven la innovación e impulsan la creación de proyectos conjuntos. Además, trabajar codo con codo con el alumnado y con un fin común mejora las relaciones entre estudiantes y docentes e impulsa vocaciones científicas. Para aquellos docentes que decidan dar el paso, les aconsejo primero visitar las ferias científicas y comprobar el ambiente de entusiasmo que se vive en ellas. Después, es fundamental elegir un tema interesante y motivador.

Pablo: Así es. El docente que quiera participar con su alumnado debe saber que lleva mucho trabajo participar en ferias científicas, pero merece la pena. Los alumnos que acuden a las ferias científicas te tratan de otra manera, con más confianza, pero con respeto. Se entusiasman aprendiendo, explicando y experimentando. Además, es beneficioso para fomentar el trabajo en grupo de forma responsable. También crean vínculos afectivos con otros compañeros e incluso con estudiantes de otros centros.

Para el profesorado, las **ferias científicas** ofrecen un magnífico foro de intercambio de ideas, experiencias y recursos. Para el alumnado, son una oportunidad para **aprender ciencia de forma práctica, en equipo, divulgando y experimentando**. Además, permiten despertar **vocaciones científicas** entre nuestros jóvenes.

De vuestras palabras y trayectorias profesionales es posible colegir que llevar la experimentación a las aulas de Física y Química es posible. No obstante, más allá de las acciones individuales del profesorado, ¿qué medidas creéis que sería necesario tomar desde los centros y las administraciones públicas para hacer de la experimentación una realidad en ESO y Bachillerato?

Fernando: Si bien el docente es el corazón del sistema educativo, algunos aspectos para mejorar la experimentación no están a su alcance y dependen de instancias superiores, como los equipos directivos de los centros, el Servicio de Inspección, las Consejerías, el Ministerio de Educación, etc. En mi opinión, sería necesario rediseñar el currículo de Física y Química de ESO y Bachillerato para reducir los contenidos teóricos, dejando espacio a la experimentación como método de construcción de conocimiento, no solo como verificación. Se debería incluir con carácter permanente desdobles de laboratorio en todos los cursos y ofrecer cursos de formación al respecto para los docentes.

Pablo: Creo que la parte experimental y práctica de la asignatura debería estar específicamente incluida en el currículo en todos los cursos, incluso en 2.º Bachillerato. Esto obligaría a la Administración a garantizar un mínimo de desdobles para cada grupo de Física y Química. Además, es importante que la experimentación tenga más presencia en la formación del profesorado. También, los propios contenidos de Física y Química del temario oficial no deberían alejarse, en la medida de lo posible, de una orientación práctica, ligada a la realidad cotidiana del alumnado.

Nuria: Al igual que mis compañeros, considero que la formación del profesorado es fundamental, no solo en técnicas y gestión de laboratorios, sino en metodologías didácticas que integren la experimentación. También considero clave revisar el currículo para que sea más flexible y menos reiterativo. Además, sería deseable reorganizar tiempos y espacios para facilitar el trabajo práctico: que la experimentación no sea una excepción, sino rutina en clase de Física y Química.

Muchas gracias por vuestras valiosas contribuciones a una cuestión muy frecuente en los debates sobre educación científica, pero todavía sin resolver. Nos gustaría despedir esta mesa redonda invitándoos a realizar un último alegato al valor de la experimentación para la enseñanza y el aprendizaje de la Química.

Nuria: En clase de Química el alumnado practica una y otra vez problemas similares y acaba aprendiendo a reconocer patrones. Pero reconocer patrones no es lo mismo que comprender. Nos encontramos con estudiantes que saben aplicar fórmulas, pero no saben explicar qué está sucediendo realmente a nivel químico y más aún, no saben relacionar la química con el mundo que les rodea. La experimentación es esencial porque transforma el aprendizaje en algo vivo, que permite conectar

© 2026 Real Sociedad Española de Química

la teoría con la realidad. El alumnado pasa de memorizar conceptos a comprenderlos, de repetir fórmulas a interpretar fenómenos. Además, la experimentación acerca la ciencia a su verdadera naturaleza: una actividad basada en la observación, la duda y la comprobación.

Pablo: Hay una cita popular atribuida a Confucio muy útil para mostrar la importancia de la experimentación: *«Me lo contaron y lo olvidé; lo vi y lo entendí; lo hice y lo aprendí».* Cuanta más experimentación directa y práctica, mejor se asimila el conocimiento. En nuestra actividad docente comprobamos que, frecuentemente, el alumnado es capaz de repetir conocimientos teóricos, pero debemos tener presente que los asimila auténticamente cuando los tiene que aplicar, sobre todo en supuestos prácticos. Además, nuestra asignatura se basa en el método científico que el alumnado debe aprender aplicándolo a través de la experimentación.

Fernando: Siguiendo con las citas populares, hay un proverbio chino que dice: *«Más vale una onza de práctica que una tonelada de teoría».* Aplicando este proverbio a nuestro caso, podríamos decir: *«Mediante la experimentación el interés del estudiante se multiplica por mil».* La experimentación no solo permite aplicar el método científico a la resolución de problemas científicos, sino que también es muy eficaz para resolver problemas cotidianos y desarrollar el pensamiento crítico. Por aportar otra cita, decía Santo Tomás de Aquino, patrón de los estudiantes, que *«el asombro es el deseo de conocimiento».* Creo que es fundamental que el profesorado de Física y Química despierte curiosidad en el alumnado, transmita entusiasmo por su asignatura, experimente con seguridad y recuerde que el rigor no está reñido con el sentido del humor, también una excelente herramienta para conseguir un aprendizaje más ameno.

Un **currículo** menos extenso, garantizar **desdobles de laboratorio**, realizar **demostraciones experimentales**, promover la participación del alumnado en **ferias científicas** y reforzar la **formación práctica del profesorado**: algunas medidas para que la experimentación no sea una excepción, sino rutina en clase de Física y Química.



Fernando Ignacio de Prada Pérez de Azpeitia
GEDH, RSEF-RSEQ
C-e: fernando.pradaperez@educa.madrid.org
ORCID: 0000-0003-4754-0605

Profesor de Física y Química en la Comunidad de Madrid. Miembro del GEDH (RSEQ-RSEF) y de la DEDF (RSEF). Ha participado de forma activa en eventos de divulgación científica como la Feria Madrid es Ciencia, Ciencia en Acción, El Pati de la Ciència (Universidad de Alicante), ConCienciarte (Círculo de Bellas Artes de Madrid), Feria AEMENER de carreras STEM (UPM), Jornadas DDD (Disfrutar Divulgando Desinteresadamente), etc. Entre sus colaboraciones se encuentran instituciones y empresas, como Aula Mentor (Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes), el Centro de Innovación y Formación del Profesorado de la Comunidad de Madrid (CTIF), la Real Sociedad Española de Química (RSEQ), la Real Sociedad Española de Física (RSEF), el Grupo Editorial SM y el Museo Nacional del Prado.



Nuria Muñoz Molina
Colegio La Inmaculada, Algeciras
GEDH, RSEF-RSEQ
C-e: nmunozmolina@lainmaculadaalgeciras.com
ORCID: 0009-0007-6246-4504

Profesora de Química y directora del Colegio La Inmaculada de Algeciras. Vocal del GEDH (RSEQ-RSEF). Es embajadora de Science on Stage. Organiza y participa en múltiples eventos de divulgación científica como Diverciencia, Ciencia en Acción, Open Science Cambre, Jornadas DDD y festivales de Science on Stage en Reino Unido, Hungría, Portugal, República Checa y Finlandia. Ha sido ponente en diversos congresos nacionales e internacionales como Didáctica de la Física en Noordwijk (Paises Bajos), Institute of Physics en Rugby (Inglaterra), Scientix, Congreso Iberoamericano de Docentes en Algeciras, Jornadas para la Enseñanza de las Ciencias en Lleida y en Zaragoza y VII Congreso Internacional de Didáctica de la Química (en el que fue ponente plenaria), entre otros. En 2025 recibió el Premio a Tareas Educativas y Divulgativas a Profesores de Enseñanzas Preuniversitarias de la RSEQ.



Pablo Cassinello Espinosa
GEDH RSEF-RSEQ
C-e: pbcassi@gmail.com
ORCID: 0000-0002-1108-5439

Doctor en Ciencias Químicas. Ha sido profesor de Física y Química de Enseñanza Secundaria durante más de 30 años. Miembro del GEDH (RSEQ-RSEF) y de la DEDF (RSEQ). Ha participado con su alumnado de instituto en numerosas ferias científicas. Fue galardonado con Primer Premio y Menciones de Honor en varios certámenes del concurso Ciencia en Acción. Ha sido participante y ponente en iniciativas como El Patí de la Ciencia, ConCienciarte (Círculo de Bellas Artes de Madrid) o las Jornadas DDD, así como en cursos y congresos didácticos organizados por el Centro Territorial de Innovación y Formación de la Comunidad de Madrid, el Colegio de Doctores y Licenciados, Science on Stage (Londres) y Scientix (en Bruselas y en Madrid), entre otros. Es autor de múltiples artículos en revistas sobre didáctica de la física y la química.

© 2026 Real Sociedad Española de Química

Anales de Química de la RSEQ

An. Quím. RSEQ, 2026, 122 (Extra.), 278-284
https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2146

La revista de la Real Sociedad Española de Química

ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

I.amAble: Talleres experimentales como herramienta para la enseñanza inclusiva de ciencias

I.amAble: Experimental workshops as a tool for inclusive science teaching

Santiago Herrero Domínguez[1,2,3,*], Inmaculada Álvarez-Serrano[1,3], Cristián Cuerva de Alaíz[1], Irune Torrontegui Villate[4] y Luisa M.ª Mesías Pérez[5]

[1]*Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Complutense de Madrid.*

[2]*Instituto de Tecnología del Conocimiento, Universidad Complutense de Madrid.*

[3]*Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química (GEDH), RSEF-RSEQ.*

[4]*Instituto de Enseñanza Secundaria Duques de Nájera, Logroño.*

[5]*Colegio Público de Educación Especial La Quinta de El Pardo, Madrid.*

PALABRAS CLAVE:

Laboratorio
Formación profesorado
Educación secundaria
Diversidad cognitiva
Pedagogía diferencial

RESUMEN:

El Proyecto *I.amAble* es una iniciativa de innovación docente que busca mediante talleres experimentales unir la enseñanza de las ciencias con la inclusión educativa de personas con discapacidad intelectual. Utiliza un diseño multicapa y la adaptación de conceptos abstractos a experiencias prácticas y sensoriales accesibles para todos los niveles de comprensión. Favorece el desarrollo de la empatía, la colaboración y la adaptabilidad a entornos diversos, y se asocia con valoraciones positivas hacia la ciencia y con una mejora de la autoestima del alumnado con diversidad cognitiva. Mediante la colaboración entre alumnado universitario, de secundaria y de educación especial, se pretende que la alfabetización científica se convierta en un derecho real y un motor de transformación social.

KEYWORDS:

Laboratory
Teacher training
Secondary education
Cognitive diversity
Differential pedagogy

ABSTRACT:

The *I.amAble* Project is a teaching innovation initiative that seeks to combine science education with the educational inclusion of people with intellectual disabilities through experimental workshops. It employs a multi-layered design and adapts abstract concepts into practical, sensory experiences accessible to all levels of understanding. It fosters the development of empathy, collaboration, and adaptability to diverse environments, and is associated with positive attitudes toward science and improved self-esteem among students with cognitive diversity. Through collaboration among university students, secondary school students, and special education students, it aims to make scientific literacy a tangible right and a driver of social transformation.

Introducción

I.amAble nace como un proyecto de innovación educativa que trata de conjugar el aprendizaje de conceptos científicos con la inclusión educativa de personas con discapacidad intelectual. En realidad, *I.amAble* es una iniciativa en la que convergen dos necesidades sociales: la mejora de la cultura científica de la sociedad y la inclusión de las personas con discapacidad.

I.amAble ha sido fruto de la evolución de experiencias previas que, a su vez, nacieron de la convicción profunda de que cualquier persona tiene derecho no sólo a disfrutar de la ciencia sino a participar de los experimentos y las experiencias científicas y del desarrollo científico-tecnológico.[1,2]

Los orígenes de *I.amAble* se remontan a 2010, cuando se organizaron por primera vez, en la Facultad de Ciencias Químicas de la UCM, talleres de química para personas con diversidad cognitiva, en el marco de la Semana de la Ciencia de Madrid. En 2015, la colaboración con el Centro de Educación Especial Estudio 3 Afanias (Madrid) dio lugar a la creación del proyecto ConCiencia Inclusiva,[3] que reunió a profesionales de diversas instituciones educativas para diseñar talleres de ciencia inclusivos. Esta iniciativa, que recibió el Premio ENCIENDE (2015-16) a la Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar, condujo a la formalización del Proyecto de Innovación Docente *I.amAble* en la UCM, que se desarrolla de forma continuada desde 2016 con la participación de numerosos centros de educación secundaria y de educación especial de la Comunidad de Madrid.

La primera edición de *I.amAble* (2016-17) se focalizó en el diseño y selección de fichas para hacer talleres (aunque también se impartieron talleres). La segunda edición (2017-18) puso un especial énfasis en impartir los talleres en un mayor número de centros educativos. En la tercera edición (2018-19) se puso el acento en los procesos de evaluación. Y en la cuarta edición (2019-20), se priorizó la integración, a modo de experiencia piloto, de *I.amAble* en asignaturas formales, concretamente en *Complementos de Física* y *Complementos de Química*, del Máster en Formación del Profesorado de la UCM, en la especialidad de *Física y Química*. El impacto de los talleres en el

CÓMO CITAR: S. Herrero-Domínguez, I. Álvarez-Serrano, C. Cuerva de Alaíz, I. Torrontegui Villate, L. M. Mesías Pérez. *An. Quím. RSEQ* **2026**, 122, 278-284, https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2146

* C-e: sherrero@ucm.es

Manuscrito recibido: 08/07/2026 · aceptado: 15/09/2026

© 2026 Real Sociedad Española de Química

alumnado de secundaria y de educación especial ha sido el objeto de estudio de una tesis doctoral.[4]

La pandemia de la COVID-19 interrumpió el desarrollo del proyecto, que recientemente ha recibido un nuevo impulso y se ha extendido a otras comunidades autónomas (Aragón, Castilla-La Mancha, La Rioja y Valencia) e incluso fuera de España (Colombia), Figura 1.

I.amAble trata de dar respuesta a la existencia de una brecha significativa entre las políticas inclusivas teóricas y su implementación práctica en el aula,[5] tratando de responder a algunas de las necesidades educativas y sociales derivadas de esta situación.

En este contexto, *I.amAble* se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, especialmente con el ODS 4, que promueve una educación inclusiva, equitativa y de calidad para todas las personas, y con el ODS 10, orientado a reducir las desigualdades. En particular, la meta 4.5 hace referencia explícita a la necesidad de garantizar el acceso a todos los niveles educativos de las personas en situación de vulnerabilidad, incluidas las personas con discapacidad, mientras que la meta 10.2 plantea promover la inclusión social, económica y política de todas las personas, independientemente de su discapacidad.[6,7] Desde esta perspectiva, el diseño de experiencias científicas accesibles y compartidas como las desarrolladas en *I.amAble* constituye una contribución concreta a la construcción de entornos educativos más inclusivos y a la reducción de las barreras que dificultan la participación plena en el aprendizaje de las ciencias.

Necesidades de educación superior y formación docente: Existe una necesidad de reforzar la formación docente para responder a la diversidad presente en las aulas. El futuro personal docente debe adquirir las competencias prácticas necesarias para gestionar aulas con capacidades mixtas y proporcionar el andamiaje pedagógico práctico necesario para las diversas necesidades de aprendizaje, mejorando su empleabilidad profesional y contribuyendo a una sociedad más inclusiva.[8] Paralelamente, quienes forman docentes y mentorizan escolares requieren itinerarios de formación estructurados para adquirir las competencias específicas necesarias para apoyar al profesorado en formación de ciencias en la implementación eficaz de prácticas de laboratorio inclusivas.

Necesidades pedagógicas en la escuela secundaria: La enseñanza de las ciencias plantea el reto de conectar los conceptos científicos con fenómenos y situaciones relevantes para el alumnado, favoreciendo una participación activa y estimulando el pensamiento científico. Un desafío clave es favorecer el desarrollo del pensamiento crítico y de las prácticas y habilidades científicas mediante metodologías basadas en la indagación, que permitan al alumnado participar activamente en la exploración, interpretación y comunicación de fenómenos científicos. Esto requiere modelos pedagógicos validados que evolucionen de la instrucción abstracta hacia una metodología basada en la indagación.[9] Sin embargo, la adaptación de las actividades a la diversidad del alumnado puede requerir una planificación adicional por parte del profesorado. Por ello, disponer de recursos y propuestas científicas inclusivas, accesibles y fácilmente adaptables puede facilitar su implementación en contextos educativos diversos.[10]

Equidad inclusiva y necesidades del alumnado de ciencias: El alumnado con diversidad cognitiva puede encontrar barreras específicas para acceder y participar en el aprendizaje de las ciencias, a pesar de que la alfabetización científica constituye una competencia relevante para todas las personas.[9] Es necesario establecer mecanismos específicos para garantizar que este alumnado no solo esté presente, sino que participe activamente y alcance sus objetivos en entornos científicos.

El reto, por tanto, es diseñar talleres que resulten atractivos y formativos para todas las personas participantes, permitiendo que todas compartan una misma experiencia científica y alcancen diferentes niveles de comprensión en función de sus características y capacidades. Por ello, se utiliza la metáfora de la cebolla, o modelo cebolla, para transmitir la idea de que una misma actividad puede ofrecer diferentes niveles de profundidad y abstracción. Las personas con menos desarrollo del pensamiento formal pueden centrar su aprendizaje en los aspectos más empíricos y manipulativos de la experiencia, mientras que otras pueden profundizar en niveles de mayor abstracción conceptual. En ambos casos, la actividad y el fenómeno científico son compartidos, aunque la profundidad de la comprensión alcanzada pueda ser diferente. En las experiencias inclusivas, especialmente cuando participan personas con discapacidad intelectual, el grado de profundización o los resultados de aprendizaje alcanzados pueden ser diferentes para cada participante. No obstante, esta diversidad de objetivos no implica renunciar a la exposición y comprensión de los fundamentos científicos de las experiencias.

En el otro extremo, tal vez se sitúe la profesora experta o el especialista en los conceptos que se ilustran con el taller. A estas personas, no solo se les supone capacidad suficiente, sino también formación y experiencia para llegar al corazón de la cebolla. El resto de las personas se sitúan en las capas intermedias, con mayor o menor profundidad en función de muchos factores, extrínsecos e intrínsecos, como su formación, capacidad, disposición, experiencia, estado de ánimo o motivación.

Preparar talleres que se desarrollen simultáneamente en varias capas, o grados de profundidad, constituye un reto considerable, pero varias generaciones de docentes rurales de escuelas unitarias han demostrado que es posible diseñar propuestas inclusivas para alumnado de diferentes edades, niveles de formación y grados de desarrollo.



Figura 1. Taller realizado en el laboratorio de la Institución Educativa Santa Librada de Cali, Colombia.

Objetivos

El objetivo principal de *I.amAble* es desarrollar en el alumnado universitario competencias transversales para la enseñanza y la divulgación de la ciencia, favoreciendo el desarrollo de la empatía y de la capacidad para comunicarse, improvisar y adaptarse a un público heterogéneo.

Otros objetivos secundarios son:

© 2026 Real Sociedad Española de Química

- Consolidar algunos de los contenidos y conceptos adquiridos en los estudios de grado mediante su profundización y aplicación.
- Proporcionar a los futuros profesionales una experiencia educativa inclusiva que permita valorar la diversidad como riqueza.
- Incorporar talleres científicos en centros educativos no universitarios como recurso didáctico y de desarrollo personal en la formación de las personas con o sin discapacidad mediante una metodología inclusiva.
- Promover la creatividad, la innovación metodológica y el intercambio de experiencias entre profesionales de distintos ámbitos.
- Institucionalizar una experiencia educativa piloto que contribuya a avanzar hacia un modelo más inclusivo.
- Incentivar la colaboración entre todos los estamentos universitarios (estudiantes, PTGAS y PDI).
- Fortalecer las redes intrauniversitarias y las relaciones de colaboración con otras instituciones.
- Desarrollar el trabajo cooperativo entre la universidad y los centros educativos no universitarios para favorecer la continuidad y calidad de las líneas educativas del alumnado desde la educación secundaria hasta la universidad.
- Mejorar la cultura científica de la sociedad.
- Poner en valor las contribuciones de la ciencia a la sociedad.

Metodología

El proyecto sigue una lógica de implementación por fases para desarrollar, probar e integrar prácticas científicas inclusivas.

Fundamento pedagógico y lógica de intervención: *I.amAble* se fundamenta en la alfabetización científica como un derecho y un motor del desarrollo social.[11,12] Si bien los entornos de aprendizaje inclusivos mejoran las habilidades sociales y comunicativas de todas las personas participantes,[13] el profesorado suele señalar una formación insuficiente para abordar la diversidad cognitiva, y las prácticas de laboratorio inclusivas aún carecen de indicadores sólidos para evaluar su eficacia.[14,15] La experimentación práctica y colaborativa apoya la motivación, la interacción entre pares y la resolución de problemas en todos los niveles de capacidad,[16] pero lograr esto en la práctica requiere una colaboración interdisciplinaria estructurada con roles claramente definidos: el profesorado especialista en educación especial organiza la intervención, diseña y brinda adaptaciones alineadas con las necesidades del alumnado,[17] mejorando la autoeficacia del personal docente junto con los resultados académicos y sociales del alumnado.[18]

Para responder a estos desafíos, *I.amAble* adopta un *marco de Inclusión Basado en la Evidencia*,[19] que prioriza: (1) el apoyo educativo en la práctica docente, (2) la organización estructurada de los procesos de intervención y adaptación, (3) el apoyo socioemocional para fomentar un clima positivo, y (4) la colaboración interdisciplinaria. Esto fortalece y mide las competencias y actitudes inclusivas tanto en docentes actuales como en formación.

En general, la metodología busca una transformación estructural de los programas de formación, pasando de la instrucción tradicional a la *Traducción del Conocimiento*, aprovechando tecnologías de asistencia de bajo costo y materiales adaptativos para garantizar que las barreras financieras no impidan la replicación en diversos contextos.

Adaptado de los modelos provenientes del ámbito sanitario,[20] *I.amAble* aplica un proceso deliberado para traducir abstracciones científicas de alto nivel en experiencias de aprendizaje accesibles y multisensoriales. El puente metodológico de la traducción del conocimiento se opera a través de tres dimensiones:

- De lo abstracto a lo concreto: La indagación guiada y las narrativas científicas atractivas transforman la teoría en experiencias prácticas (la transición del aprendizaje sobre la célula a la construcción de un modelo celular).
- Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA): Se proporcionan múltiples medios de representación (p. ej., pictogramas, infografías, modelos 3D de bajo coste) cuando los formatos escritos o simbólicos crean barreras cognitivas. Para facilitar la participación del alumnado con diferentes necesidades de apoyo, se elaboraron recursos visuales que proporcionaban un andamiaje para la realización de las diferentes etapas experimentales (se muestra un fragmento seleccionado sobre el material correspondiente al taller *Bioquímica del otoño* en la Figura 2).



Figura 2. Recurso visual adaptado con la lista de material utilizado en la práctica Bioquímica del otoño utilizando pictogramas de ARASAAC [21]. Reproducido de ref. [4].

- Ciencia para la Vida: El conocimiento formal se convierte en conocimiento funcional vinculado a la vida cotidiana, la autonomía y la seguridad.

Metodología de los Talleres: Los talleres de laboratorio requieren que el alumnado universitario diseñe e implemente actividades en entornos reales de secundaria, creando una dinámica de aprendizaje colaborativo que sirve como vehículo esencial para la transformación pedagógica. La implementación práctica sigue un ciclo estructurado con las siguientes fases:

- Organización del grupo: El alumnado universitario forma grupos para preparar un taller práctico inclusivo (4-5 estudiantes).
- Selección del taller: Los grupos eligen entre un catálogo validado de talleres científicos atractivos o diseñan uno nuevo basado en las plantillas de *I.amAble* .
- Preparación de materiales: Los grupos preparan una ficha didáctica y desarrollan materiales y hojas de trabajo prácticos y seguros utilizando pictogramas/infografías, aplicando el puente de la traducción de conocimiento de

© 2026 Real Sociedad Española de Química

lo abstracto a lo concreto. Se realizan evaluaciones de riesgos para todos los procedimientos experimentales.

- Verificación del taller: Los experimentos se verifican en laboratorios universitarios con la retroalimentación del resto del alumnado, del profesorado universitario, del personal técnico de laboratorio, así como de profesorado de secundaria y de educación especial, sobre la precisión científica, los protocolos de seguridad, la accesibilidad y la eficacia.
- Sesiones de orientación: Se prepara al alumnado de secundaria y de educación especial para gestionar las expectativas, fomentar la receptividad y comprender la dinámica de emparejamiento.
- Implementación del taller: Evento central donde parejas mixtas de estudiantes (de secundaria y de educación especial), realizan experimentos dirigidos por el alumnado universitario en los laboratorios de la escuela secundaria anfitriona, con el apoyo del profesorado supervisor del centro y del profesorado de educación especial (Figura 3). El ciclo estandarizado proporciona un protocolo replicable que puede adaptarse a distintos contextos, manteniendo al mismo tiempo la coherencia metodológica.



Figura 3. Taller realizado en los laboratorios del IES Duques de Nájera, Logroño.

Resultados y discusión

Los talleres de *I.amAble* han sido conducidos fundamentalmente por estudiantes de grado (mayoritariamente del Grado en Química). No obstante, debido a su naturaleza formativa intrínseca, en los últimos tiempos, se ha derivado hacia su inclusión en el Máster en Formación del Profesorado, concretamente en la Especialidad de *Física y Química*. Este tipo de talleres puede contribuir a la preparación del profesorado para que pueda manejar con éxito una clase con personas con una gran diferencia en su capacidad cognitiva.

Desde las primeras experiencias en el Máster, concretamente en la parte práctica de la asignatura *Complementos de Química*, la satisfacción personal y la sensación generalizada de la utilidad de la experiencia hacen que el alumnado no solo se involucre en el proyecto, sino que la motivación e interés por la asignatura mejoran apreciablemente respecto a cursos anteriores. Al menos, esas son las impresiones del profesorado universitario. Es más, un número significativo de estudiantes suele solicitar seguir trabajando en el proyecto de forma voluntaria al finalizar sus estudios.

La evaluación del desempeño del alumnado del Máster se basa en la preparación y puesta a punto de los talleres, pero sobre todo en la impartición de los mismos. Se supervisa y tutoriza al alumnado universitario, pero no es necesario estar controlando su trabajo, ya que, ante la perspectiva de impartir una clase práctica en un mismo espacio de aprendizaje con estudiantes de secundaria, personas con discapacidad y profesorado de distintos niveles educativos, su autoexigencia es mucho mayor de la que suelen tener cuando se emplean otros tipos de prácticas y otros métodos de evaluación. Por tanto, de manera natural desarrollan estrategias para la adaptación del lenguaje a la diversidad, actitudes hacia la inclusión, competencias docentes y sociales.

En cuanto a los centros de educación especial, debe tenerse en cuenta que uno de sus objetivos principales es mejorar la respuesta educativa de su alumnado. Cuando se les propone participar en el Proyecto *I.amAble* , lo aceptan como un nuevo reto para poder trabajar conceptos científicos de una manera más completa e inclusiva, al incorporar estudiantes de centros ordinarios de secundaria de edad similar y estudiantes universitarios guiados por profesionales de la educación y de las ciencias experimentales.

La implementación de los talleres siempre supone un trabajo minucioso en el que hay que identificar y eliminar barreras físicas, sensoriales, cognitivas y emocionales que pueden dificultar el proceso de aprendizaje. Como se ha mencionado anteriormente, se suelen incorporar como refuerzo fichas elaboradas con reducción de texto y con pictogramas para quienes presentan dificultades con la lectoescritura.

Lo que más suele valorarse es que haya un buen grado de socialización entre todo el estudiantado participante de diferentes instituciones (especialmente con su pareja del instituto de secundaria), y que los talleres se relacionen con aspectos de la vida cotidiana, como la cocina. Además, en muchas ocasiones, el Proyecto *I.amAble* ha propiciado un contacto asiduo entre centros educativos y generado sinergias entre ellos. El profesorado de educación especial también tiene la posibilidad de visibilizar a su alumnado en diferentes escenarios de aprendizaje. Pero quizá, lo más importante sea la mejora de la autoestima del alumnado de educación especial, que se resume en la frase verbalizada por uno de sus estudiantes: *Por fin hacemos lo mismo*. Esta expresión refleja la posibilidad de participar en una misma experiencia científica junto con sus iguales, independientemente de que el nivel de profundización conceptual alcanzado por cada participante pueda ser diferente.

En los centros de educación secundaria se valora muy positivamente la experiencia porque responde a un modelo educativo que apuesta por acercar al alumnado a la diversidad, favoreciendo la convivencia, la igualdad de oportunidades y el aprendizaje a través de la experiencia directa. Además, pone de manifiesto la importancia de crear espacios de aprendizaje compartido en los que todas las personas tienen mucho que aportar y aprender, demostrando que las actividades científicas también pueden ser un espacio de inclusión y de convivencia.

Con respecto al impacto en el alumnado de secundaria, se observa cómo los talleres favorecen el crecimiento personal y académico, desarrollando habilidades y fomentando valores como la empatía, la cooperación y el respeto a la diversidad. También representan una oportunidad única para desenvolverse con autonomía y participar activamente en un entorno educativo diferente. Normalmente el alumnado se implica bastante, colabora, incluso con entusiasmo, y reconoce que esta experiencia le acerca a una realidad con la que puede encontrarse en un futuro, si no le ha tocado ya de cerca.

Aunque desde el principio todas las personas implicadas parecían llevarse una impresión muy positiva de la experiencia, la única manera de evaluar el impacto de esta metodología en los diferentes tipos de alumnado era tratar de hacer pruebas

© 2026 Real Sociedad Española de Química

https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2146

más objetivas. En este sentido, la tesis doctoral de Sofía Torrecilla,[4] se ocupó de investigar el impacto de los talleres inclusivos en el alumnado de secundaria y de educación especial. Para ello, no solo se realizaron talleres de química y de física inclusivos, formados por parejas mixtas de estudiantes de secundaria y educación especial, sino que se establecieron dos grupos de comparación o control: un grupo formado exclusivamente por parejas de personas con discapacidad intelectual de distintos centros de educación especial; y otro formado por parejas de estudiantes de distintos centros de educación secundaria.

Los resultados mostraron, en cuanto a las *actitudes hacia la ciencia*, que el alumnado de educación especial presentó valoraciones significativamente más positivas que el alumnado de secundaria, en todos los tipos de agrupamiento, más positivas en el agrupamiento no inclusivo.

Respecto al *aprendizaje de ciencias*, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en función del carácter inclusivo o no inclusivo de la intervención en el alumnado de educación especial. Sin embargo, cabe destacar que en el alumnado de secundaria no solo se obtuvo una mejora estadísticamente significativa en las puntuaciones medias de aprendizaje de física y química antes y después de la intervención para todo el estudiantado, sino que esta mejora fue estadísticamente superior en el grupo inclusivo respecto al grupo de control.

Conclusiones

El proyecto *I.amAble* se viene centrando, desde hace más de 10 años, en el diseño e implementación de talleres inclusivos de ciencia, con interés particular en la participación de personas con discapacidad intelectual. De las experiencias y estudios llevados a cabo a lo largo de los años se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- *Integración efectiva de ciencia e inclusión*. El proyecto demuestra que es posible conjugar el aprendizaje de conceptos científicos con la inclusión social, partiendo de la premisa de que todas las personas deben tener acceso a la alfabetización científica, independientemente de su capacidad cognitiva.
- *Beneficios multidimensionales para quienes participan*. El *estudiantado universitario* desarrolla competencias transversales como la empatía, la capacidad de comunicación adaptada y la improvisación. Además, muestra una mayor motivación y autoexigencia al enfrentarse a entornos reales de diversidad. El *alumnado de educación especial* experimenta una mejora en su autoestima al participar en las mismas actividades que sus iguales y muestra actitudes más positivas hacia la ciencia tras la intervención. El alumnado de secundaria no solo desarrolla valores como la cooperación y el respeto, sino que los resultados académicos en física y química son significativamente más altos cuando aprenden en entornos inclusivos en comparación con grupos no inclusivos.
- *Innovación pedagógica del Modelo Cebolla*. Esta metodología permite que una misma actividad ofrezca diferentes niveles de profundidad. Mientras unas personas se quedan en la parte empírica y manipulativa (*piel de la cebolla*), otras pueden llegar a los conceptos más abstractos (*capas más profundas de la cebolla*), permitiendo que todas participen activamente según su capacidad.
- *Traducción del conocimiento y Diseño Universal*. El éxito del proyecto radica en transformar abstracciones científicas en experiencias multisensoriales y funcionales vinculadas a la vida cotidiana, utilizando herramientas como pictogramas e infografías (DUA) para eliminar barreras cognitivas.
- *Evaluación del impacto del modelo*. Los resultados obtenidos en una tesis doctoral desarrollada en el marco del proyecto muestran una mejora significativa del aprendizaje de ciencias tras la intervención, así como un efecto positivo de la inclusión en el alumnado de secundaria. En el alumnado de educación especial, no se observaron diferencias significativas en el aprendizaje de los conceptos científicos en función del tipo de intervención.
- *Escalabilidad y colaboración institucional*. Lo que comenzó como talleres locales en la UCM se ha consolidado como un modelo replicable que ha empezado a expandirse a otras comunidades autónomas y países, fortaleciendo las redes entre universidades y centros escolares.

Agradecimientos

Agradecemos la financiación recibida del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (Fundación para la Ciencia y la Tecnología, Departamento de Cultura Científica y de la Innovación, FCT-24-21309), de la Sección Territorial de Madrid de la Real Sociedad Española de Química (ADE1-2026-002) y de la Universidad Complutense de Madrid (proyecto de Innovación N.° 57, 2026). Pero, sobre todo, agradecemos la colaboración del personal de 63 instituciones educativas (centros de educación especial, de educación secundaria y universidades) así como la implicación de innumerables estudiantes de universidad que son quienes han impartido casi todos los talleres.

Bibliografía

[1] Naciones Unidas, "La Declaración Universal de los Derechos Humanos", disponible en https://www.un.org/es/about-us/universal-declaration-of-human-rights, **2026** (consultado: 07/10/2026).
[2] UNESCO, "Recommendation on Science and Scientific Researchers", disponible en https://www.unesco.org/en/recommendation-science, **2026** (consultado: 07/10/2026).
[3] S. Herrero Domínguez, J. Perles-Hernáez, A. M. López Pérez, M. C. Jiménez de la Hoz, J. M. Fernández Rodríguez, M. Gibaja-Jiménez, A. Alonso-Martínez, *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Secc. Aula, Museos y Colecciones* **2017**, *4*, 5-13.
[4] S. Torrecilla Manresa, Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, **2023**.
[5] E. Roinioti, S. Cherouvis, S. Filipowicz, A. Addis, K. Chappell, K. Karpouzis, *Educ. Sci.* **2025**, *15*, 779, https://doi.org/10.3390/educsci15060779.
[6] United Nations, "Sustainable Development Goals: Goal 4 – Quality Education" disponible en https://www.un.org/sustainabledevelopment/education/, **2026** (consultado: 07/10/2026).
[7] United Nations, "Sustainable Development Goals: Goal 10 – Reduced Inequalities", disponible en https://www.un.org/sustainabledevelopment/inequality/, **2026** (consultado: 07/10/2026).
[8] D. Fonseca, E. Jurado, A. García-Holgado, R. Olivella, F. J. García-Peñalvo, M. Sanchez-Sepulveda, D. Amo, G. Maffeo, Ö. Yiğit, C. Hofmann, K. Quass, G. Sevinç, Y. Keskin, en *Trends on Active Learning Methods and Emerging Learning Technologies* (Eds.: F. J. García-Peñalvo, M. L. Sein-Echaluce, Á. Fidalgo-Blanco), Springer Nature, Singapore, **2022**, pp. 29-50, https://doi.org/10.1007/978-981-19-7431-1.
[9] S. E. Wilson, W. J. Therrien, J. Gersib, M. Rojo, V. J. VanUitert, G. Lovette, M.A. Longhi, S. Benson, S. R. Powell, C. T. Doabler, *Sci. Educ.* **2026,** *110*(2), 639-65, https://doi.org/10.1002/sce.70029.
[10] M. T. Brunengo, A. Rocca, A. Mollo, R. Guevara, M. Ortega, I. Núñez, G. González, *Educ. Chem. Eng.* **2026**, *54*, 100493, https://doi.org/10.1016/j.ece.2025.10.003

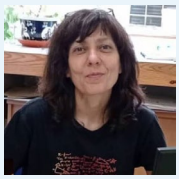
© 2026 Real Sociedad Española de Química

[11] G. Aikenhead, G. Orpwood, P. Fensham, en *Exploring the landscape of scientific literacy* (Eds.: C. Linder, L. Östman, D. A. Roberts, P.-O. Wickman, G. Ericksen, A. MacKinnon), Routledge, **2010**, pp. 38-54.
[12] B. Miller, T. Doughty, G. Krockover, *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities* **2015**, *50*, 356-368, https://doi.org/10.1177/21541647150500031O.
[13] L. Meléndez-Rodríguez, *Rev. Colomb. Educ.* **2020**, *79*, 325-346, https://doi.org/10.17227/rce.num79-10351.
[14] A. Raviv, S. Cohen, E. Aflalo, *Res. Sci. Educ.* **2019**, *49*, 331-345, https://doi.org/10.1007/s11165-017-9618-2.
[15] S. Seng, P. Reth, C. Kun, K. Srieng, S. Mom, *Integr. Sci. Educ. Teach. Act. J.* **2025**, *6*, 111-121, https://doi.org/10.21154/insecta.v6i1.10668.
[16] L. Andersen, B. Nash, *J. Sci. Educ. Stud. Disabil.* **2016**, *19*, 17-38.
[17] M. R. Librea-Carden, B. K. Mulvey, L. A. Borgerding, A. L. Wiley, T. Ferdous, *Int. J. Sci. Educ.* **2021**, *43*, 949-968, https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1893857.
[18] M. P. Phelan, Tesis Doctoral, Lindenwood University, **2018**.
[19] S. Finkelstein, U. Sharma, B. Furlonger, *Int. J. Incl. Educ.* **2021**, *25*, 735-762, https://doi.org/10.1080/13603116.2019.1572232.
[20] A. C. G. Vieira, D. Gastaldo, D. Harrison, *Rev. Bras. Enferm.* **2020**, *73*, e20190179, https://doi.org/10.1590/0034-7167-2019-0179.
[21] Centro Aragonés para la Comunicación Aumentativa y Alternativa, "Pictogramas y recursos para la Comunicación Aumentativa y Alternativa (CAA)", disponible en https://www.arasaac.org, **2026** (consultado: 07/10/2026).



Santiago Herrero Domínguez
Facultad de Ciencias Químicas e Instituto de Tecnología del Conocimiento, Universidad Complutense de Madrid (UCM)
C-e: sherrero@ucm.es
ORCID: 0000-0002-9901-1142

Doctor en Ciencias por la Universidad de Zaragoza. Profesor Titular del Departamento de Química Inorgánica y director del Grupo de Investigación *Materiales Moleculares y Poliméricos basados en Compuestos de Coordinación* de la Universidad Complutense de Madrid. Coordinador del Proyecto *I.amAble* desde su inicio en 2016 hasta la actualidad. Premio a la Innovación Educativa en Química de la Comunidad de Madrid 2026. Evaluación Docentia Excelente (2022-2025). Primer Premio Ciencia en Acción 2019 en la modalidad de Ciencia Ingeniería y Valores. Premio ENCIENDE (Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar) 2015-16. Tiene reconocidos cinco sexenios de investigación.



Inmaculada Álvarez Serrano
Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Complutense de Madrid (UCM)
C-e: ias@ucm.es
ORCID: 0000-0003-1360-034X

Profesora Titular del Departamento de Química Inorgánica de la UCM. Cuenta con cuatro sexenios de investigación y evaluaciones *Docentia* excelentes (2015-2024). Desde hace más de quince años imparte docencia en el Máster en Formación del Profesorado. Participación en proyectos de innovación docente y actividades de divulgación científica, y en la organización de congresos y cursos de la Real Sociedad Española de Química. Primer Premio Ciencia en Acción 2019 (en Ciencia Ingeniería y Valores). Responsable de la edición actual del Proyecto de Innovación *I.amAble* –UCM. Desde 2022 es coordinadora de inclusión de la Facultad de Ciencias Químicas de la UCM.



Cristián Cuerva de Alaíz
Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Complutense de Madrid (UCM)
C-e: c.cuerva@ucm.es
ORCID: 0000-0003-3478-8281

Profesor Ayudante Doctor del Departamento de Química Inorgánica de la UCM, compagina su labor docente e investigadora con actividades de innovación educativa. Cuenta con un sexenio de investigación (2015–2021) y una evaluación *Docentia* excelente (2022-2025). Responsable de proyectos de innovación y mejora de la calidad docente centrados en promover la inclusión, la igualdad y la mejora de la conciliación estudiantil-familiar en Educación Superior. También participa en actividades de divulgación científica y en la organización de jornadas y congresos docentes. Es miembro del proyecto *I.amAble* desde el pasado año 2025.



Irune Torrontegui Villate
Instituto de Enseñanza Secundaria Duques de Nájera, Logroño (La Rioja)
C-e: itorronteguiv01@larioja.edu.es

Profesora Titular del Departamento de Física y Química del Instituto de Educación Secundaria Duques de Nájera de Logroño. Desarrolla su actividad en docencia, investigación e innovación educativa. Cuenta con dos sexenios en docencia secundaria, bachillerato y grado básico especial docencia. Colaboradora desde hace años en proyectos científicos con la Universidad de la Rioja y en proyectos de divulgación científica.

© 2026 Real Sociedad Española de Química

https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2146



Luisa M.ª Mesías Pérez

Colegio Público de Educación Especial La Quinta de El Pardo, Madrid

C-e: cpee.laquinta.madrid@educa.madrid.org

Profesora especialista en Pedagogía Terapéutica, Matemáticas y Ciencias, Educación infantil y Educación Física. Jefa de estudios (2001-2013) y directora (2013 hasta la actualidad) del CPEE La Quinta. Realizó el Curso de Formación de Dirección de Centros de Innovación por la UNED. Desde 2013-2014 ha participado activamente en proyectos europeos (Proyectos eTwinning) obteniendo sellos de calidad nacional y europeos y en el 2015-2017 participó en ERASMUS + KAI *Job Shadowing de las buenas prácticas en colegios de Educación Especial.* Coordinadora de la Agrupación de Centros convocatoria 23 con cinco IES de diferentes Comunidades.



© 2026 Real Sociedad Española de Química

Anales de Química de la RSEQ

An. Quím. RSEQ, 2026, 122 (Extra.), 285-290
https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2142

La revista de la Real Sociedad Española de Química

ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

Un jardín químico sostenible para la enseñanza de la química en educación secundaria

A sustainable chemical garden for secondary chemistry education

Marisa Prolongo Sarria[1,2,*] **y Gabriel Pinto Cañón**[2,3]

[1] *I.E.S. Mediterráneo, Málaga.*

[2] *Grupo Especializado en Didáctica e Historia, Reales Sociedades Españolas de Física y de Química.*

[3] *E.T.S. de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid.*

PALABRAS CLAVE:

Educación secundaria
Enseñanza de la química
Jardín químico
Sostenibilidad
Silicato de sodio
Sulfato de magnesio

RESUMEN:

Los jardines químicos constituyen recursos valiosos para la enseñanza experimental de la química, ya que permiten explorar visualmente fenómenos como la precipitación, la solubilidad, la ósmosis y la autoorganización. Sin embargo, su uso en contextos escolares suele verse limitado por el empleo de sales metálicas potencialmente tóxicas, su coste y la gestión de los residuos generados. En este trabajo se presenta una adaptación sostenible del experimento diseñada para alumnado de educación secundaria, en la que las sales metálicas convencionales se sustituyen por sulfato de magnesio y se emplea gel de sílice comercial como soporte poroso, junto con colorantes alimentarios hidrosolubles. La propuesta conserva el interés visual y conceptual del fenómeno, al tiempo que mejora su seguridad, accesibilidad y viabilidad en el laboratorio escolar. Se analiza su valor como recurso didáctico para favorecer la observación, la formulación de hipótesis y la interpretación de procesos fisicoquímicos en educación secundaria.

KEYWORDS:

Chemical garden
Chemistry education
Magnesium sulfate
Secondary education
Sodium silicate
Sustainability

ABSTRACT:

Chemical gardens are valuable resources for experimental chemistry teaching because they enable the visual exploration of phenomena such as precipitation, solubility, osmosis, and self-organization. However, their use in school settings is often limited by the employment of potentially toxic metal salts, their cost, and the management of the resulting waste. This paper presents a sustainable adaptation of the experiment designed for secondary school students, in which conventional metal salts are replaced with magnesium sulfate and commercial silica gel is used as a porous support, together with water-soluble food dyes. The proposal preserves the visual and conceptual interest of the phenomenon while improving its safety, accessibility, and feasibility in the school laboratory. The paper discusses its value as a teaching resource for promoting observation and the interpretation of physicochemical processes in secondary education.

Introducción

El jardín químico constituye uno de los experimentos más llamativos de la química por la rapidez con la que genera estructuras tubulares y ramificadas de apariencia vegetal a partir de reactivos inorgánicos. En su versión clásica, el fenómeno se observa al introducir cristales de determinadas sales metálicas en una disolución acuosa de silicato de sodio o vidrio soluble, dando lugar en pocos minutos u horas a precipitados autoorganizados que evocan tallos, corales o pequeñas formaciones vegetales.[1-4]

Además de su atractivo visual, el jardín químico presenta un notable interés científico, ya que en su formación intervienen fenómenos de precipitación, transporte de materia, diferencias de concentración, ósmosis y dinámica de fluidos. Esta complejidad explica que el fenómeno siga despertando interés más allá de su valor demostrativo y refuerza también su potencial para la enseñanza de la química.[5]

Desde el punto de vista didáctico, el jardín químico resulta especialmente útil en educación secundaria porque permite trabajar de manera visual e integrada conceptos como precipitación, solubilidad, membranas semipermeables, gradientes de concentración, ósmosis, densidad y crecimiento de estructuras. Al mismo tiempo, su componente visual favorece la curiosidad del alumnado y el planteamiento de preguntas científicas a partir de la observación directa.

Sin embargo, su incorporación al laboratorio escolar plantea dificultades. Las versiones tradicionales suelen emplear sales de metales como cobre, hierro, cobalto o níquel, menos recomendables en contextos de manipulación frecuente por razones de seguridad, coste y gestión de residuos. En este sentido, la búsqueda de versiones alternativas constituye una línea de interés didáctico. Entre las propuestas descritas, destaca el empleo de gel de sílice presente en ciertos tipos de arena de gato comercial (ver Figura 1) como soporte del reactivo, en lugar de los propios gránulos de sal, lo que permite una demostración sencilla, rápida y visual del fenómeno.[6]

Partiendo de estas aportaciones, en este artículo se presenta una adaptación del jardín químico dirigida a alumnado de 3.º de ESO. La propuesta sustituye las sales metálicas más

CÓMO CITAR: M. Prolongo Sarria, G. Pinto Cañón. *An. Quím. RSEQ* **2026**, 122, 285-290, https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2142

* C-e: marisaprolongo@hotmail.com

Manuscrito recibido: 25/06/2026 · aceptado: 31/07/2026

© 2026 Real Sociedad Española de Química

problemáticas por sulfato de magnesio y emplea gel de sílice comercial como soporte poroso, junto con colorantes alimentarios hidrosolubles. El objetivo es conservar el interés visual y conceptual del fenómeno en una versión más segura, accesible y viable para el laboratorio escolar.



Figura 1. Ejemplo de envase arena de gato comercial fabricada con gel de sílice. Fuente: M. Prolongo.

Fundamentación científica y didáctica

En el jardín químico tradicional, cuando una sal metálica entra en contacto con una disolución acuosa de silicato de sodio se forma por precipitación una membrana semipermeable compuesta por silicato, óxido e hidróxido del catión metálico. La diferencia de concentración entre el interior y el medio externo favorece la entrada de agua por ósmosis, lo que incrementa la presión interna. Cuando la membrana se rompe, el contenido interno sale al exterior, precipita de nuevo y da lugar a tubos o filamentos que continúan creciendo.[7,8]

El crecimiento suele ser predominantemente ascendente porque la densidad del líquido contenido en el interior de la membrana suele ser menor que la de la disolución externa. De hecho, se han descrito experimentos de formación de jardines químicos en microgravedad, en las que las estructuras crecen sin los efectos habituales de la flotabilidad, lo que pone de manifiesto la complejidad del fenómeno.[9]

La relevancia científica del jardín químico queda reflejada también en trabajos recientes sobre el efecto de distintas moléculas en su formación y en el desarrollo de un nuevo campo interdisciplinar denominado quimiobriónica (*chemobrionics*), centrado en la autoorganización de estructuras tubulares complejas. Este campo, que utiliza el jardín químico como modelo, abarca desde la investigación de nuestros orígenes biológicos hasta la creación de nuevas generaciones de materiales tecnológicos.[10,11] Aunque en secundaria basta con usar el jardín químico para ilustrar conceptos básicos (precipitación, diferencia de concentración, semipermeabilidad, presión y crecimiento de estructuras). El interés didáctico del experimento reside, precisamente, en su capacidad para hacer visibles fenómenos que a menudo se presentan de forma abstracta en el aula. La observación del crecimiento de las estructuras permite conectar la descripción macroscópica con una interpretación científica sencilla y favorece secuencias de trabajo basadas en la observación, la formulación de hipótesis y la discusión de resultados.

En los jardines químicos convencionales, los cristales de sal suelen apoyarse sobre una capa de arena.[3] También se han descrito otros procedimientos, como la incorporación de disoluciones acuosas de la sal absorbidas en microesferas de agarosa,[12] y el empleo de gel de sílice presente en algunas arenas de gato comerciales.[6] En la adaptación propuesta, el empleo de sulfato de magnesio reduce la peligrosidad asociada a otras sales metálicas y facilita la preparación del experimento en el laboratorio escolar. Por su parte, el gel de sílice actúa como soporte poroso que libera gradualmente el reactivo y favorece un crecimiento más controlado y observable.

La incorporación de colorantes alimentarios hidrosolubles amplía, además, las posibilidades didácticas del experimento. Al desligar el color de la propia sal empleada, se mejora la visibilidad del fenómeno sin necesidad de recurrir a distintas sales metálicas coloreadas, lo que contribuye a reforzar la observación y la interpretación de las estructuras formadas.

Objetivos

El objetivo general del experimento fue diseñar e implementar una versión escolarmente viable del jardín químico para alumnado de 3.º de ESO, basada en criterios de seguridad, sostenibilidad y valor didáctico. De este objetivo general se derivaron los siguientes objetivos específicos:

- Adaptar el jardín químico clásico a un formato más seguro y accesible para educación secundaria.
- Reducir la toxicidad y el coste del experimento mediante el empleo de sulfato de magnesio como reactivo principal.
- Mejorar la observación del crecimiento de las estructuras mediante el uso de gel de sílice como soporte poroso.
- Utilizar el experimento como contexto para trabajar contenidos de química y física relacionados con precipitación, solubilidad, membranas semipermeables, ósmosis y autoorganización.
- Favorecer la participación activa del alumnado en una actividad manipulativa, visual e indagativa.

Contexto educativo del experimento

La propuesta se desarrolló con alumnado de 3.º de ESO y se planteó principalmente como práctica de aula para promover la observación y la interpretación de fenómenos químicos. El interés principal de la actividad radicó en adaptar un experimento clásico a las condiciones reales del laboratorio escolar y al nivel de comprensión propio de la educación secundaria.

En este contexto, el montaje debía reunir varias condiciones: resultar visualmente atractivo, ser científicamente explicable, seguro para su manipulación y de preparación razonablemente sencilla, además de tener un coste asumible. De manera complementaria, la experiencia se proyectó a actividades de divulgación, como alguna feria científica, pero esta dimensión, aunque muy enriquecedora para los alumnos participantes, no constituyó el eje principal de la propuesta.

Materiales y diseño experimental

Los materiales empleados fueron: disolución de silicato de sodio comercial (marca Alquera), sulfato de magnesio heptahidratado—comercializado como sales de Epsom—, gel de sílice procedente de arena de gato, colorantes alimentarios hidrosolubles y recipientes transparentes adecuados para la observación del crecimiento de las estructuras.

La elección del sulfato de magnesio respondió a una decisión didáctica y metodológica. Frente al uso de sales metálicas más problemáticas desde el punto de vista de la seguridad escolar, este reactivo permite plantear una versión más accesible del experimento sin renunciar al interés visual ni al valor conceptual del proceso. A ello se añade su bajo coste, su fácil

© 2026 Real Sociedad Española de Química

disponibilidad comercial y su familiaridad en contextos no estrictamente de laboratorio.

El gel de sílice, obtenido de determinados tipos de arena de gato comercial, actuó como soporte poroso de la disolución acuosa de sulfato de magnesio y del colorante. Al quedar el reactivo retenido en un material sólido que lo libera gradualmente, se favorece la aparición de filamentos más definidos, se reduce el enturbiamiento brusco del medio y mejora la observación del crecimiento. Además, esta forma de preparación simplifica el montaje y facilita la manipulación durante la actividad.

La incorporación de colorantes alimentarios hidrosolubles permitió reforzar la visibilidad de las estructuras sin necesidad de recurrir a distintas sales metálicas coloreadas. Además del montaje base, se realizaron ensayos comparativos variando la concentración de la disolución de silicato de sodio y la temperatura del sistema, así como pruebas exploratorias con otros soportes, como yeso.

Desarrollo de la actividad

La secuencia de trabajo se organizó en varias fases. En primer lugar, se preparó el soporte reactivo del gel de sílice que se introdujo en tarros con una disolución acuosa saturada de sulfato de magnesio a la que se añadieron unas gotas de colorante diferente en cada tarro (ver Figura 2). Las piezas de gel de sílice actúan como una "esponja selectiva" para absorber el agua y parte del colorante, y obligar al sulfato de magnesio a depositarse y cristalizar a su alrededor. Es un proceso de absorción y cristalización pasiva (ver Figura 3). Este paso permitía obtener pequeñas piezas sólidas capaces de actuar como núcleos reactivos.



Figura 2. Botes con arena de gato y disolución saturada de sulfato de magnesio con colorantes alimentarios. Fuente: M. Prolongo.

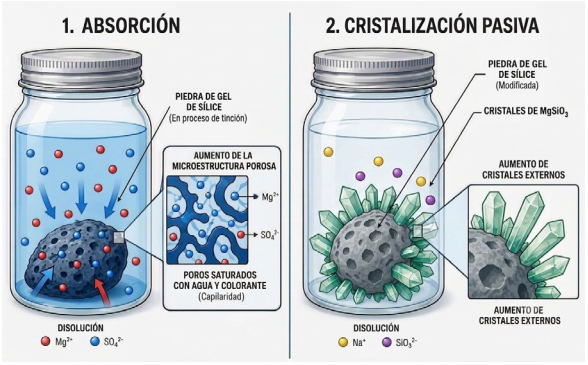


Figura 3. Proceso de absorción y cristalización pasiva: Fuente: Los autores, con empleo del programa IA Gemini.

La disolución sobresaturada de sulfato de magnesio se realiza de la siguiente manera:

1. Calentamiento: Se ponen 100 mL de agua en un vaso de precipitados y se calientan hasta unos 50°C-60°C. Al aumentar la temperatura, la solubilidad del sulfato de magnesio aumenta drásticamente (a 60° C supera los 100 g por cada 100 mL de agua).
2. Disolución: Se agregan entre 90 g y 100 g de sulfato de magnesio heptahidratado, poco a poco, mientras se agita constantemente. Se observa que, gracias al calor, todo el sólido se disuelve por completo, obteniendo una disolución transparente.

Seguidamente, se añaden dos gotas de colorante a cada tarro, con colores diferentes y, en este momento, se vierte la disolución sobresaturada de sulfato de magnesio a cada tarro.

A continuación, se preparó la disolución de silicato de sodio de concentración adecuada, y se vertió en un recipiente transparente adecuado (tipo pecera) para la observación del fenómeno. Una vez introducidos los fragmentos preparados de gel de sílice en la pecera, comenzó el crecimiento progresivo de las estructuras, que el alumnado pudo seguir visualmente durante el tiempo de la práctica. A los dos minutos ya están apareciendo las "ramas" y a la media hora ya se alcanza la altura casi definitiva, que se adquiere prácticamente en un día. En la Figura 4 se muestra el aspecto de un jardín químico preparado según lo indicado, al cabo de una hora.



Figura 4. Ejemplos de jardines químicos formados según se explica en el texto. Fuente: M. Prolongo.

En algunos ensayos se modificaron la concentración de la disolución de silicato de sodio o la temperatura del medio, con el fin de comparar su efecto sobre el crecimiento de las estructuras. Asimismo, se exploró el uso de soportes alternativos del sulfato de magnesio coloreado.

Se realizaron grupos de cuatro personas trabajando en el laboratorio, durante dos sesiones de una hora. En una primera sesión se llevó a cabo la preparación del reactivo de gel de sílice y el estudio del proceso. En una segunda sesión se estudió la influencia de la concentración, la temperatura y el soporte de reactivo utilizado, con la altura de las "ramas". En casa,

© 2026 Real Sociedad Española de Química

https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2142

los alumnos trabajaron con ayuda de la IA, para obtener un esquema adecuado de los procesos que suceden.

Dado el carácter básico e irritante de la disolución de silicato de sodio, se recomienda su manipulación con gafas de seguridad, guantes y bata, bajo supervisión del profesorado.

Los granos de arena de gato (gel de sílice) a los que se les añade una disolución sobresaturada de $MgSO_4$ y colorante se dejan en el tarro al menos un día, se sacan con una pinza y se ponen en un papel de filtro para que se sequen y ahora se introducen con la misma pinza en una disolución acuosa de silicato de sodio Na_2SiO_3, y se produce una reacción de doble sustitución instantánea en la superficie del grano, que puede representarse de forma simplificada mediante la ecuación:

$$\underset{\text{(soluble)}}{Na_2SiO_3} + \underset{\text{(soluble)}}{MgSO_4} \rightarrow \underset{\text{(insoluble)}}{MgSiO_3} + \underset{\text{(soluble)}}{Na_2SO_4}$$

El silicato de magnesio resultante es un sólido insoluble que precipita formando una fina membrana gelatinosa y coloidal. Esta membrana separa el interior del grano, rico en magnesio y colorante, del medio externo de silicato.

En la Figura 5 se muestra un esquema del proceso de formación de un jardín químico según lo indicado.

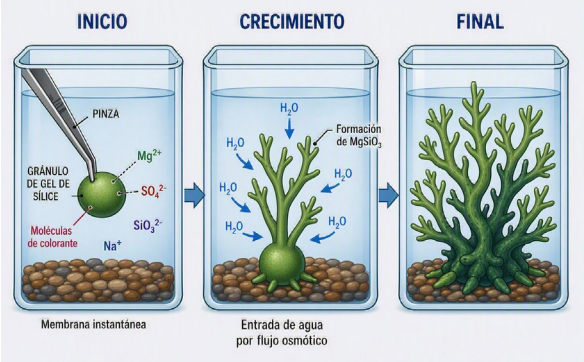


Figura 5. Proceso de formación de un jardín químico. Fuente: Los autores, con empleo del programa IA Gemini.

Entre otras variaciones, se realizaron jardines químicos añadiendo, aparte de todo lo anterior, pigmentos fluorescentes. Un ejemplo se muestra en la Figura 6.



Figura 6. Jardín químico con pigmentos fluorescentes e iluminado con luz ultravioleta. Fuente: M. Prolongo.

Una vez formado el jardín químico, se procede como en los convencionales: bien se deja como está, con el recipiente tapado para evitar la evaporación del agua, bien se decanta con cuidado la disolución de silicato de sodio, preservando las estructuras sólidas como adorno. De cualquier forma, hay que proceder con el tratamiento de residuos propio del laboratorio; si está permitido por la legislación el vertido de la disolución al fregadero, previamente hay que ajustar el pH (el carácter básico alto puede dañar las tuberías) y diluir con abundante agua.

Resultados y valoración del experimento

Los resultados obtenidos sugieren que la adaptación propuesta permite obtener jardines químicos de gran atractivo visual mediante un procedimiento más seguro y manejable que la versión tradicional. Las estructuras formadas presentaron un crecimiento filamentoso y ramificado suficientemente visible para el trabajo en el aula, y la incorporación del colorante reforzó la claridad de la observación.

En ensayos comparativos se estudió la influencia de la concentración de la disolución de silicato de sodio sobre el crecimiento de las estructuras. Para ello se prepararon montajes con disoluciones al 20 % y al 25 % en volumen de silicato de sodio comercial —por mezcla de una parte de vidrio soluble con cuatro partes de agua en el primer caso y una de vidrio soluble con tres de agua en el otro—. En las condiciones ensayadas, se observó que a la concentración del 25 % se obtenían ramas de mayor altura que a la del 20 %, lo que sugiere que, dentro de ese intervalo, la concentración del medio externo influye de forma apreciable en el desarrollo de los filamentos.

También se realizaron ensayos para estudiar la influencia de la temperatura sobre el crecimiento de las estructuras, comparando montajes a temperatura ambiente con otros mantenidos en un baño externo de agua caliente. Se observó que, a mayor temperatura (50 °C), el crecimiento inicial era más rápido, pero las columnas resultaban más rizadas, más débiles y de menor altura final. En cambio, a temperatura ambiente (23 °C), el crecimiento era más lento, pero las estructuras obtenidas mostraban mayor estabilidad y alcanzaban una mayor longitud (ver Fig. 7).

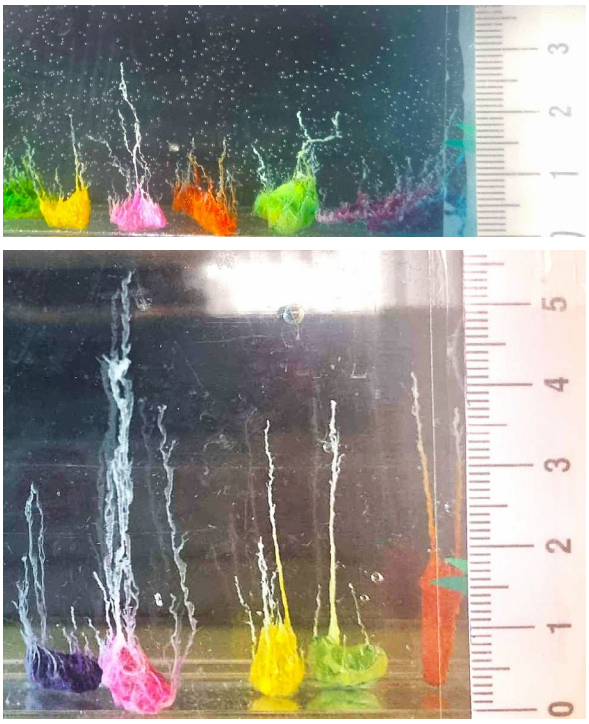


Figura 7. Jardines químicos, con escalas en centímetros, formados en una hora, a 50°C (arriba) y a 23°C (abajo). Fuente: M. Prolongo.

© 2026 Real Sociedad Española de Química

Este tipo de variaciones permitió promover la toma de datos y representaciones gráficas en los alumnos. Algunos de los resultados obtenidos, en los que se midió la altura de la columna más desarrollada en cada caso, se muestran en las Figuras 8 y 9.

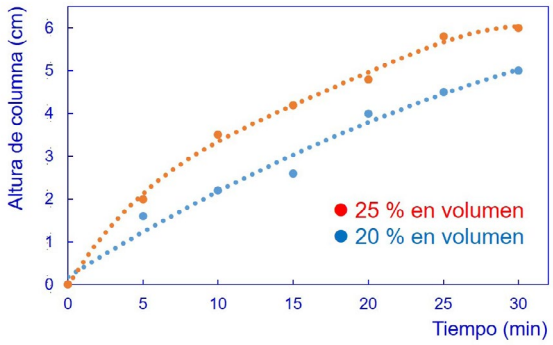


Figura 8. Influencia de la concentración de silicato de sodio en la altura de columna. Fuente: M. Prolongo y G. Pinto.

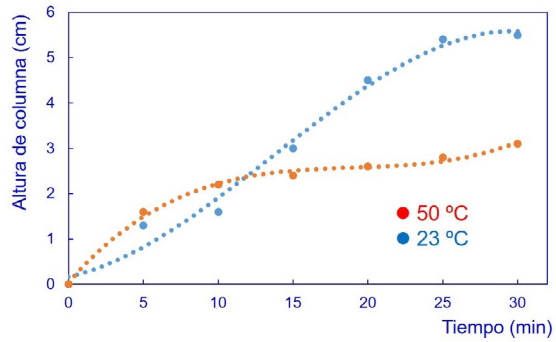


Figura 9. Influencia de la temperatura en la altura de columna. Fuente: M. Prolongo y G. Pinto.

Como ensayo complementario, se exploró el uso del yeso como soporte de la disolución de sulfato de magnesio coloreado (ver Figura 10). En este caso, las estructuras obtenidas presentaron un aspecto más opaco y texturas diferentes de las observadas con gel de sílice, en algunos casos más próximas a "paredes" minerales que a filamentos definidos. Estos resultados sugieren que el soporte influye no solo en la liberación del reactivo, sino también en la morfología final de las estructuras formadas.



Figura 10. Jardín químico formado con yeso como soporte (ver texto). Fuente: M. Prolongo.

Uno de los aspectos más relevantes fue la mejora en la observación del fenómeno al emplear gel de sílice como soporte. El mayor control del fenómeno permitió relacionar mejor el cambio visual con la secuencia de acontecimientos materiales que lo explican. En este sentido, la experiencia resultó adecuada para promover preguntas sobre el comportamiento del sistema y para apoyar la construcción de explicaciones científicas ajustadas al nivel del alumnado.

Discusión

Esta práctica conserva los rasgos que hacen del jardín químico una experiencia memorable —crecimiento visible, dinamismo y capacidad de sorpresa—, pero reduce algunos de los inconvenientes que limitan su implantación en el laboratorio escolar.

La sustitución de sales metálicas más problemáticas por sulfato de magnesio no debe entenderse como una mera simplificación del experimento, sino como una reformulación pedagógica orientada a compatibilizar interés experimental, seguridad y viabilidad didáctica. Del mismo modo, el uso del gel de sílice como soporte reactivo facilita una observación más clara del crecimiento y favorece montajes más manejables en el entorno escolar, en línea con propuestas previas basadas en soportes porosos.[6]

Los ensayos comparativos realizados sugieren, además, que variables como la concentración del medio externo, la temperatura o la naturaleza del soporte influyen de forma apreciable en la morfología y estabilidad de las estructuras. Estas observaciones refuerzan el interés del experimento como contexto para discutir con el alumnado la relación entre condiciones experimentales y comportamiento del sistema, sin necesidad de recurrir a explicaciones excesivamente complejas.

Por otra parte, la fundamentación fisicoquímica del jardín químico proporciona al profesorado un marco sólido para trabajar más allá de la espectacularidad inicial. La interpretación en términos de membrana, entrada de agua, aumento de presión y ruptura permite sostener explicaciones rigurosas y evitar interpretaciones simplistas del crecimiento observado.[5,7] En conjunto, la experiencia muestra que un experimento clásico puede reformularse para responder mejor a necesidades actuales de la educación científica, como la seguridad, la accesibilidad y la capacidad de generar aprendizaje significativo.

A través de internet, pueden encontrarse suministradores de juegos y regalos científicos que ofrecen kits para preparar jardines químicos siguiendo procedimientos análogos a lo aquí explicado; a veces en pequeños botes.

Conclusiones

El experimento desarrollado permite concluir que el jardín químico sostenible constituye una alternativa didáctica de interés para la enseñanza de la química en educación secundaria. La propuesta mantiene el atractivo visual del jardín químico clásico, pero mejora de forma notable su adecuación al contexto escolar mediante el empleo de materiales más accesibles y menos problemáticos desde el punto de vista de la seguridad y la gestión de residuos.

El uso de sulfato de magnesio y gel de sílice permite obtener estructuras suficientemente visibles y estables para trabajar en el aula contenidos relacionados con precipitación, solubilidad, membranas semipermeables, ósmosis y autoorganización. Al mismo tiempo, se favorece la observación, la formulación de hipótesis y la construcción de explicaciones científicas ajustadas al nivel del alumnado. En consecuencia, el jardín químico sostenible puede considerarse un recurso experimental transferible y de alto valor educativo para la enseñanza de la química. Su posible utilización en actividades de divulgación científica constituye una ventaja añadida.

Bibliografía

[1] "Les jardins chimiques". *Science Amusante*, disponible en: https://wiki.scienceamusante.net/index.php?title=Les_jardins_chimiques, 2026 (consultado: 15/06/2026).
[2] J. V. Alonso, *Taller de química espectacular*, Universidad Politécnica de Madrid, **2020**, p. 15.
[3] R. J. Gillespie, D. A. Humphreys, N. C. Baird, E. A. Robinson,

© 2026 Real Sociedad Española de Química

Química, Reverté, Barcelona, **1980**, p. 969.
[4] J. R. Glauber, *Furni Novi Philosophici*, Amsterdam, **1646**, pp.186-189.
[5] J. Pantaleone, A. Toth, D. Horvath, L. RoseFigura, W. Morgan, J. Maselko, *Phys. Rev. E* **2009**, *79*, 056221, https://doi.org/10.1103/PhysRevE.79.056221.
[6] M. Matsuoka, *J. Chem. Educ.* **2017**, *94*, 621-625, https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00707.
[7] D. Balköse, F. Özkan, U. Köktürk, S. Ulutan, S. Ülkü, G. Nişli, *J. Sol-Gel Sci. Technol.* **2002**, *23*, 253-263, https://doi.org/10.1023/A:1013931116107.
[8] S. Hussein, J. Maselko, J. T. Pantaleone, *Langmuir*, **2016**, *32*, 706-711, https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.5b04196.
[9] J. H. Cartwright, B. Escribano, C. I. Sainz-Díaz, L. S. Stodieck, *Langmuir* **2011**, *27*, 3294-3300, https://doi.org/10.1021/la104193q.
[10] M. R. Hooks, P. Webster, J. M. Weber, S. Perl, L. M. Barge, *Langmuir* **2020**, *36*, 5793-5801, https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.0c00502.
[11] C. Pimentel, M. Zheng, J. H. Cartwright, C. I. Sainz-Díaz, *ChemSystemsChem* **2023**, *5*(4), e202300002, https://doi.org/10.1002/syst.202300002.
[12] R. Makki, M. Al-Humiari, S. Dutta, O. Steinbock, O. Hllow, *Angew. Chem., Int. Ed.* **2009**, *48*(46), 8752-8756, https://doi.org/10.1002/anie.200903292.



Marisa Prolongo Sarria

I.E.S. Mediterráneo de Málaga. Grupo Especializado en Didáctica e Historia, común a las Reales Sociedades Españolas de Física y de Química

C-e: marisaprolongo@hotmail.com
ORCID:

Es licenciada en Ciencias Químicas por la Universidad de Málaga y profesora de física y química en el I.E.S. Mediterráneo de Málaga. Ha participado con sus alumnos en un buen número de actividades de divulgación científica, habiendo recibido premios en diversos certámenes como Ciencia en Acción. Tiene especial interés en el desarrollo de recursos educativos para un aprendizaje más activo por parte de los alumnos. Ha desarrollado múltiples actividades (ferias, encuentros, reuniones…) para promover la educación STEAM. Entre otros reconocimientos a su tarea, en 2015 recibió el Premio a la tarea educativa y divulgativa a profesores de enseñanzas preuniversitarias de la Real Sociedad Española de Química.



Gabriel Pinto Cañón

E.T.S. Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid. Grupo Especializado en Didáctica e Historia, común a las Reales Sociedades Españolas de Física y de Química

C-e: gabriel.pinto@upm.es
ORCID: 0000-0002-8961-7255

Licenciado (1985) y Doctor (1990) en Ciencias Químicas por la Universidad Complutense de Madrid, se incorporó como docente a la E.T.S. de Ingenieros Industriales (Universidad Politécnica de Madrid) en 1986, donde ejerce como catedrático de universidad (área de ingeniería química). Ha investigado sobre espectroscopía, polímeros y materiales compuestos de matriz polimérica, recursos didácticos, educación STEAM e historia de la ciencia, habiendo publicado más de 200 artículos. Ha dedicado un esfuerzo especial a la divulgación científica en multitud de formatos (conferencias, talleres, ferias, artículos, libros, webs…), reconocido por el Premio Nacional a la Difusión de la Ciencia otorgado en 2020 por la Confederación de Sociedades Científicas de España, entre otros.



© 2026 Real Sociedad Española de Química

Anales de Química de la RSEQ

An. Quím. RSEQ, 2026, 122 (Extra.), 291-295
https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2150

La revista de la Real Sociedad Española de Química

ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

Experiencias de bajo coste en el aula de Física y Química

Low-Cost experimental activities for physics and chemistry education

Jesús Verdeja Galán

IES Bezmiliana, Rincón de la Victoria, Málaga.

PALABRAS CLAVE:

Experimentación barata
Enseñanza de la física y la química
Aprendizaje experimental
Innovación educativa
Educación Secundaria

RESUMEN:

La experimentación constituye un elemento fundamental en la enseñanza de la física y la química, aunque las limitaciones de recursos dificultan su implementación en muchos centros educativos. En este trabajo se presentan tres experiencias de bajo coste, sencillas y seguras, destinadas principalmente al alumnado de Educación Secundaria: la formación de una nube en una botella, la combustión en una vela, y la electrólisis del agua con electrodos de grafito. Cada propuesta desarrolla su fundamento científico y aplicaciones didácticas, demostrando que es posible desarrollar actividades experimentales rigurosas, motivadoras y accesibles utilizando materiales cotidianos y de bajo coste.

KEYWORDS:

Low-Cost experimentation
Physics and chemistry education
Experimental learning
Educational innovation
Secondary Education

ABSTRACT:

Experimental work is a fundamental component of Physics and Chemistry education, although limited resources often hinder its implementation in many schools. This paper presents three simple, safe, and low-cost experimental activities designed for Secondary Education students: cloud formation in a bottle, candle combustion, and the electrolysis of water using graphite electrodes. Each activity includes its scientific background and educational applications, demonstrating that rigorous, engaging, and accessible experimental learning can be achieved using everyday, low-cost materials.

Introducción

La experimentación constituye uno de los pilares fundamentales en la enseñanza de Física y Química, ya que permite al alumnado comprender los fenómenos naturales mediante la observación directa, relacionar los modelos científicos con la realidad y desarrollar competencias como la formulación de hipótesis, la interpretación de resultados y la argumentación basada en evidencias.[1] En los últimos años, la didáctica de las ciencias ha reforzado el papel del aprendizaje basado en la indagación, poniendo de manifiesto que las actividades experimentales favorecen la motivación, el pensamiento crítico y la adquisición de habilidades científicas cuando el alumnado participa activamente en el diseño, desarrollo e interpretación de las experiencias.[2,3]

Sin embargo, la realización de prácticas o demostraciones experimentales continúa encontrando limitaciones en numerosos centros educativos debido al coste de los materiales, la disponibilidad de laboratorios o el tiempo necesario para preparar las actividades. En este contexto, la experimentación de bajo coste representa una excelente vía para acercar el trabajo experimental al alumnado mediante el empleo de materiales cotidianos, económicos o reciclados, sin renunciar al rigor científico. Además, diferentes estudios recientes destacan que las propuestas experimentales sencillas, visuales y basadas en la indagación favorecen la implicación del alumnado y constituyen la incorporación de metodologías activas en el aula.[4,5]

Con este propósito, el presente trabajo propone tres experiencias económicas dirigidas principalmente al alumnado de Educación Secundaria, con el objetivo de ofrecer al profesorado recursos experimentales sencillos, rigurosos y fácilmente reproducibles que favorezcan la enseñanza de la física y la química mediante metodologías activas.

Experiencias de bajo coste

La fábrica de nubes

Esta experiencia permite reproducir de forma sencilla y visual el proceso de formación de una nube en el interior de una botella, realizando una analogía del fenómeno que ocurre en la atmósfera. Mediante esta demostración se trabajan conceptos relacionados con la teoría cinético-molecular de la materia, los cambios de estado, la presión, la temperatura y el comportamiento de los gases. En la Tabla 1 aparecen recogidos los materiales necesarios y su coste aproximado.

Para llevar a cabo el experimento, se introduce una pequeña cantidad de etanol en el interior de una botella de plástico transparente de 500 mL. No es necesario medir el volumen

© 2026 Real Sociedad Española de Química

CÓMO CITAR: J. Verdeja Galán. *An. Quím. RSEQ* **2026**, 122, 291-295, https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2150

* C-e: jvergal752@g.educaand.es

Manuscrito recibido: 14/07/2026 · aceptado: 26/08/2026

del alcohol con precisión, ya que basta con unos mililitros que permitan humedecer las paredes internas de la botella. A continuación, se cierra la botella con su tapón y se agita durante unos segundos para favorecer la evaporación del alcohol y aumentar la concentración de vapor de etanol en su interior.

Tabla 1. Materiales necesarios para "La fábrica de nubes".

Material	Coste aproximado
Botella de plástico transparente de 500 mL con tapón	Reutilizada
Etanol (Alcohol de 96°)	0,80 €

Fuente: Elaboración propia.

Una vez generado el vapor, se comprime la botella ejerciendo presión con ambas manos sobre sus paredes, tal y como se muestra en la Figura 1. Tras mantener la presión durante unos segundos, se libera bruscamente y aparece una nube blanquecina en el interior de la botella (Figura 1b), que desaparece de nuevo al volver a comprimirla o al pasar unos segundos.

Este proceso puede repetirse varias veces consecutivas, permitiendo observar de forma clara la aparición y desaparición de la nube.

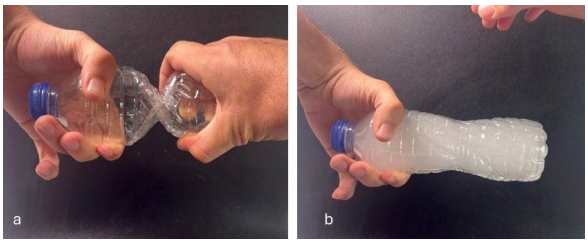


Figura 1. Experimento de "La nube en la botella". Figura 1a: presión ejercida sobre la botella. Figura 1b: formación de la nube en el interior de la botella.

El fenómeno observado puede explicarse a partir de los siguientes principios científicos:

En el interior de la botella existe inicialmente una mezcla de aire y vapor de etanol. Se emplea este compuesto porque presenta una presión de vapor considerablemente mayor que la del agua a temperatura ambiente, lo que favorece una elevada concentración de vapor y hace que el fenómeno sea mucho más visible.

Cuando se comprimen las paredes de la botella, disminuye el volumen disponible para los gases y aumenta la presión en su interior. En estas condiciones, las moléculas del aire y del vapor de etanol se encuentran más próximas entre sí y aumenta la frecuencia de sus colisiones. Al liberar bruscamente la presión, el gas se expande para ocupar nuevamente todo el volumen del recipiente. Durante esta expansión, las partículas se desplazan desde las regiones de mayor presión hacia aquellas donde la presión es menor, redistribuyéndose rápidamente hasta alcanzar un nuevo estado de equilibrio.

Este proceso de expansión tiene lugar en un intervalo de tiempo tan corto que puede considerarse prácticamente adiabático. Como consecuencia, el gas realiza trabajo sobre el entorno sin intercambiar una cantidad apreciable de calor, lo que provoca un descenso de su temperatura, que es suficiente para alcanzar la temperatura de saturación del vapor de etanol. Parte de dicho vapor se condensa formando diminutas gotas líquidas suspendidas en el aire. Estas microgotas dispersan la luz incidente y originan el aspecto blanquecino de la nube.

Al volver a comprimir la botella, la presión y la temperatura del gas aumentan nuevamente. En estas condiciones, las gotas de etanol se evaporan y la nube desaparece, de modo que el experimento puede repetirse sucesivamente.

Este fenómeno constituye una analogía del proceso de formación de las nubes en la atmósfera. Cuando una masa de aire asciende, encuentra regiones donde la presión atmosférica es menor, por lo que se expande y se enfría. Si la temperatura desciende hasta alcanzar el punto de rocío, el vapor de agua se condensa sobre pequeñas partículas en suspensión, conocidas como núcleos de condensación, dando lugar a la formación de las nubes. Si las gotas continúan creciendo y alcanzan un tamaño suficiente, pueden producirse precipitaciones.

Esta experiencia resulta especialmente adecuada para el alumnado de 2° de ESO en adelante, ya que permite introducir de forma visual y experimental conceptos relacionados con la teoría cinético-molecular de la materia, los cambios de estado y la influencia de la presión y la temperatura sobre el comportamiento de los gases. La formación y desaparición de la nube en el interior de la botella constituye un fenómeno sorprendente que facilita la comprensión de procesos que, habitualmente, pueden resultar abstractos para el alumnado.

En cursos superiores, como 3° y 4° de ESO o Bachillerato, la experiencia puede utilizarse para profundizar en las leyes de los gases y en la relación entre presión, volumen y temperatura, así como para introducir el concepto de expansión adiabática y explicar los procesos de condensación que tienen lugar en la atmósfera. Del mismo modo, permite establecer conexiones entre la Física y la Química y otras disciplinas, como las ciencias de la Tierra, favoreciendo una visión interdisciplinar de los fenómenos naturales.

Desde un punto de vista metodológico, esta actividad resulta especialmente apropiada para plantear una secuencia de aprendizaje basada en la indagación. Antes de realizar la demostración, se puede invitar al alumnado a formular hipótesis mediante preguntas como: ¿Qué ocurrirá al comprimir la botella? ¿Y cuándo se libere la presión? ¿Por qué aparece una nube en el interior si no se ha añadido agua líquida? ¿Creéis que el fenómeno sería el mismo si no se añadiera etanol? ¿Qué relación puede tener esta experiencia con la formación de las nubes en la atmósfera? Tras la observación del experimento, estas cuestiones pueden retomarse para contrastar las hipótesis iniciales con la explicación científica, favoreciendo el desarrollo del razonamiento crítico y la construcción del conocimiento a partir de la evidencia experimental.

Asimismo, la comparación entre el comportamiento del etanol y el del agua permite introducir el concepto de volatilidad y discutir las diferencias entre la nube generada en la botella y las nubes atmosféricas. En este contexto, puede explicarse que, mientras el etanol se condensa fácilmente debido a su elevada presión de vapor, en la atmósfera el vapor de agua necesita, además del enfriamiento del aire, la presencia de partículas en suspensión que actúan como núcleos de condensación. De este modo, el experimento no solo permite comprender un proceso físico, sino también interpretar un fenómeno cotidiano desde una perspectiva científica.

La llama viajera

Esta experiencia permite analizar los cambios de estado que experimenta la parafina durante la combustión de una vela y comprender el mecanismo por el que tiene lugar esta reacción química. En la Tabla 2 se muestran los materiales necesarios y su coste aproximado.

© 2026 Real Sociedad Española de Química

Tabla 2. Materiales necesarios para "La llama viajera".

Material	Coste aproximado
Vela de parafina	0,30 €
Mechero	1,00 €
Copa o tarro de vidrio transparente	Reutilizado

Fuente: Elaboración propia.

Para desarrollar la experiencia, se coloca la vela sobre una superficie estable o soporte y se enciende con ayuda de un mechero. Durante los primeros segundos puede observarse cómo la cera sólida situada alrededor de la mecha comienza a fundirse debido al calor liberado por la llama, formándose una pequeña reserva de parafina líquida.

Tras aproximadamente un minuto de combustión, cuando la vela produce una llama estable, se apaga cubriéndola con una copa o un tarro de vidrio transparente como se muestra en la Figura 2a. Al consumirse el oxígeno disponible en el interior del recipiente, la llama se extingue. A continuación, y sin demoras, se retira cuidadosamente el recipiente y se observa que de la mecha continúa ascendiendo un fino hilo blanquecino de humo durante unos segundos.

Si se aproxima la llama del mechero a este hilo de humo sin tocar directamente la mecha, la combustión se inicia en la parte superior de la columna de vapor y progresa rápidamente a lo largo de ella hasta alcanzar la mecha provocando que la vela vuelva a encenderse de forma espontánea, como se puede observar en la Figura 2b. Este fenómeno suele sorprender al alumnado, ya que aparentemente la llama "viaja" por el humo hasta reavivar la vela.



Figura 2. Experimento de "La llama viajera". Figura 2a: apagado de la vela agotando el oxígeno. Figura 2b: encendido de la vela gracias a la parafina que asciende.

La explicación científica de la experiencia se fundamenta en los siguientes procesos:

Las velas comerciales están constituidas principalmente por parafina, una mezcla de hidrocarburos sólidos obtenidos durante el refinado del petróleo. Aunque habitualmente se percibe que "arde la vela", no es correcto, ya que el combustible que alimenta la llama no es la parafina sólida, sino su vapor.

Al encender la mecha, el calor liberado por la combustión provoca la fusión de la parafina sólida situada en su base. La parafina líquida asciende entonces por el interior de la mecha gracias al fenómeno de la capilaridad. A medida que se aproxima a la llama, la temperatura aumenta hasta que la parafina se vaporiza. Es este vapor de hidrocarburos el que reacciona con el oxígeno del aire en una reacción de combustión altamente exotérmica, liberando energía en forma de calor y luz, además de producir principalmente dióxido de carbono y vapor de agua.

Cuando la vela se apaga al cubrirla con el recipiente de vidrio, la concentración de oxígeno disminuye hasta impedir que continúe la combustión. Sin embargo, la mecha permanece durante unos instantes a una temperatura elevada, por lo que la parafina sigue evaporándose incluso después de desaparecer la llama. El humo blanco que se observa inmediatamente después de apagar la vela está constituido por una mezcla de vapor de parafina y diminutas gotas de parafina condensada.

Al acercar una llama a esta columna de vapor, la energía de activación necesaria para iniciar la combustión vuelve a alcanzarse. La reacción química se propaga a través del vapor de parafina hasta llegar a la mecha, donde continúa evaporándose combustible de forma sostenida y la vela vuelve a encenderse. Esta demostración pone de manifiesto que la combustión tiene lugar en la fase gaseosa y no directamente sobre la cera sólida.

Esta experiencia puede desarrollarse desde 2° de ESO y constituye un recurso de gran interés para trabajar de forma integrada los cambios de estado, la teoría cinético-molecular de la materia y las reacciones químicas. El empleo de una vela, un objeto cotidiano y familiar para el alumnado, facilita la contextualización de estos conceptos y ayuda a diferenciar los cambios físicos que experimenta la parafina (fusión, vaporización y condensación) de la transformación química que tiene lugar durante la combustión. En cursos superiores, la actividad puede utilizarse para profundizar en conceptos como la energía de activación, el triángulo del fuego o las reacciones de oxidación.

Desde un punto de vista metodológico, la experiencia favorece el aprendizaje por indagación mediante preguntas previas como: ¿Qué es lo que realmente arde en una vela: la mecha, ¿la cera sólida o el vapor de parafina? ¿Qué ocurrirá si acercamos una llama al humo que desprende la vela recién apagada? ¿Será posible volver a encenderla sin tocar la mecha? Tras la demostración, estas cuestiones permiten interpretar las observaciones y comprender que el combustible es el vapor de parafina. La sencillez del montaje y su elevado impacto visual convierten esta actividad en una herramienta muy útil para fomentar la motivación del alumnado, el razonamiento basado en evidencias experimentales y un aprendizaje significativo.

Electrólisis del agua con electrodos de grafito

Esta experiencia permite realizar la electrólisis del agua mediante un montaje sencillo y de bajo coste, observando la formación de gases en ambos electrodos como consecuencia del paso de la corriente eléctrica. A través de esta demostración se introducen conceptos relacionados con las reacciones químicas, los procesos de oxidación y reducción, la conductividad eléctrica de las disoluciones y la estequiometría de una reacción química. En la Tabla 3 aparecen recogidos los materiales necesarios y su coste aproximado.

Para llevar a cabo la experiencia se llena un vaso de vidrio con aproximadamente 200 mL de agua y se añade una pequeña cantidad de bicarbonato de sodio, agitando la mezcla hasta conseguir su completa disolución. La función del bicarbonato de sodio no es participar en la reacción química, sino aumentar la conductividad eléctrica de la disolución, permitiendo el paso de la corriente entre ambos electrodos.

A continuación, se fijan dos minas de grafito con ayuda de las pinzas de madera o plástico, de manera que queden suspendidas en el interior del vaso sin llegar a tocarse como se muestra en la Figura 3a. Cada una de las minas se conecta mediante una pinza de cocodrilo a uno de los polos de una pila de 9 V, estableciendo así el circuito eléctrico.

© 2026 Real Sociedad Española de Química

https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2150

Tabla 3. Materiales necesarios para "Electrólisis del agua con electrodos de grafito".

Material	Coste aproximado
Dos minas gruesas de grafito	0,20 €
Dos cables con pinzas de cocodrilo	1,00 €
Pila de 9V	2,50 €
Vaso de vidrio transparente	Reutilizado
Dos pinzas de madera o plástico para tender la ropa	Reutilizado
Agua	-
Bicarbonato de sodio	2,00€/1 kg

Fuente: Elaboración propia.

Pocos segundos después de cerrar el circuito, comienzan a observarse burbujas de gas sobre la superficie de ambos electrodos. El desprendimiento gaseoso es claramente más intenso en el electrodo conectado al polo negativo de la pila, mientras que en el electrodo positivo se observa un burbujeo menos abundante. Si el montaje se mantiene durante varios minutos, esta diferencia resulta aún más evidente como se observa en la Figura 3b.

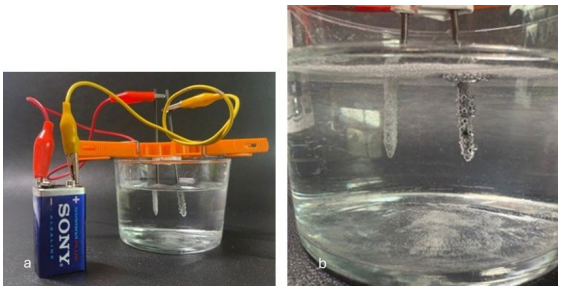


Figura 3. Experimento de "Electrólisis del agua con electrodos de grafito". Figura 3a: montaje experimental. Figura 3b: burbujeo de hidrógeno (electrodo de la izquierda) y de oxígeno (electrodo de la derecha).

El fenómeno observado puede explicarse mediante los siguientes principios científicos:

La electrólisis es un proceso mediante el cual la energía eléctrica se emplea para provocar una reacción química que no tendría lugar de forma espontánea. En esta experiencia, la corriente suministrada por la pila produce la descomposición del agua en sus elementos constituyentes: hidrógeno y oxígeno.

El agua pura es una sustancia con una conductividad eléctrica muy baja, por lo que apenas permite el paso de corriente. Para facilitar el proceso se añade bicarbonato de sodio, que al disolverse libera iones capaces de transportar la carga eléctrica a través de la disolución. Es importante destacar que el bicarbonato actúa únicamente como electrolito y no se consume durante la reacción, aunque genera un medio ligeramente básico. Como precaución es recomendable no utilizar cloruro de sodio como electrolito, ya que en determinadas condiciones podría producirse la oxidación de los iones cloruro y desprenderse pequeñas cantidades de cloro gaseoso.

Como electrodos se emplean minas de grafito debido a que este material presenta una buena conductividad eléctrica y una elevada resistencia química, por lo que no participa en las reacciones que tienen lugar durante la electrólisis.

En el electrodo conectado al polo negativo de la pila, denominado cátodo, tiene lugar la reducción del agua, generándose hidrógeno gaseoso:

$$4H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 2H_2(g) + 4OH^-(aq)$$

Por el contrario, en el electrodo conectado al polo positivo, denominado ánodo, se produce la oxidación, liberándose oxígeno gaseoso:

$$4OH^-(aq) \rightarrow O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^-$$

Sumando ambas semirreacciones, se obtiene la reacción global, que puede expresarse como:

$$2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 2H_2(g)$$

Una de las observaciones más interesantes de la experiencia es que el volumen de hidrógeno producido es aproximadamente el doble que el de oxígeno. Esta diferencia coincide con la estequiometría de la reacción global, ya que por cada molécula de oxígeno formada se generan dos moléculas de hidrógeno. El distinto ritmo de desprendimiento de burbujas constituye, por tanto, una evidencia experimental de las proporciones en las que se forman ambos gases.

Esta experiencia puede adaptarse a distintos niveles educativos. En 2° y 3° de ESO supone una excelente introducción al concepto de reacción química, permitiendo observar cómo una sustancia puede transformarse en otras diferentes mediante el aporte de energía. Además, ofrece la oportunidad de trabajar la conductividad eléctrica de las disoluciones y la diferencia entre materiales conductores y aislantes, justificando el empleo del grafito como electrodo y del bicarbonato de sodio como electrolito.

En 4° de ESO y Bachillerato, la actividad permite profundizar en los procesos de oxidación y reducción, la identificación del ánodo y del cátodo, el papel de los electrones en las reacciones electroquímicas y la interpretación de las semirreacciones. Asimismo, la diferencia en el volumen de los gases desprendidos constituye un recurso muy útil para trabajar el concepto de estequiometría de una forma visual y experimental.

Desde un punto de vista metodológico, el montaje favorece el aprendizaje por indagación, ya que permite plantear cuestiones previas como: ¿Por qué el agua pura apenas conduce la electricidad? ¿Qué función desempeña el bicarbonato? ¿Por qué se generan gases diferentes en cada electrodo? ¿Por qué se observa una mayor cantidad de burbujas en el cátodo que en el ánodo? Estas preguntas promueven la formulación de hipótesis y facilitan que el alumnado relacione las observaciones experimentales con los modelos científicos estudiados.

Conclusiones

La experimentación constituye un elemento esencial en la enseñanza de Física y Química, ya que permite al alumnado comprender los fenómenos científicos a partir de la observación y relacionar los modelos teóricos con situaciones cotidianas. Las experiencias presentadas demuestran que es posible desarrollar actividades prácticas de gran valor didáctico utilizando materiales reciclados y de bajo coste, facilitando la incorporación del trabajo experimental en cualquier contexto educativo.

Además de favorecer la comprensión de conceptos científicos, este tipo de propuestas incrementa la motivación y la

© 2026 Real Sociedad Española de Química

participación del alumnado, promoviendo un aprendizaje más activo y significativo. La experimentación de bajo coste constituye una herramienta eficaz para acercar la ciencia al aula de forma rigurosa, accesible y sostenible.

Bibliografía

[1] A. Hofstein, V. N. Lunetta, *Sci. Educ.* **2004**, *88*, 28-54, https://doi.org/10.1002/sce.10106.

[2] P. S. Cetin, *J. Chem. Educ.* **2021**, *98*, 756-762, https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01364.

[3] Y. Huang, *J. Res. Sci. Teach.* **2022**, 59, 329-357, https://doi.org/10.1002/tea.21729.

[4] R. M. Roller, S. Sumantakul, M. Tran, A. Van Wyk, J. Zinna, D. A. Donelson, S. G. Finnegan, G. Foley, O. R. Frechette, J. Gaetgens, J. Jiang, K. C. Rinaolo, R. S. Cole, M. Lieberman, V. T. Remcho, K. A. Frederick, *J. Chem. Educ.* **2021**, 98, 1946-1953, https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00214.

[5] E. W. Kelley, *J. Chem. Educ.* **2021**, *98*, 2496-2517, https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00457.



Jesús Verdeja Galán

IES Bezmiliana, Rincón de la Victoria, Málaga

C-e: jvergal752@g.educaand.es

ORCID: 0009-0003-5383-6784

Jesús Verdeja es profesor de Física y Química en el IES Bezmiliana (Rincón de la Victoria, Málaga), miembro del Club Científico Bezmiliana y de la Asociación Astronómica de Málaga Sirio. Su labor docente tiene como eje la experimentación, ya que constituye un elemento esencial para el estudio y la comprensión de los fenómenos científicos. Busca desarrollar propuestas innovadoras que acerquen la ciencia al alumnado y fomenten el pensamiento crítico. Le apasiona la divulgación científica como herramienta para despertar la curiosidad y promover una cultura científica, participando en cursos de formación del CEP o jornadas de divulgación como las DDD.



© 2026 Real Sociedad Española de Química

https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2150

Anales de Química de la RSEQ

An. Quím. RSEQ, 2026, 122 (Extra.), 296-300
https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2122

La revista de la Real Sociedad Española de Química

ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

Enseñanza experimental de la termoquímica con el simulador de bomba calorimétrica de Educaplus.org

Experimental teaching of thermochemistry with the Educaplus.org bomb calorimeter simulator

Jesús Peñas Cano

Creador de Educaplus.org.

PALABRAS CLAVE:

Termoquímica
Bomba calorimétrica
Simulación virtual
Calor de combustión
Enseñanza experimental

RESUMEN:

La bomba calorimétrica es la práctica de referencia para estudiar la energía interna molar de combustión, pero no es un equipamiento de los laboratorios escolares. Frente a esta limitación, el simulador de Educaplus.org ofrece una alternativa basada en un modelo matemático verificable que conserva las relaciones cuantitativas esenciales del experimento real. Este trabajo analiza su fundamento científico y sus posibilidades y limitaciones, tomando como base tanto la secuencia de actividades asociada como el código que regula su funcionamiento. El análisis pone de manifiesto que el simulador permite trabajar los aspectos fundamentales como la calibración del calorímetro, la influencia de la masa de agua, el papel de la agitación, el cálculo de la energía interna molar de combustión y la relación entre la masa de combustible y el incremento de temperatura.

KEYWORDS:

Thermochemistry
Bomb calorimeter
Virtual simulation
Heat of combustion
Experimental teaching

ABSTRACT:

The bomb calorimeter is the reference practice for studying the molar internal energy of combustion, but it is not part of the equipment of school laboratories. Faced with this limitation, the Educaplus.org simulator offers an alternative based on a verifiable mathematical model that preserves the essential quantitative relationships of the real experiment. This work analyses its scientific basis and its possibilities and limitations, taking as a basis both the associated sequence of activities and the code that regulates its operation. The analysis shows that the simulator allows students to work on fundamental aspects including calorimeter calibration, the influence of the mass of water, the role of stirring, the calculation of the molar internal energy of combustion, and the relationship between the mass of fuel and the increase in temperature.

Introducción

La termoquímica está incluida en el currículo de Química de 2° de Bachillerato y los docentes de esta materia saben bien que no se trata de un tema sencillo.[1] A las dificultades generales para el estudio de la química que, según Johnstone,[2] supone enfrentarse a los niveles de representación macroscópico, submicroscópico y simbólico, se añaden las relacionadas con la comprensión de los cambios energéticos que ocurren en las reacciones. Por eso, suele considerarse uno de los bloques conceptuales más complejos y uno de los que más dificultades de aprendizaje plantea. Según Barker y Millar, varios de los errores conceptuales que suelen mantenerse en termoquímica, especialmente los vinculados con el convenio de signos, la distinción entre calor y temperatura y la relación entre enlace químico y energía, se explican en gran parte por la falta de experiencia directa con estos fenómenos.[3-5]

Por su gran valor didáctico, una de las prácticas experimentales de referencia en termoquímica es la determinación del calor de combustión con bomba calorimétrica, pero este instrumento no forma parte del equipamiento de los laboratorios de secundaria, no solo por su alto costo, sino también porque requiere oxígeno puro a alta presión y el cumplimiento de protocolos de seguridad que no resultan viables en los centros de este nivel.

Cuando el equipamiento necesario no está disponible o la modalidad de enseñanza es a distancia o semipresencial, los simuladores y laboratorios virtuales cubren esta carencia. Pero su utilidad no se limita a esas situaciones: la investigación disponible muestra que la experimentación virtual puede generar aprendizajes comparables a los de la práctica real también en la enseñanza presencial, cuando se integra en propuestas bien diseñadas. Su ventaja más clara está en facilitar la repetición controlada de ensayos, el aislamiento sistemático de variables y una mejor focalización en el análisis y la interpretación de los resultados.[6,7]

En nuestro caso, el simulador de bomba calorimétrica de Educaplus.org reproduce el comportamiento cuantitativo esencial del instrumento mediante un modelo matemático explícito.[8]

© 2026 Real Sociedad Española de Química

CÓMO CITAR: J. Peñas Cano. *An. Quím. RSEQ* **2026**, 122, 296-300, https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2122

* C-e: educaplus@gmail.com

Manuscrito recibido: 19/04/2026 · aceptado: 02/06/2026

Este artículo analiza ese modelo en detalle, incluyendo sus simplificaciones y limitaciones, examina qué conceptos termoquímicos se pueden trabajar con él, y propone una secuencia de actividades estructuradas para su uso en 2° de Bachillerato. El objetivo no es presentar el recurso como equivalente a una práctica real, sino ser precisos sobre qué permite hacer y qué no.

Fundamento científico-técnico de la bomba calorimétrica

Principio de funcionamiento

La bomba calorimétrica es un calorímetro diseñado para medir el calor liberado en una reacción de combustión. La muestra se introduce en un reactor metálico que se cierra herméticamente y se inyecta oxígeno a alta presión. **El reactor** se sumerge en un baño de agua de masa y temperatura inicial conocidas. Con un mecanismo de ignición se inicia la reacción de combustión, y el calor liberado produce un aumento de la temperatura del sistema que se registra con un termómetro de precisión. Durante el experimento el sistema se considera aproximadamente adiabático.[9]

Balance energético

La determinación del calor de combustión mediante bomba calorimétrica se basa en un balance energético sencillo: la energía liberada por la reacción química (Q_{reac}) es absorbida por el agua (Q_{agua}) y por el propio calorímetro (Q_{cal}). Por tanto, podemos expresar el balance energético como aparece en la Figura 1.

En este balance energético, m_{agua} es la masa de agua que contiene el calorímetro, c_{agua} es su calor específico y ΔT es la variación de temperatura que se experimenta en el proceso. K es la constante calorimétrica o equivalente en agua del sistema (J/°C) y representa la capacidad calorífica de la bomba, el agitador, el termómetro y los demás elementos del montaje. Su valor depende de los materiales y de la masa de cada componente, por lo que es específica de cada instrumento y no se obtiene de tablas sino que debe determinarse experimentalmente para cada equipo concreto.

Esta última expresión relaciona directamente la variación de temperatura observada con la energía liberada en la reacción de combustión de la muestra.

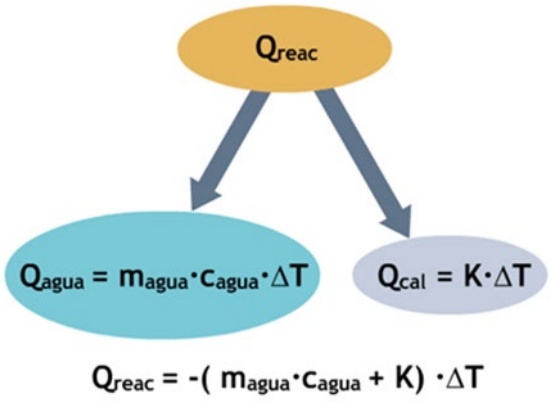


Figura 1. Balance energético de la bomba calorimétrica.

Relación entre ΔU y ΔH

Como la reacción en la bomba calorimétrica transcurre a volumen constante, lo que se determina experimentalmente es la variación de energía interna de combustión, ΔUc. Para un ensayo en el que reaccionan n moles de combustible, puede escribirse:

$$Q_{reac} = n\Delta Uc \quad (1)$$

Sin embargo, los valores tabulados que encontramos con mayor frecuencia en los manuales y bases de datos corresponden a la entalpía molar de combustión, ΔHc,[5,8] y para poder interpretar correctamente los resultados, es necesario establecer la relación existente entre ambas magnitudes:

$$\Delta Hc = \Delta Uc + \Delta n_{gas} RT \quad (2)$$

donde Δn_{gas} es la variación de moles de especies gaseosas entre productos y reactivos, R = 8.314 J/(mol·K) es la constante de los gases y T la temperatura absoluta, que en los valores tabulados suele ser 298 K.

El cálculo de Δn_{gas} se realiza considerando que el agua formada en la reacción de combustión se encuentra en fase líquida. Esta es la convención habitual en la definición termoquímica del calor de combustión estándar e implica que los valores empleados corresponden al poder calorífico superior (PCS), que incluye el calor latente liberado cuando se condensa el vapor de agua producido en la reacción de combustión. Por lo tanto, el agua no se incluye entre las especies gaseosas al calcular el término $\Delta n_{gas} RT$.[5,6]

Para los combustibles que tenemos disponibles en el simulador, como muestra la Tabla 1, la diferencia entre ΔUc y ΔHc es inferior al 0.35 % en todos los casos. Esta diferencia es pequeña porque el término $\Delta n_{gas} RT$, que es el único que diferencia ambas magnitudes, recoge variaciones de moles gaseosos que en las reacciones de combustión son pequeñas en comparación con la energía total liberada. Dicho de otro modo, el trabajo de expansión o compresión que realizan los gases durante la reacción es despreciable frente al calor que se intercambia. Por ello, desde la perspectiva didáctica, resulta razonable que utilicemos la aproximación ΔUc ≈ ΔHc,[8] siempre que se haga explícito que la bomba mide energía interna y no entalpía. En cualquier caso, a partir del valor de ΔUc obtenido y usando la ecuación (2), puede calcularse la correspondiente entalpía molar de combustión.

Tabla 1. Comparación entre ΔUc y ΔHc para los combustibles del simulador. La diferencia relativa se ha estimado a partir del término $\Delta n_{gas} RT$ a 298 K, tomando solo las especies gaseosas en el cálculo de Δn_{gas} considerando que el agua formada está en fase líquida.

Compuesto (fase)	ΔHc (kJ/mol)	Δn_{gas} (mol)	ΔUc (kJ/mol)	Diferencia relativa (%)
Ácido benzoico (s)	−3228.0	−0.5	−3226.8	0.04
Ácido oleico (l)	−11152.0	−7.5	−11133.4	0.17
Propano (g)	−2219.2	−3.0	−2211.8	0.34
n-Octano (l)	−5465.0	−4.5	−5453.9	0.20
Benceno (l)	−3247.0	−1.5	−3243.3	0.11
Naftaleno (s)	−5153.9	−2.0	−5148.9	0.10
Metanol (l)	−725.2	−0.5	−724.0	0.17
Etanol (l)	−1367.0	−1.0	−1364.5	0.18
Glucosa (s)	−2797.2	0.0	−2797.2	0.00
Sacarosa (s)	−5638.0	0.0	−5638.0	0.00

Fuente: Datos ΔHc tomados de Ref. [10].

Calibración del calorímetro

En el procedimiento experimental para la determinación del calor de combustión, la calibración del instrumento es un paso esencial. Como se deduce de la ecuación que representa el

© 2026 Real Sociedad Española de Química

https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2122

balance energético en la Figura 1, no es posible obtener la energía liberada en la reacción si no se conoce previamente la constante calorimétrica K, ya que una parte del calor no es absorbida solo por el agua, sino también por la propia bomba, el agitador, el termómetro y el resto de elementos del sistema. En consecuencia, utilizar un valor incorrecto de K introduciría un error sistemático que se propagaría a todas las determinaciones posteriores.

A partir del balance energético se obtiene la siguiente ecuación para calcular K:

$$K=\frac{-\Delta Uc\cdot m_{comb}}{\Delta T\cdot M_{comb}}-m_{agua}\cdot c_{agua} \qquad (3)$$

en la que m_{comb} y M_{comb} representan la masa de combustible y su masa molar respectivamente.

Esta ecuación permite calcular experimentalmente la constante calorimétrica a partir de una combustión de referencia, siempre que se conozca con precisión la energía molar liberada por la sustancia empleada como patrón.

Para este fin se suele utilizar el ácido benzoico, ya que su combustión es completa y reproducible y su energía de combustión está certificada con alta precisión. El valor de ΔUc = –3226.8 kJ/mol utilizado en este trabajo está calculado a partir del valor de entalpía molar estándar de combustión ΔHc = –3228 kJ/mol que está tabulado como valor de referencia para el ácido benzoico.[1] Dado que, como se ha señalado en el apartado anterior, la diferencia entre ΔUc y ΔHc es muy pequeña (0.04 % en el caso del ácido benzoico), esta aproximación resulta adecuada para fines didácticos en este contexto.

Desde el punto de vista pedagógico, la calibración aporta mucho más que un simple cálculo. Exige que el alumnado entienda que K no es un dato que se busca en una tabla sino una propiedad de cada instrumento que debe determinarse de forma experimental. Ese reconocimiento cambia la forma de entender la medida porque el termómetro no mide directamente el calor de la reacción, sino una variable intermedia que solo adquiere significado cuantitativo cuando se conoce la capacidad calorífica total del sistema.

El simulador utiliza internamente el valor K = 1800 J/°C, coherente con un equipo de laboratorio educativo, y la primera actividad propuesta consiste precisamente en la determinación experimental de esta constante a partir de la combustión de ácido benzoico.

El simulador de bomba calorimétrica de Educaplus.org

Descripción técnica

El simulador está desarrollado con tecnología web, no requiere instalación ni registro y es de acceso libre. Su interfaz es una representación esquemática de una bomba calorimétrica con sus componentes principales: bomba de acero, baño de agua, termómetro, agitador y sistema de ignición.

Dispone de un conjunto de controles para ajustar las variables experimentales de cada ensayo:

- **Sustancia combustible:** ácido benzoico, ácido oleico, propano, n-octano, benceno, naftaleno, metanol, etanol, glucosa y sacarosa.
- **Masa de combustible:** ajustable entre 0.00 g y 2.00 g.
- **Masa de agua del calorímetro:** se puede seleccionar entre 750 g y 1000 g.
- **Agitador:** encendido/apagado. La agitación activa maximiza la transferencia de calor entre la bomba y el agua; sin agitación, el simulador introduce un factor de pérdidas térmicas que reduce el ΔT registrado.
- **Termómetro de precisión:** El termómetro presenta los valores de las temperaturas inicial y final del ensayo.
- **Sistema de ignición eléctrica:** para iniciar la reacción de combustión de la sustancia seleccionada.

Modelo matemático del simulador

En el simulador se calcula el incremento de temperatura mediante la ecuación:

$$\Delta T=\frac{-(m_{comb}/M_{comb})\Delta Uc}{K+m_{agua}\,c_{agua}}$$

que representa un balance energético simplificado en el que la energía liberada en la combustión de la sustancia se reparte entre el agua y el propio calorímetro. Los valores de ΔUc utilizados son los que aparecen en la Tabla 1. Esta expresión reproduce la dependencia esperada de ΔT con la masa de combustible, la masa de agua y la capacidad calorífica total del sistema.

Este valor de ΔT es el que se utiliza cuando el agitador está encendido, pero cuando está desactivado, se introduce un factor de pérdida que lo reduce y que depende de la masa de agua y del propio ΔT. Así se representa, de forma simplificada, la menor eficiencia en la transferencia de calor en ausencia de homogeneización térmica.

La evolución de la temperatura hacia el equilibrio térmico que se muestra en el simulador sigue, en primera aproximación, un modelo de primer orden del tipo:

$$T(t)=T_0+\Delta T\left(1-e^{-t/\tau}\right) \qquad (4)$$

donde T(t) es la temperatura instantánea, ΔT es el incremento de temperatura de equilibrio calculado a partir del balance energético, t es el tiempo transcurrido desde el inicio del ensayo, τ es una constante de tiempo característica del sistema que determina la rapidez con la que la temperatura se aproxima al valor final, y T_0 es la temperatura inicial.

No obstante, la temperatura mostrada no es una exponencial ideal, ya que el simulador superpone pequeñas fluctuaciones aleatorias, una ligera deriva térmica y también cierta variabilidad entre ensayos, con el objeto de representar de manera más verosímil la incertidumbre experimental. Esta dispersión se amplifica cuando el agitador está desactivado.

Por otro lado, la temperatura inicial se determina mediante una función aleatoria que genera un valor según una distribución normal truncada en el intervalo 18.00–19.00 °C, con media 18.50 °C. Ese valor se asigna al cargar la simulación y permanece invariable a lo largo de la sesión, de modo que todos los ensayos sucesivos parten de la misma temperatura inicial y solo cuando se abre una nueva instancia se calcula un nuevo valor de temperatura inicial.

Esta variabilidad entre sesiones aporta, además, un valor didáctico concreto, ya que, cuando distintos grupos comparan sus resultados, la existencia de distintas temperaturas iniciales obliga a discutir si esa diferencia es relevante para el cálculo de ΔT, que es precisamente la magnitud que importa. Es una forma sencilla de introducir la distinción entre condiciones iniciales y magnitudes de interés sin necesidad de diseñar una actividad específica para ello.

Alcance y limitaciones del modelo

El modelo desarrollado en el simulador reproduce correctamente las relaciones cuantitativas básicas de una práctica de calorimetría de combustión. Ya hemos resaltado en el epígrafe

© 2026 Real Sociedad Española de Química

anterior que el cálculo de ΔT recoge adecuadamente la relación con otras variables como las masas de combustible y de agua, la capacidad calorífica total del sistema y el efecto de la agitación. Con esta perspectiva, el recurso resulta coherente con el propósito de representar los elementos esenciales del experimento y de permitir que el alumnado trabaje con variables físicamente significativas.

Pese a ello, se trata de un modelo simplificado. Por una parte, la energía molar asociada a cada combustible es un valor constante prefijado en el código, lo que evita considerar otros factores presentes en una bomba calorimétrica real, como la corrección por ignición, la formación de subproductos o intercambios de calor con el entorno externo del calorímetro. Por otra, la evolución temporal de la temperatura se aproxima mediante un esquema discreto de convergencia hacia el equilibrio, adecuado desde el punto de vista didáctico, aunque no equivalente a una descripción termodinámica completa del proceso.

De la misma manera, la incertidumbre experimental se representa de forma limitada y no reproduce toda la complejidad del trabajo experimental real, en el que intervienen factores como la precisión instrumental, la preparación de la muestra, las pérdidas térmicas no controladas o la variabilidad propia del procedimiento. Por ello, el simulador no debe entenderse como una reproducción exacta de una bomba calorimétrica, sino como una herramienta didáctica que representa de manera verosímil sus relaciones fundamentales.

Al reducir la complejidad instrumental y conservar las dependencias cuantitativas esenciales, el simulador permite centrar la atención en algo que una práctica real a menudo no consigue. El estudiante interpreta el balance energético en lugar de gestionar el instrumental, compara combustibles de forma sistemática y se familiariza con las magnitudes termoquímicas a partir de los datos que él mismo ha obtenido.

Secuencia de actividades

El simulador se acompaña de una propuesta de actividades guiadas que le otorgan valor añadido porque organizan el trabajo experimental de forma progresiva y ayudan a relacionar los conceptos de termoquímica con el tratamiento cuantitativo de los datos y la interpretación de los resultados. De este modo, el simulador no es una herramienta aislada, sino parte de una secuencia de aprendizaje pensada para que los estudiantes comprendan gradualmente el significado físico de las magnitudes que intervienen.

En la *Actividad 1: Calibración del instrumento* se determina experimentalmente el valor de la constante K a partir de la combustión de ácido benzoico. Su función no es solo calcular un número, sino que el alumnado comprenda por qué ese número existe. Esta tarea es especialmente importante porque ayuda a entender que el calorímetro no funciona como un recipiente pasivo y que la energía liberada en la combustión no se destina únicamente a calentar el agua. Con ese reconocimiento, la constante K deja de verse como un dato externo y pasa a entenderse como una magnitud experimental que se debe determinar e interpretar a partir de la experiencia.

La *Actividad 2: Influencia de la masa de agua* ayuda a distinguir entre el calor liberado por la combustión y la variación térmica observada, una diferencia que suele resultar difícil de comprender en termoquímica. Al mantener constante el combustible y variar la masa de agua, el alumnado comprueba que la misma reacción produce incrementos de temperatura distintos según la capacidad calorífica total del sistema. La distinción entre calor liberado y aumento de la temperatura es uno de los errores conceptuales más frecuentes en termoquímica,[3] y es precisamente la que esta actividad ataca de forma directa.

La *Actividad 3: La importancia de la agitación* relaciona una condición concreta del procedimiento con la calidad de los datos obtenidos. El efecto es visible en los resultados y abre la discusión sobre errores sistemáticos: el problema no es que el experimento sea impreciso, sino que la imprecisión tiene una causa identificable y cuantificable.

La *Actividad 4: Cálculo de la energía interna molar de combustión* es el centro de la secuencia desde el punto de vista de la termoquímica. En ella se ponen en juego varias ideas al mismo tiempo: el balance energético, la relación entre masa y cantidad de sustancia, el uso de la masa molar y la interpretación del signo de las magnitudes energéticas. Además, la variedad de combustibles disponibles favorece la comparación. Esta actividad está concebida como trabajo cooperativo: cada grupo analiza uno o dos combustibles y la puesta en común final permite construir una tabla comparativa y discutir en términos de estructura molecular y grado de oxidación.

La *Actividad 5: Comparación entre ΔUc y ΔHc* permite justificar la aproximación $\Delta U_c \approx \Delta H_c$ y convierte en resultado construido lo que de otro modo podría quedar como una simple afirmación teórica. A partir de los valores de ΔUc obtenidos y del cálculo del término $\Delta n_{gas}RT$, el alumnado compara ΔUc y ΔHc para cada combustible y comprueba directamente que la diferencia relativa entre ambas magnitudes es inferior al 0.35 %.

La *Actividad 6: Comprobar la relación lineal entre la masa del combustible y la variación de la temperatura* se centra en encontrar regularidades en los resultados experimentales. El objetivo no se limita a comprobar que existe la proporcionalidad esperada entre ambas variables, sino a que el estudiante dote de significado físico a la pendiente de la gráfica y compare el modelo con los datos obtenidos, con lo que se favorece una metodología de trabajo más vinculada a la práctica científica.

Por último, se proponen unas *actividades opcionales de ampliación* que no requieren utilizar el simulador, sino que se basan en el análisis y en los cálculos realizados a partir de los datos obtenidos en actividades previas, y los proyectan hacia aplicaciones con mayor carga argumentativa.

En la *Actividad A: Valor energético de los alimentos* se introduce la regla de Atwater o regla 4-9-4 (hidratos de carbono: 4 kcal/g; grasas: 9 kcal/g; proteínas: 4 kcal/g). Se pide al alumnado que compare los valores obtenidos aplicando esta regla con los resultados experimentales obtenidos con el simulador para la glucosa y la sacarosa, y que comprenda que el organismo no aprovecha la energía térmica con la misma eficiencia que una bomba calorimétrica. También analizan etiquetas nutricionales reales de algún alimento y justifican la diferencia energética entre las grasas y los hidratos de carbono analizando qué influencia tiene el grado de oxidación previo y la cantidad de enlaces C–H presentes en cada tipo de nutriente.

La *Actividad B: Comparación de combustibles y huella de carbono* usa los valores de entalpía de combustión del metanol, etanol, propano y n-octano para calcular el poder calorífico másico de cada uno y la masa de CO_2 emitida por megajulio de energía producido. El resultado permite ordenar estos combustibles por huella de carbono y discutir que la eficiencia energética y el impacto ambiental no son la misma variable, lo que da sentido al concepto de sostenibilidad.

Por último, se propone la *Actividad C: Eficiencia energética de los biocombustibles* en la que se analiza la fermentación de la glucosa para la obtención de bioetanol:

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ C_2H_5OH + 2\ CO_2$$

© 2026 Real Sociedad Española de Química

https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2122

A partir de los calores de combustión calculados previamente con el simulador, el alumnado debe calcular qué fracción de la energía química de la glucosa se conserva en el etanol producido. El resultado numérico sirve de base para una reflexión fundada en evidencia sobre el sentido energético real que tiene la producción de este biocombustible.

A partir de los calores de combustión calculados previamente con el simulador, el alumnado debe calcular qué fracción de la energía química de la glucosa se conserva en el etanol producido. El resultado numérico sirve de base para una reflexión fundada en evidencia sobre el sentido energético real que tiene la producción de este biocombustible.

Conclusiones

El simulador de bomba calorimétrica de Educaplus.org cubre un espacio didáctico concreto, el que deja vacío la ausencia del instrumento real en los laboratorios escolares, y permite que los estudiantes trabajen experimentalmente con las magnitudes de la termoquímica en un contexto que de otro modo no existiría.

Su valor no reside en reproducir fielmente todos los aspectos de una práctica real, cosa que explícitamente no hace, sino en conservar las dependencias cuantitativas esenciales con suficiente coherencia como para que el trabajo experimental virtualizado sea conceptualmente fiel. Por tanto, no debe considerarse una representación visual delfuncionamiento del instrumento, sino una herramienta didáctica orientada a que el estudiante comprenda el balance energético y razone a partir de los datos que obtiene.

Las limitaciones descritas en la sección "Alcance y limitaciones del modelo" son reales y merecen comunicarse a los estudiantes: la simplificación de los intercambios térmicos, la representación reducida de la incertidumbre experimental, el uso de valores energéticos prefijados para cada combustible y el hecho de que la calibración converja siempre al mismo valor interno de K. Hacer de estas limitaciones un objeto de discusión en clase convierte el simulador en una herramienta adicional para reflexionar sobre qué es un modelo y dónde están sus fronteras. A pesar de ello, las simplificaciones del modelo se mantienen dentro de un marco científicamente coherente y hacen que el recurso ofrezca un equilibrio razonable entre claridad didáctica, fidelidad conceptual y operatividad en el aula.

Desde la perspectiva del profesorado, el recurso puede resultar muy útil como herramienta de planificación y mediación didáctica. El control sobre las variables, la posibilidad de repetir ensayos con rapidez y la integración de tareas que combinan el cálculo, la interpretación, el análisis y la argumentación facilitan su uso en diferentes situaciones de aprendizaje.

La secuencia de actividades propuesta amplía considerablemente el alcance del recurso. Las seis actividades principales cubren desde la calibración hasta la validación de la linealidad del modelo; las tres opcionales conectan los resultados con la nutrición, el impacto ambiental y la eficiencia energética de biocombustibles, proporcionando contextos en los que el razonamiento termoquímico se sale del mero cálculo y queda abierto a la interpretación y discusión. En conjunto, el recurso demuestra que reducir la complejidad instrumental no implica renunciar al rigor conceptual, y que un simulador bien diseñado puede ser algo más que un sustituto de emergencia.

Bibliografía

[1] Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato, BOE, 6 abr. **2022**, n. 82, disponible en https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/04/05/243/con (consultado: 10/03/2026).

[2] A. H. Johnstone, *J. Chem. Educ.* **1997**, *74*, 262-268, https://doi.org/10.1021/ed074p262.

[3] V. Barker, R. Millar, *Int. J. Sci. Educ.* **2000**, *22*, 1171-1200, https://doi.org/10.1080/09500690050166742.

[4] T. J. Greenbowe, D. E. Meltzer, *Int. J. Sci. Educ.* **2003**, *25*, 779-800, https://doi.org/10.1080/09500690305032.

[5] J. P. Montoya Vanegas, Trabajo de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, **2012**.

[6] Z. C. Zacharia, G. Olympiou, *Learn. Instr.* **2011**, *21*, 317-331, https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2010.03.001.

[7] T. de Jong, M. C. Linn, Z. C. Zacharia, *Science* **2013**, *340*, 305-308, https://doi.org/10.1126/science.1230579.

[8] Educaplus.org, *"Bomba calorimétrica"*, disponible en https://www.educaplus.org/game/bomba-calorimetrica, **2026** (consultado: 05/04/2026).

[9] P. W. Atkins, J. de Paula, *Physical Chemistry*, Oxford University Press, Oxford, **2014**, pp. 56–62.

[10] National Institute of Standards and Technology. U.S Department of Commerce, NIST Chemistry WebBook: NIST Standard Reference Database, n. 69. Gaithersburg, **2026**, https://doi.org/10.18434/T4D303.

[11] S. Li, P. Gao, X. Yu, X. Li, X. He, *J. Chem. Thermodyn.* **1990**, *22*, 319–320, https://doi.org/10.1016/0021-9614(90)90206-6.



Jesús Peñas Cano

Creador de Educaplus.org

C-e: educaplus@gmail.com

ORCID: 0009-0009-9540-8271

Licenciado en Ciencias Químicas por la Universidad de Sevilla, ha sido profesor de Física y Química y responsable de Recursos Educativos Digitales en la Consejería de Educación de Andalucía. Cuenta con distintos posgrados en tecnología educativa y en producción y gestión de eLearning. En 1998 creó el proyecto educaplus.org en el que sigue compartiendo contenidos educativos. Por su labor creativa ha recibido varios premios de la Junta de Andalucía y del Ministerio de Educación. Autor de varios artículos sobre tecnología educativa, ha sido ponente en multitud de cursos de formación del profesorado y también en congresos nacionales e internacionales sobre enseñanza de ciencias experimentales y didáctica de la química.

© 2026 Real Sociedad Española de Química

Anales de Química de la RSEQ

An. Quím. RSEQ, 2026, 122 (Extra.), 301-306
https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2155

La revista de la Real Sociedad Española de Química

ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

Prácticas de laboratorio sin complicaciones

Simplifying laboratory practices

Álvaro Garrido López

IES Escultor Daniel, Logroño. La Rioja.

PALABRAS CLAVE:

Prácticas de laboratorio
Guion de laboratorio
Evaluación
¿Qué puede salir mal?
Experimentos simples

RESUMEN:

Las prácticas de laboratorio son una parte importante del proceso de enseñanza-aprendizaje de la química en un instituto de secundaria y bachillerato. Es importante realizar adecuadamente los guiones de laboratorio para que los experimentos no se conviertan en algo mecánico y sin utilidad real. La utilización de materiales asequibles y seguros, el uso de instrumentos de evaluación adecuados y el reconocimiento de las posibles fuentes de error son imprescindibles para que las prácticas cumplan su función educadora.

KEYWORDS:

Laboratory practices
Laboratory script
Evaluation
What can be wrong?
Simple laboratory practices

ABSTRACT:

Laboratory practices are an essential part of the learning process on secondary and bachelor levels. It is important adequate laboratory scripts in order to make practices interesting and useful. The use of affordable and safety materials, adequate evaluation instruments and error sources are necessary for the educational purpose of laboratory practices.

Introducción

Como podemos encontrar en la definición de la Real Academia Española de la Lengua, se puede definir la química como la ciencia que estudia la composición, las transformaciones y las combinaciones de las sustancias.[1] Dentro de esta ciencia se considera a Antoine Lavoisier como el padre de la química moderna y a su mujer Marie-Anna Pierrette Paulze como la colaboradora en la difusión de su trabajo.[2] Ambos sentaron las bases del método científico, dándole importancia al trabajo en el laboratorio, a la realización de experimentos controlados y perfectamente medidos y finalmente el registro de los resultados para que sean accesibles al resto de la comunidad científica. Actualmente esta es la manera reconocida por toda la comunidad científica para el correcto desarrollo del conocimiento humano y forman las bases de trabajo en cualquier laboratorio.[3,4]

De manera similar a Antoine y Marie-Anne el alumnado de educación secundaria pueden contribuir a su propio desarrollo científico mediante la realización de distintos experimentos complementando así la formación teórica del aula con la formación práctica en el laboratorio.[5]

Las prácticas de laboratorio son experimentos que conectan la teoría con el mundo real, permitiendo al alumnado aplicar conocimientos, desarrollar habilidades de investigación y fomentar un pensamiento crítico esencial para la resolución de problemas en la vida diaria.[6]

Ha quedado bien demostrado a lo largo de los años y los diversos recursos educativos y experiencias docentes (entre las que me incluyo) que la realización de experimentos en el aprendizaje de materias científicas como son la química, la física, la biología, etc. son esenciales para la completa adquisición de las competencias de dichas materias y que por lo tanto se hace indispensable la realización de experimentos en el contexto de la educación.[7]

La realización de experimentos conlleva una serie de problemas que conviene resolver antes de implantarlos en la enseñanza en el aula entre los que se encuentran la facilidad de los mismos, el coste de los materiales y la seguridad en el uso de ciertos productos químicos y sus posibles mezclas para evitar riesgos que comprometan la salud tanto del alumnado como del profesorado.[8,9]

Así, la utilización de prácticas de laboratorio y la simplicidad de las mismas resulta la mejor combinación para la educación de materias eminentemente científicas y la búsqueda y uso de las mismas fortalece y mejora el aprendizaje del alumnado en dichas materias.[10]

Resumiendo, la elaboración por parte del grupo docente de guiones de laboratorio sencillos favorece la autonomía del alumnado a la hora de realizar los experimentos, permitiendo que sean responsables de su formación y convierten al docente en un guía y mediador del aprendizaje, utilizando el construc-

© 2026 Real Sociedad Española de Química

CÓMO CITAR: Á. Garrido López. *An. Quím. RSEQ* **2026**, 122, 301-306, https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2155

* C-e: agarridol02@larioja.edu.es

Manuscrito recibido: 26/07/2026 · aceptado: 02/10/2026

tivismo y metodologías activas y dejando a alumnas y alumnos como protagonistas de su aprendizaje.[11]

Por último, el desarrollo científico no sólo se basa en aquellos experimentos satisfactorios y exitosos (hasta el punto de existir una revista científica sólo de errores: Journal of Negative Results in BioMedicine); la documentación de errores en la realización de los mismos y posibles problemas que se pueden encontrar a la hora de llevarlos a cabo supone una información muy valiosa para evitar perder el tiempo y llegar a conclusiones erróneas que perjudiquen el aprendizaje.

A modo de resumen, a la hora de diseñar prácticas de laboratorio es importante tener en cuenta estos factores: la importancia de elaborar un guion de laboratorio que permita reproducir la práctica con poco apoyo docente, que los materiales sean los más sencillos posible y así sea llevada a cabo en el laboratorio de cualquier centro escolar, que permita una evaluación sencilla y variada, de manera que el alumnado se sienta motivado y documentar los posibles fallos o errores que se detectan en las mismas "qué puede salir mal".[12]

Contenido del guion de laboratorio

Como si fuéramos la mismísima Marie-Anne, la elaboración de un buen guion de laboratorio permite que los experimentos se puedan llevar a cabo por otras personas, en otros laboratorios, en otros lugares y distintos materiales (reproducir), para lo que es importante que el contenido sea claro y utilice un lenguaje sencillo en su elaboración, de manera que podamos atender a la diversidad del alumnado, evitando tener que hacer variaciones del mismo que incomoden al alumnado por sentirse diferentes y evitar trabajo innecesario al docente.

Como recomendación se aconseja empezar por una pequeña introducción, planteando un problema como en la primera etapa del método científico, de manera que sirva como justificación para la práctica y anime a realizar la misma. Un ejemplo de esto puede ser reproducir la famosa escena en la Jungla de Cristal 3, en la que el protagonista (Bruce Willis) debe conseguir 2 litros de agua con dos garrafas de 5 y 3 litros respectivamente. Esto podría servir como introducción a una práctica en la que enseñemos a utilizar diferente material volumétrico: vaso de precipitados, probeta, pipeta y bureta.

Después de esta introducción parece necesario incluir unos objetivos, de manera que se fije el punto final y la utilidad de la práctica de laboratorio, relacionándolos con los contenidos que se estén impartiendo en ese momento en el aula según el currículo de la materia. Siguiendo con el ejemplo anterior podríamos poner como objetivo el conocer y diferenciar los conceptos de precisión y exactitud asociados a los distintos instrumentos volumétricos de medida.

El siguiente apartado del guion de laboratorio es el fundamento teórico, este apartado sirve como complemento a las explicaciones dadas en el aula en el caso de utilizar una metodología tradicional en la que el docente es el que transmite los conocimientos inicialmente y el alumnado después lo refuerza o para una metodología tipo aprendizaje basado en proyectos, en la que los estudiantes primeramente se informan sobre un concepto y después fija el conocimiento mediante la aplicación a un caso real en el laboratorio.

A continuación, se debe incluir una lista de los materiales a utilizar, junto con una descripción detallada de los pasos a seguir en la práctica. La accesibilidad actual a dispositivos electrónicos hace que se puedan incluir imágenes (véase Figura 1) y/o vídeos de apoyo para aquellos pasos que sean más difíciles, incluso podemos hacer partícipe al alumnado de la creación de los contenidos digitales, fomentando la participación en el proceso de aprendizaje de futuros estudiantes. Como ejemplo en la Figura 2 se muestra el código QR que permite acceder a vídeos realizados para la ilustración de uso de los diferentes materiales volumétricos.



Figura 1. Captura de un momento de la realización de una práctica de laboratorio. Reproducido de Ref. [11]. Copyright (2024) con permiso de A. Garrido López *et al.*

Figura 2. Enlace a vídeos de uso de material volumétrico. Reproducido de Ref. [11]. Copyright (2024) con permiso de A.Garrido López *et al.*

Por último, podemos ofrecer al alumnado diferentes recursos para la recogida de datos como: tablas en blanco, cuestionarios o ecuaciones con los huecos correspondientes a los datos que deben obtener. Todos estos permiten adaptar la dificultad según el nivel del alumnado al que vaya dirigida la práctica, por ejemplo, dejando columnas en las tablas para los cálculos intermedios; también es posible despejar o no las fórmulas, de manera que la sustitución de los datos obtenidos sea directa o requiera un paso intermedio. A continuación, se muestran dos tablas que se pueden utilizar para el cálculo de la concentración de una disolución comercial de agua fuerte o salfumán mediante valoración con una disolución de NaOH previamente titulada con ftalato ácido de potasio [M_B]. La primera corresponde a un nivel de 4° de ESO en la materia de técnicas de laboratorio y la segunda a un nivel de 2° de Bachillerato química, donde se puede ver como en la primera la tabla de recogida de datos dirige al alumnado hacia los resultados sin conocer el tipo de reacción que se lleva a cabo y en la segunda requiere que tengan conocimientos acerca de lo que es una valoración ácido base.

© 2026 Real Sociedad Española de Química

Tabla 1. Tabla para recogida de datos de valoración de salfumán para 4º ESO.

Medida	1	2	3
Volumen Salfumán (ml) [V_A]			
Volumen inicial sosa (ml) [V_i]			
Volumen final sosa (ml) [V_f]			
Volumen sosa usado [V_B]= V_f-V_i			
Moles sosa [n_B]=V_B*M_B			
Moles salfumán [n_A]=n_B			
Concentración de salfumán [M_A]= n_A/V_A			
Conc. salfumán media [$\dot{M}_A$]=(M_{A1}+ M_{A2}+ M_{A3})/3			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Tabla para recogida de datos de valoración de salfumán para 2º Bachillerato.

Medida	1	2	3
Volumen Salfumán (ml) [V_A]			
Volumen sosa usado [V_B]			
Concentración de salfumán [M_A]			
Conc. salfumán media [$\dot{M}_A$]=(M_{A1}+ M_{A2}+ M_{A3})/3			

Fuente: Elaboración propia

De forma extraordinaria podemos ofrecer al alumnado una serie de cuestiones que le permitan alcanzar las conclusiones sobre la práctica y comprobar el grado de adquisición de los objetivos de la misma como las que siguen a continuación:

- De acuerdo a tus resultados ¿Cuál es el instrumento de mayor precisión? ¿Y el de menos?
- De acuerdo a tus resultados ¿Cuál es el instrumento de mayor exactitud? ¿Y el de menos?
- Si tu vida dependiera de obtener 10 ml exactos de agua, ¿qué instrumento usarías?
- Si tu vida dependiera de obtener rápidamente 10 ml aproximados de agua, ¿qué instrumento usarías?

Materiales sencillos

Es bien conocido que las prácticas de laboratorio entrañan un alto riesgo y por desgracia todos los años aparecen noticias de accidentes en diferentes centros escolares, razón por la cual es conveniente elegir de una manera adecuada los materiales que se van a usar en las prácticas de laboratorio.

El Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) es un órgano científico-técnico de la Administración General del Estado Español, especializado en prevención de riesgos laborales (PRL) que, entre otras funciones, se encarga de recoger toda la información en materia de seguridad de productos químicos, su tratamiento, manipulación e incluso forma en la que se debe almacenar y desechar (https://www.insst.es/). Toda esta información está recogida en las fichas de datos de seguridad (FDS) que se suministran cuando se hace una compra de un producto químico a una empresa especializada y que es importante conservar y tener a mano en caso de que ocurra un accidente relacionado con dicho producto químico. También hay unas FDS resumidas en la página web del INSST.

Así mismo, el INSST publica una guía de productos químicos que es muy útil a la hora de elegir qué productos químicos vamos a utilizar en una práctica de laboratorio, a modo de muestra se muestran algunos ejemplos recogidos en la Guía práctica para la sustitución de agentes químicos por otros menos peligrosos, en la industria:[9]

- Formaldehído por agua oxigenada para desinfección de materiales.
- Percloroetileno por petróleo con fracciones por encima de 55 °C como disolvente.
- Cromato de zinc por fosfato de zinc y aluminio como pigmento.

Por ello es aconsejable la revisión de las prácticas que se hacen con el alumnado en el laboratorio y poder modificarlas de manera que aquellos productos químicos con mayor peligro se sustituyan por otros que lo sean menos y no supongan un peligro tanto para el alumnado, como para el profesorado.

También es aconsejable revisar si los compuestos elegidos están a disposición del público en general para su adquisición de una forma sencilla, por ejemplo, en centros comerciales o venta en línea. Eso beneficia el que aquellas personas que quieran reproducirlo en su casa puedan hacerlo sin poner en riesgo sus bienes, su salud o la de su entorno.

En el caso de que queramos hacer una práctica de fabricación de jabón casero a partir de aceite usado, el método tradicional implicaba la compra de hidróxido de sodio de gran pureza y la utilización de aceite usado a altas temperaturas que se agitaba durante suficiente tiempo para que la reacción se llevara a cabo. Una posible modificación más segura y también efectiva es el uso de sosa comercial que se añade a una botella de plástico de PET con tapón (Figura 3). Se puede añadir agua poco a poco e ir agitando suavemente la botella con el tapón puesto para evitar salpicaduras, abriendo ligeramente el tapón para liberar la presión que se va generando con la disolución de la sosa. Mucho cuidado con este paso ya que la disolución es una reacción exotérmica, por lo que una precaución puede ser disolverla previamente en un vaso de precipitados, agitar con una varilla de vidrio y cuando la temperatura baje de 35° trasvasar con cuidado a la botella usando un embudo. Cuando



Figura 3. Botellas a medio proceso de saponificación y jabones ya terminados. Se han añadido colorantes a los jabones para hacer más atractiva la actividad. Elaboración propia.

© 2026 Real Sociedad Española de Química

https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2155

se ha completado este primer paso se puede añadir el aceite según las proporciones de cada receta, teniendo cuidado en no pasar 1/10 parte del volumen total de la botella. Una vez está todo añadido se puede cerrar la botella y agitar vigorosamente, teniendo la precaución de liberar la presión de la botella cada cierto tiempo. La reacción lleva más tiempo, pero es más segura y mantiene al alumnado ocupado durante todo el periodo lectivo. Una vez terminada la sesión se dejan reposando las botellas durante el tiempo suficiente para que se produzca la reacción completa de todos los componentes. Cuando acabe este periodo se lava el jabón con una disolución saturada de cloruro de sodio (salmuera). Este jabón puede usarse para limpieza de ropa y otros materiales inertes, pero no para uso tópico, capilar o para limpieza de material que después tendrá un uso alimenticio.

Evaluación

En el ámbito educativo, la evaluación consiste en recopilar y analizar cierta información que nos permita valorar un individuo. Una gran parte del proceso educativo corresponde a esta evaluación, ya que permite al alumnado ser parte activa del proceso de enseñanza-aprendizaje. Pero para ello esta evaluación debe ser adecuada, útil y fácil de interpretar, algo bastante complicado en el caso de las prácticas de laboratorio que tradicionalmente se evaluaban con una nota basada en el guion, sin otro argumento que el subjetivo parecer del docente.

A continuación, se explicarán los instrumentos de evaluación que a juicio del autor son los mejores para las prácticas de laboratorio y algunos ejemplos concretos sobre su uso.

Rúbrica de evaluación

El uso de una buena rúbrica, donde se desglosen correctamente todos los apartados que se desean evaluar y con distintos niveles para cada apartado permite que el alumnado vea directamente en qué puntos debe mejorar. Un punto importante es que no haya niveles impares, ya que la tendencia es a poner un valor intermedio.

Este instrumento de evaluación es adecuado para todo tipo de prácticas, pero una posible aplicación sería para montajes experimentales como la descomposición del agua mediante electrólisis. A continuación, se muestra de manera resumida una parte de una rúbrica:

Tabla 3. Rúbrica resumida para evaluación de una práctica de laboratorio.

Categoría	Sobre-saliente	Notable	Bien	No adecuado
Partici-pación	Muy buena	Buena	Adecuada	Insuficiente
Proce-dimiento	Correcto y ordenado	Correcto	No del todo correcto	Incorrecto
Recogida de datos	Precisa y completa	Amplia	Datos necesarios	Pocos o ninguno
Resultados	Correctos y ordenados	Correctos	No del todo correctos	Incorrectos
Conclusión	Clara y precisa	Correcta, pero imprecisa	Responde a la hipótesis	Inexistente

Fuente: Elaboración propia

Análisis de logro

Un recurso muy útil para evaluar y que a su vez puede servir para calificar es la adecuación de los resultados al valor real, de manera que podemos establecer un logro en función del error cometido en la medida.

Este método es muy recomendado para prácticas en la que se obtienen resultados, como la valoración de salfumán comercial

Tabla 4. Indicadores de logro en función del error cometido.

Categoría	Sobre-saliente	Notable	Bien	No adecuado
Error máximo	± 1 %	± 5 %	± 10 %	± 15 %

Fuente: Elaboración propia

Diana de corrección

Este método es de reciente aparición en el ámbito escolar, por lo que su utilización actual aún es escasa, pero resulta muy útil para el alumnado dada la facilidad de localizar y corregir los errores. El docente señalará en cada uno de los vértices de la diana los valores correspondientes a la adquisición de las distintas destrezas, que posteriormente se unen mediante líneas. Los valores cercanos al centro son los que se necesitan mejorar, mientras que los más alejados son los puntos fuertes.

Este método está muy indicado para prácticas más creativas o de aparición de un producto, como puede ser la fabricación de jabón a través de la saponificación de aceite usado. En la figura 4 se puede ver un ejemplo de diana de corrección para este caso.

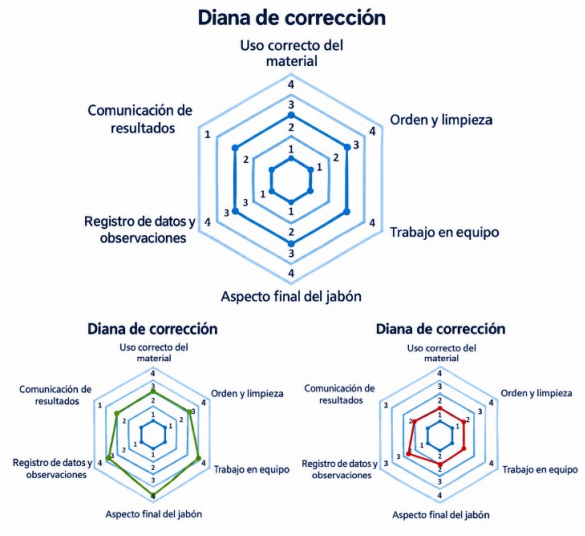


Figura 4. Diana de corrección y dos ejemplos. Elaboración propia.

Debido al carácter humano del proceso de evaluación puede ser que para un tipo concreto de alumnado se usen otros instrumentos, el proceso de enseñanza-aprendizaje no es algo rígido e invariable. Es posible buscar otro tipo de métodos de evaluación para casos concretos, aunque la amplia experiencia hace ver que el uso de estos tres es el más simple y el de mejor entendimiento por parte del alumnado, permitiendo que sean los más adecuados para su desarrollo.

¿Qué puede salir mal?

Los fallos y errores en la ciencia son tan importantes como los aciertos. Fruto de estos errores están descubrimientos tan importantes como la penicilina, el teflón o el vidrio de seguridad,

© 2026 Real Sociedad Española de Química

por esto es importante tener un registro de todos los pasos que se siguen en el laboratorio, de manera que se puedan encontrar fácilmente soluciones a los problemas que puedan aparecer.

En el caso de las prácticas de laboratorio en el contexto educativo se hace incluso más necesario tener registrados aquellos errores o posibles problemas que encontrarán los alumnos, de manera que se puedan resolver de una forma rápida y eficiente y así llegar a las conclusiones y al conocimiento que el alumnado debe adquirir con las prácticas sin perderse en errores fácilmente reconocibles, fruto de la inexperiencia u otros que pueden derivar en el menoscabo de la salud tanto del alumnado como del profesorado.

Por todo esto, parece importante incluir estos errores en los guiones de laboratorio. A continuación, y como muestra, se propondrán una serie de ¿qué puede salir mal? para alguna de las prácticas mencionadas en este artículo.

Saponificación de aceite usado

- Aceite sucio y el jabón tiene mal olor.
- Rotura de la botella por aumento de la presión.
- Agitación insuficiente y separación del jabón en dos fases.
- Cantidades mal medidas, quedando aceite o sosa sin reaccionar (esto último muy peligroso).
- Quemaduras en las manos por no usar medidas de protección.

Uso de material volumétrico

- Burbujas de aire en las pipetas
- Balanza mal calibrada
- Vaso de precipitados sin tarar
- Mal enrase de la bureta
- No retirar el vaso de precipitados de la balanza para verter líquidos
- Material sucio o húmedo

Valoración de salfumán comercial

- Aire en la punta de la bureta
- Mala lectura del volumen de sosa en la bureta
- No agitar el Erlenmeyer mientras se añade la sosa
- Añadir demasiada fenolftaleína
- Tener un color demasiado intenso del indicador
- Material sucio o húmedo
- Mala medida de salfumán por enrase de la pipeta o por no dejar la gota de la punta al trasvasar
- Dificultad de observar el viraje si el salfumán tiene impurezas de hierro que le hagan tener un cierto color amarillento.

Electrólisis del agua

- Fugas en el recipiente por un sellado deficiente
- Recipiente demasiado rígido para introducir los electrodos
- Reacción demasiado lenta por falta de voltaje de la fuente de alimentación
- Oxidación de los electrodos apareciendo color en la disolución
- Confundir los electrodos, etiquetando mal el hidrógeno y el oxígeno
- No retirar completamente el gas en los tubos de recogida
- Electrocuciones por malos montajes

Conclusiones

Las prácticas de laboratorio son imprescindibles para el proceso enseñanza-aprendizaje del alumnado en ESO y Bachillerato, por lo que es importante que las mismas sean pensadas y se adecuen lo mejor posible a tal fin.

El contenido de los guiones de laboratorio debe tener una serie de apartados de manera que se puedan seguir de una manera cómoda y fácil por los estudiantes. Estos deben contener una pequeña introducción, unos objetivos, el fundamento teórico, todos los materiales que se vayan a usar, el procedimiento a seguir y recursos para recogida de datos y análisis de resultados. También es conveniente algún recurso que sirva como guía para obtener las conclusiones deseadas.

Es conveniente que los materiales sean fáciles de adquirir y que su peligrosidad sea nula o lo más baja posible, evitando riesgos innecesarios.

La evaluación es una parte importantísima del proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo que es conveniente utilizar los recursos más adecuados a cada práctica y a su vez que sean fáciles de interpretar por parte del alumnado para su mejora. Los más adecuados son: las rúbricas de evaluación, los análisis de logro y las dianas de corrección.

Por último y no por ello menos importante, es conveniente incluir un apartado de cosas que "pueden salir mal" para evitar errores conocidos y no perder tiempo localizando los responsables de no obtener los resultados esperados.

Bibliografía

[1] Real Academia Española, "químico, ca", *Diccionario de la lengua española*, **2024**, disponible en https://dle.rae.es/qu%C3%ADmico (consultado: 12/05/2026).

[2] F. Antonelli, *Scrivere e sperimentare. Marie-Anne Paulze-Lavoisier, segretaria della nuova chimica (1771-1836)*, Viella, Roma, **2022**, https://doi.org/10.52056/9791254693018.

[3] B. Macedo, *Boletín Proyecto Principal de Educación en América Latina y el Caribe* **1997**, *44*, 5-7, disponible en https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000110684_spa (consultado: 12/05/2026).

[4] D. R. Koepsell, M. H. Ruiz de Chávez, *Ética de la investigación, integridad científica,* Comisión Nacional de Bioética/Secretaría de Salud, Ciudad de México, **2015**.

[5] M. Almeida-Martínez, *Revista Científica Hallazgos21* **2026**, *11*, 57-64

[6] J. A. Amós, "Qué es y para qué sirve una práctica de laboratorio", disponible en https://www.comenio.ai/blog/practica-laboratorio, **2023** (consultado el 20/05/2026).

[7] M. V. Villacrez, *Criterios 2017, 24,* 1, 69-97.

[8] X. Guardino Solá, M. Revuelto Vinuesa, *Seguridad en el laboratorio: cuestionario de seguridad para laboratorios de secundaria, Nota Técnica de Prevención NTP 921*, Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, Madrid, **2011**, disponible en: https://www.insst.es/documentacion/colecciones-tecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/26-serie-ntp-numeros-891-a-925-ano-2011/nota-tecnica-de-prevencion-ntp-921 (consultado: 05/07/2026).

[9] P. Oleart Comellas, R. Pou Serra, J. Rabassó Campí, P. Sanz Gallén, *Guía práctica para la sustitución de agentes químicos por otros menos peligrosos, en la industria: Revisión de criterios, modelos y tendencias*, Foment del Treball Nacional, Barcelona, **2011**.

[10] N. Mayerhofer, E. Cabrera, *Revista Mexicana de Bachillerato a Distancia* **2017**, *9*, 18, 47-53, https://doi.org/10.22201/cuaed.20074751e.2017.18.64930.

[11] D. Ortiz Granja, *Sophia: colección de Filosofía de la Educación*

© 2026 Real Sociedad Española de Química

2015, *19*, 93-110, https://doi.org/10.17163/soph.n19.2015.04.
[12] M.I. Gutiérrez Jiménez, Á. Garrido López, L. Pastor Pascual, L. Montalvo Pisón, S. Solano Fernández, J. González Bueno, M. Urbina Domingo, E. Bobadilla López, E. de Pedro Rodríguez, M. Aguirre Jalón, *Técnicas de laboratorio*, Centro Riojano de Innovación Educativa, La Rioja, **2024**.



Álvaro Garrido López
IES Escultor Daniel, Avda. Gonzalo de Berceo 49. CP: 26005 Logroño, La Rioja, España
C-e: agarridol02@larioja.edu.es
ORCID: 0009-0005-5087-5432

Licenciado y doctorado en química analítica por la Universidad de La Rioja. Actualmente director de un centro de secundaria y bachillerato en el que es profesor de física y química. Entre las numerosas publicaciones están diversos artículos científicos sobre química analítica y recientemente coautor de un libro de texto sobre técnicas generales de laboratorio y otro de prácticas de laboratorio disponible online de forma gratuita. Además, participa en proyectos educativos y técnicos en La Rioja, coordinando materiales formativos y cursos relacionados con laboratorio y química aplicada.

XLI BienalRSEQ
Murcia, 14-18 junio 2027

© 2026 Real Sociedad Española de Química

Anales de Química de la RSEQ

An. Quím. RSEQ, 2026, 122 (Extra.), 307-311
https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2152

La revista de la Real Sociedad Española de Química

ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

Metodología ABI+D+i, del instituto a la universidad con material grafénico *low-cost*

ABI+D+i methodology, from high school to university with low-cost graphenic material

Daniel Guerrero Moreno y Elena Moncayo Salinas

Red de Centros con Itinerario de Investigación (FAB-IDi), Junta de Andalucía PIN 187/22.

PALABRAS CLAVE:

ABI+D+i
Grafeno
Conductividad térmica
Competencias transversales
Transferencia entre iguales

RESUMEN:

Se presenta la metodología ABI+D+i (Aprendizaje Basado en la Investigación con Desarrollo e innovación) aplicada a un caso real: un proyecto de indagación experimental nacido en el laboratorio escolar y prolongado hasta la universidad, centrado en la producción de material grafénico por exfoliación física en fase líquida de bajo coste y su colocación sobre sustratos metálicos por flotación validados mediante caracterización (SEM, HRTEM, Raman, XPS) y ensayos de conductividad térmica (+130 % en aluminio grafenado). El caso incluye además una nomenclatura propia (grafenización y grafenación), con respaldo morfológico en español e inglés. La transferencia entre iguales del proyecto a una red de centros de secundaria confirma la escalabilidad de la metodología y su capacidad para despertar vocaciones científicas.

KEYWORDS:

ABI+D+i
Graphene
Thermal
Conductivity
Transversal competences
Peer-to-peer transfer

ABSTRACT:

This work presents the ABI+D+i methodology (Research-Based Learning with Development and innovation) applied to a real case: an experimental inquiry project born in the school laboratory and extended to university level, centred on the production of graphene through a low-cost liquid-phase physical exfoliation method and its placement onto metallic substrates by flotation, validated through characterisation (SEM, HRTEM, Raman, XPS) and thermal-conductivity tests (+130% in graphene-coated aluminium). The case also includes a dedicated nomenclature (graphenization and graphenation), with morphological grounding in both Spanish and English. The project's peer-to-peer transfer to a network of secondary schools confirms the scalability of the methodology and its capacity to awaken scientific vocations.

Introducción

La experimentación es el corazón de la química, pero en secundaria suele quedar reducida a prácticas cerradas de tipo receta: el alumnado reproduce un guion conocido y rara vez se enfrenta a una verdadera incógnita o a situaciones nuevas y desafiantes.

Frente a ese modelo, la metodología ABI+D+i, aplicada en materias como «Jóvenes Investigadores», convierte la investigación en situación de aprendizaje. Con ella el alumnado desarrolla las competencias clave y también competencias transversales o *soft skills*, cada vez más demandadas y en muchos casos más valoradas que las competencias técnicas específicas.[1]

Este trabajo presenta la metodología a través de un caso real: un proyecto de indagación abierta en torno al grafeno, producido con medios caseros y de bajo coste. El grafeno, una única capa de átomos de carbono de la estructura del grafito,[2] reúne propiedades excepcionales, entre ellas una alta conductividad térmica.[3] Su principal limitación sigue siendo la producción a gran escala manteniendo la calidad. En 2014, el grupo de Coleman demostró que es posible obtener grafeno de pocas capas por exfoliación por cizalla en fase líquida a partir de grafito, agua y un tensioactivo.[4] Ese procedimiento se adaptó aquí a un montaje reproducible en el aula.

El trabajo describe en paralelo el valor pedagógico de la metodología ABI+D+i, el alcance científico que puede lograr una investigación escolar, el desarrollo de competencias transversales a través de una cuestión terminológica y el valor del aprendizaje entre iguales.

Metodología

El Aprendizaje Basado en la Investigación (ABI) aplica el método científico como herramienta en el aula. El alumnado diseña una investigación completa en cualquier área de conocimiento tutorizado por el profesor.[5] Puede integrarse en materias como Cultura Científica (4.º de ESO y 1.º de Bachillerato), dando mayor peso al proyecto en la evaluación. También en materias de diseño propio como «Investigación avanzada», donde cada alumno plantea un proyecto para presentarlo en certámenes internacionales.[5]

© 2026 Real Sociedad Española de Química

CÓMO CITAR: D. Guerrero Moreno, E. Moncayo Salinas. *An. Quím. RSEQ* **2026**, 122, 307-311, https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2152

* C-e: guerreromorenod@gmail.com

Manuscrito recibido: 15/07/2026 · aceptado: 22/10/2026

Al incorporar las fases de desarrollo e innovación del I+D+i se obtiene la metodología ABI+D+i, desarrollada en la Red de Centros FAB-IDi de la Junta de Andalucía y descrita por Naz Lucena.[6] En la fase de investigación, el alumnado parte de los saberes básicos trabajados en clase, observa un problema de su entorno, plantea una hipótesis y diseña un experimento para confirmarla o refutarla. Cuando esa investigación se traduce en un producto útil para la sociedad o el medio ambiente, se pasa a la fase de desarrollo. La innovación llega cuando ese producto es mejorado, por los mismos estudiantes en cursos posteriores o por otros de cursos inferiores, lo que reinicia el ciclo (I+D+i cíclico).[6]

Un segundo principio es el de «a hombros de gigantes».[6] El alumnado descubre que la ciencia avanza gracias a los aciertos y errores de quienes la practicaron antes. Si documenta bien su trabajo (memorias, pósteres, presentaciones y conferencias grabadas), se convertirá a su vez en el «gigante» sobre el que se apoyen futuros compañeros del centro. Este principio sostiene la transferencia entre iguales descrita más adelante. A ello se suma una relación positiva con el error: equivocarse forma parte del método científico y es condición necesaria para avanzar.[5]

Entre sus ventajas destacan la motivación del alumnado y del profesorado y la integración en la programación mediante unidades didácticas integradas. También la atención a la diversidad, incluido el alumnado de altas capacidades,[5] y la posibilidad de culminar el proceso ante una audiencia amplia en congresos o certámenes.

El caso aquí presentado recorre el ciclo completo. Un alumno de secundaria diseña y ejecuta una investigación y la comunica mediante memoria, póster y presentación ante jurados nacionales e internacionales. De ella nace un segundo proyecto que vuelve a recorrer el ciclo. Hoy esa línea continúa con nuevos alumnos de instituto, tutorizados por el propio exalumno.

Desarrollo de la metodología

Conceptos

Siguiendo el principio de «a hombros de gigantes», toda innovación se apoya en conocimientos anteriores. Por eso el proyecto parte de conceptos básicos de química: la estructura atómica y el enlace químico, las propiedades de los materiales y la termodinámica básica.

La indagación abierta no limita de antemano lo que el alumnado puede intentar, y le permite equivocarse. Cada alumno, pareja o grupo avanza a su ritmo dentro de una exigencia mínima común, sin límites artificiales y atendiendo a las necesidades individuales.

Primer trimestre: observación, hipótesis y diseño

Observación. Al inicio del curso se anima al alumnado a observar su entorno y a hacerse preguntas, apoyándose en trabajos de años anteriores, documentales u otros recursos. En este caso, el punto de partida fue que el grafeno, pese a sus grandes capacidades, es caro de producir. Eso llevó a plantear si podría replicarse algún método de producción de forma casera.

Hipótesis. A partir de lo observado, el alumnado formula una predicción. Aquí, la hipótesis fue que es posible producir grafeno replicando el proceso del grupo de Coleman con materiales de un laboratorio escolar,[4] y que, colocado sobre aluminio, mejoraría su capacidad de transferencia térmica.

Diseño de la investigación. El proyecto busca una nueva forma de mejorar la transmisión del calor en materiales, con posible aplicación industrial. Para ello se compara si el aluminio grafenado conduce el calor con mayor eficacia que el aluminio sin tratar. Como sustratos se emplearon estrellas de calor y latas de aluminio recicladas. El diseño contempla la comparación sistemática entre muestras tratadas y sin tratar en las mismas condiciones.

Segundo trimestre: del diseño a la práctica

Producción del grafeno (grafenización)

Se siguió el método del grupo de Coleman,[4] adaptado a un entorno doméstico y escolar: una exfoliación física en fase líquida. En un recipiente de 3 L se mezclaron 0,5 L de agua destilada, 35 g de grafito en polvo y unos 25 mL de detergente tensioactivo (Fairy). La mezcla se batió durante 30 minutos con una batidora de cocina de 400 W (Figura 1).



Figura 1. Materiales empleados.

El fundamento es la exfoliación por cizalla. El flujo turbulento de la batidora vence las débiles fuerzas de Van der Waals entre las láminas del grafito, y el tensioactivo estabiliza los copos exfoliados en suspensión e impide que vuelvan a apilarse. Durante el batido se forma una espuma en la que flota el grafeno de pocas capas, por ser el material más ligero, mientras las impurezas y el grafito sin exfoliar sedimentan en el fondo (Figura 2).



Figura 2. Proceso de grafenización: mezcla, batido y espuma resultante.

Colocación por flotación (grafenación)

Para recubrir el sustrato se aprovecha esa misma espuma, donde se concentran los copos más ligeros, de menor número de capas y más próximos al grafeno monocapa. El sustrato se sumerge en ella con unas pinzas, se extrae y se deja secar. Al descomponerse la espuma, los copos quedan depositados sobre su superficie, y un suave soplado y pequeñas vibraciones retiran los restos más gruesos (Figura 3).



Figura 3. Proceso de grafenación.

© 2026 Real Sociedad Española de Química

Diseño de los experimentos

En el primer experimento se calienta con un mechero Bunsen una estrella de transmisión de calor y se mide con un termómetro la temperatura en el extremo de su rama de aluminio, con y sin grafeno.

En el segundo se emplean latas de aluminio grafenadas en distintas zonas (solo la parte inferior, solo la superior o todo un lateral) y latas sin grafenar. El calor se aplica siempre en la zona inferior y la temperatura se mide en tres puntos: superior, inferior e interior.

Aunque el montaje no emplea reactivos peligrosos, el alumnado establece también pautas de trabajo seguro: bata, guantes, mascarilla y gafas para manipular el grafito en polvo y evitar su inhalación.

Documentación y papel del tutor

Los datos se incorporan a plantillas compartidas (memoria, resumen, póster y presentación) en Google Drive, según el esquema de documentación y tutorización ya empleado en otras redes de investigación de secundaria en Andalucía.[7]

Durante todo el proceso, desde el diseño experimental hasta las pautas de seguridad, las decisiones las toma el propio alumno. El tutor no resuelve el trabajo, sino que lo acompaña: ayuda a plantear las preguntas adecuadas, orienta ante dudas o bloqueos y revisa las propuestas. Pero deja que sea el alumno quien diseñe, decida y, en ocasiones, se equivoque.[5] Es precisamente en esos errores donde se produce buena parte del aprendizaje real.

Tercer trimestre: resultados y comunicación

En la última fase se comunican los resultados ante el tutor, los compañeros, un tribunal o un congreso. Saber comunicarlos, incluidos los que no confirman del todo la hipótesis, es una competencia tan científica como el propio experimento.

En este proyecto, los resultados confirmaron la hipótesis de partida: el aluminio grafenado mostró mayor capacidad de transmisión y de disipación del calor que el aluminio sin tratar (Figura 4). En las latas, la diferencia de temperatura entre el punto de incidencia del calor y el punto opuesto fue menor en todos los modelos grafenados. El más eficaz fue el grafenado en la mitad de la lata, de abajo hacia arriba.[8] Los resultados se recogieron en memoria, presentación y póster, y se defendieron oralmente.

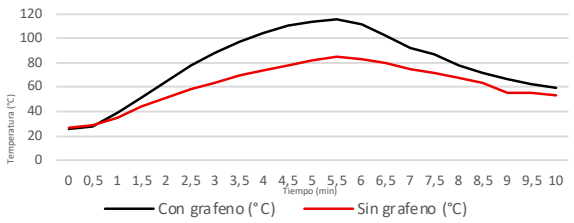


Figura 4. Evolución de la temperatura en la rama de aluminio de una estrella de calor con y sin grafeno.

En el curso siguiente, el mismo alumno busca una aplicación concreta en un segundo proyecto, «Determinación de transferencia y dispersión de calor en discos de aluminio y aluminio grafenado, simulando discos de freno».[9] Incorporando así el ciclo de desarrollo e innovación a la metodología.

Más allá del instituto

Al obtenerse con materiales domésticos, los resultados planteaban la duda de si el material era realmente grafeno. La oportunidad de resolverla llegó con el Certamen «Jóvenes Investigadores» del Ministerio de Universidades. El trabajo obtuvo el tercer premio y una beca para una estancia en el grupo Nanoscopy on Low Dimensional Materials (NLDM) del Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (INMA-CSIC), dirigido por el Dr. Raúl Arenal. Allí las muestras se caracterizaron mediante SEM, HRTEM, Raman y XPS.

Esta caracterización matizó, sin desmentir, el hallazgo del instituto. Mostró un orden estructural de largo alcance y nanopartículas con estructura similar al fullereno, que los investigadores del CSIC señalaron como posibles contribuyentes al aumento de la conductividad térmica observada. Confirmó así que el método casero produce un material grafénico real, de pocas capas y con defectos, compatible con el comportamiento observado en el aula.

La validación en el CSIC abrió una segunda ampliación en la Facultad de Tecnología Mecánica de la Universidad Politécnica de Varsovia. Allí se repitió el ensayo con un equipo Hot Disk TPS 2500 S sobre discos de aluminio y cobre, grafenados y sin grafenar. Los resultados confirmaron cuantitativamente lo observado en el instituto: los discos de aluminio grafenado alcanzaron una conductividad térmica media de 86,38 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$, frente a 37,64 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ sin tratar, lo que supone un incremento del 130 %.

Del laboratorio escolar a la red de centros

Nacido en un aula de 1° de Bachillerato, el proyecto se convirtió en una línea de investigación con premios nacionales e internacionales y una beca del CSIC, y se presentó ante todo tipo de público. Después continuó en la Universidad de Perugia, la Universidad Politécnica de Varsovia y la Universidad Politécnica de Madrid. En esta última, unos ensayos de tracción sobre probetas grafenadas apuntan a un aumento de la elongación del material antes de rotura,[10] un resultado preliminar que abre una nueva línea de investigación sobre las propiedades mecánicas conferidas por la grafenación.

Paralelamente, el proyecto se transfirió a la Red de Centros con Itinerario de Investigación (FAB-IDi) de la Junta de Andalucía, en el marco de los Proyectos de Innovación Educativa PIN 187/22 y PIN-562/25. En el IES Gran Capitán de Córdoba, el alumnado recibe una clase inicial sobre el método y trabaja tutorizado por sus profesores y asesorado por el autor original del proyecto. Esta transferencia entre iguales, en la que quien fue alumno-investigador acompaña a los nuevos, resulta especialmente motivadora para los estudiantes (Figura 5).



Figura 5. Exalumno co-tutorizando un proyecto de grafeno con alumnado del IES Gran Capitán (Córdoba).

© 2026 Real Sociedad Española de Química

https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2152

Una nomenclatura propia

Al ser el grafeno un material con poco recorrido histórico, las derivaciones de este sustantivo no están desarrolladas. Este trabajo propone, por primera vez, una nomenclatura precisa y diferenciada para sus dos procesos fundamentales: la producción de grafeno y su aplicación sobre un sustrato.

En inglés, *graphene* procede de *graphite* y sigue sus mismos procesos de formación de palabras. Igual que *graphite* deriva en *graphitize*, *graphene* deriva en *graphenize* («producir grafeno»). El sufijo -ize es el más productivo en la formación de verbos denominales resultativos («convertir algo en») según la clasificación de Gottfurcht,[11] y se ajusta a los requisitos fonológicos y al patrón de acentuación de la base. De él se forma el sustantivo *graphenization*, con el sufijo -ation, habitual en los verbos en -ize.[12] Para «aplicar grafeno sobre algo» se propone *graphenate*, ya que -ate es altamente productivo en la categoría ornativa («aplicar algo a»).[11] De él deriva *graphenation*, pues -ion se añade a los verbos terminados en -ate.[13]

En español, siguiendo la Nueva gramática de la lengua española, el sufijo -izar, de origen griego y especialmente productivo en el lenguaje científico y técnico, forma verbos con el significado de «hacer, convertir en».[14] Es, por tanto, el equivalente funcional del inglés -ize. Así, igual que existen grafitizar y grafitización, se proponen grafenizar y grafenización para el proceso de producir grafeno. Para su aplicación sobre un sustrato, los verbos denominales en -ar como estañar («aplicar estaño»)[15] permiten proponer de forma análoga grafenar y grafenación.

Conclusiones

Desde el punto de vista pedagógico, el proyecto demuestra que la indagación abierta es viable en el aula de instituto sin infraestructura especializada. Un material de frontera como el grafeno, producido con una batidora, grafito y detergente, puede ser el punto de partida para que el alumnado desarrolle sus competencias. El papel del docente es determinante, no como transmisor de respuestas, sino como guía que orienta sin sustituir y convierte el error en aprendizaje.

Desde el punto de vista científico, la mejora consistente y reproducible en la transmisión y disipación del calor observada en el instituto fue validada después en el CSIC y en la Universidad Politécnica de Varsovia. Esto refuerza la fiabilidad del método y demuestra que una investigación de instituto puede producir resultados científicamente sólidos, publicables y con valor para la sociedad.

Desde el punto de vista terminológico, el trabajo propone por primera vez una nomenclatura morfológicamente fundamentada para los dos procesos centrales: grafenización y grafenación (graphenization y graphenation). Contribuye así a la estandarización del vocabulario técnico en español e inglés.

Por último, la transferencia a la Red FAB-IDi, con el acompañamiento de antiguos alumnos-investigadores, confirma la escalabilidad del modelo. Una investigación nacida en un aula puede llegar a certámenes nacionales e internacionales, a una beca del CSIC o a varias universidades europeas, y volver después al instituto para tutorizar nuevos proyectos.

Agradecimientos

A los IES Martín Rivero e IES Gran Capitán, a la Red FAB-IDi y su profesorado. Al CSIC, la Universidad de Perugia (Italia) la Universidad Politécnica de Varsovia (Polonia) y la Universidad Politécnica de Madrid (España) por el acceso a sus laboratorios y enseñanzas. A el Dr. Antonio Marcos Naz, Dr. Raúl Arenal, D.ª Zalewska-Traczyk Małgorzata, Dawid Myszka y D. Alejandro Vaquero.

Bibliografía

[1] J. Tejada Fernández, C. Ruiz Bueno, *Educación XX1* **2016**, *19*, 17-38, https://doi.org/10.5944/educxx1.12175.

[2] E. Fitzer, K. Köchling, H. P. Boehm, H. Marsh, *Pure Appl. Chem.* **1995**, *67*, 473-506, http://dx.doi.org/10.1351/pac199567030473.

[3] M. Sang, J. Shin, K. Kim, K. J. Yu, *Nanomaterials* **2019**, *9*, 374, https://doi.org/10.3390/nano9030374.

[4] K. R. Paton, E. Varrla, C. Backes, R. J. Smith, U. Khan, A. O'Neill, C. Boland, M. Lotya, O. M. Istrate, P. King, T. Higgins, S. Barwich, P. May, P. Puczkarski, I. Ahmed, M. Moebius, H. Pettersson, E. Long, J. Coelho, S. E. O'Brien, E. K. McGuire, B. Mendoza Sanchez, G. S. Duesberg, N. McEvoy, T. J. Pennycook, C. Downing, A. Crossley, V. Nicolosi, J. N. Coleman, *Nat. Mater.* **2014**, *13*, 624-630, https://doi.org/10.1038/nmat3944.

[5] A. M. Naz Lucena, "Aprendizaje Basado en la Investigación (ABI), IES Martín Rivero (Ronda)", disponible en https://www.youtube.com/watch?v=_-lYs5-lx-Q, **2022** (consultado: 23/10/2026).

[6] A. M. Naz Lucena, en *Experiencias innovadoras para el aprendizaje: construyendo el conocimiento del futuro. Libro de actas del IV Congreso Internacional Innovación Docente, Educación y Transferencia del Conocimiento (CIINECO)*, (Eds.: C. López Marcos, R. Pinilla Gómez), Egregius Ediciones, Sevilla, **2025**, pp. 736-737.

[7] A. M. Naz Lucena, M. M. Ariza Montes, C. Clavijo, en *Apostando por las vocaciones científicas desde la educación secundaria: oportunidades mediante investigaciones con el programa SCIENCE-IES (PIIISA)*, (Eds.: T. Lupión Cobos, F. J. Pérez Cáceres) UMA Editorial, Málaga, **2018**, pp.59-80.

[8] D. Guerrero Moreno, en *Actas del 33° Congreso de Jovenes CEULAJ, Mollina (Málaga) 30 nov., 1 y 2 dic. de 2021*, (Eds.: M. F. Martín Nieto, A. Ibarra Sierra), Instituto de la Juventud (INJUVE), Madrid, **2021**, pp. 366-379.

[9] D. Guerrero Moreno, A. M. Naz Lucena, en *Ciencia en Acción, Edición XXIV: Libro de Actas, Viladecans (Barcelona)*, **2023**, p. 93, disponible en: https://web.cienciaenaccion.org/sites/default/files/2025-03/Libro%20de%20Actas_CEA_2023.docx.pdf (consultado: 23/10/2026).

[10] D. Guerrero Moreno, Trabajo Fin de Grado, Università degli Studi di Perugia, **2025**.

[11] C. A. Gottfurcht, Tesis doctoral, Northwestern University, **2007**.

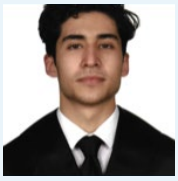
[12] L. Bauer, *English Word-Formation*, Cambridge University Press, Cambridge, **1983**.

[13] A. Mäsiarová, Tesis doctoral, Masaryk University, Faculty of Education, **2015**.

[14] Real Academia Española, "8.10 Verbos derivados en -izar, -ificar y sus variantes. Otros afijos verbales", *Nueva gramática de la lengua española*, **2019**, disponible en: https://www.rae.es/gramática/morfología/verbos-derivados (consultado: 20/10/2026).

[15] Real Academia Española, "8.7 (verbos derivados en -ar y sus variantes: formas parasintéticas" *Nueva gramática de la lengua española*, **2019,** disponible en: https://www.rae.es/gramática/morfología/verbos-derivados-en-ar-y-sus-variantes-ii-formas-parasintéticas-los-tipos-aaar-y-anar (consultado: 23/10/2026).

© 2026 Real Sociedad Española de Química



Daniel Guerrero Moreno
Red de Centros FAB-IDi PIN 187/22
C-e: guerreromorenod@gmail.com
ORCID: 0009-0007-1134-3366

Inició en el bachillerato la investigación sobre producción de grafeno de bajo coste, con la que obtuvo premios nacionales e internacionales (Congreso de Jóvenes Investigadores y certamen Ciencia en Acción) y una beca del CSIC. Continuó el proyecto en las universidades de Perugia y Varsovia. Actualmente tutoriza proyectos de investigación de alumnado de secundaria en la Red FAB-IDi.



Elena Moncayo Salinas
Red de Centros FAB-IDi PIN 187/22
C-e: moncayoelena@gmail.com
ORCID: 0009-0004-9374-9076

Inició en el bachillerato el interés por la investigación participando en la Feria de Ciencias de Sevilla. Posteriormente cursó la carrera de Estudios Ingleses en la Universidad de Granada, donde realizó su TFG en torno a la implantación de la IA en la enseñanza de la lengua inglesa en los institutos. Actualmente tutoriza proyectos de investigación de alumnado de secundaria en la Red FAB-IDi.



STVAL RSEQ Sección Territorial de Valencia

VNIVERSITAT DE VALÈNCIA Facultat de Farmàcia i Ciències de l'Alimentació

15 de enero de 2027

© 2026 Real Sociedad Española de Química

https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2152

Anales de Química de la RSEQ

An. Quím. RSEQ, 2026, 122 (Extra.), 312-320
https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2131

La revista de la Real Sociedad Española de Química

ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

MasterChem: despertando vocaciones científicas desde 2018

MasterChem: fostering scientific vocations since 2018

Ángela Vivancos, Isabel Saura-Llamas, Natalia Arroyo-Manzanares, Joaquín González-Sánchez, Eduardo Laborda, Carmen López-Erroz, Marta Marín-Luna, Rafael García-Molina y Asunción Hidalgo*

Facultad de Química, Universidad de Murcia.

PALABRAS CLAVE:
Divulgación científica
Química
Vocación científica
Quimiofobia
Concurso escolar

RESUMEN:

MasterChem es un certamen de divulgación científica desarrollado en la Facultad de Química e impulsado por la Unidad de Cultura Científica y de la Innovación (UCC+i) de la Universidad de Murcia, dirigido a alumnado y profesorado de Educación Primaria, Secundaria y Bachillerato. Desde 2018, se ha consolidado como una iniciativa destacada para la promoción de la química en la Región de Murcia y áreas cercanas. El certamen se desarrolla en cuatro fases: creación de vídeos experimentales, formación del profesorado, Feria Química y final presencial con escape room científico y realización de experimentos. Este trabajo analiza la organización de MasterChem, la evolución de la participación y el perfil de los centros finalistas, mostrando su capacidad para implicar a la comunidad educativa y fomentar el interés y vocaciones científicas.

KEYWORDS:
Science outreach
Chemistry education
Scientific vocations
Chemophobia
Science competition

ABSTRACT:

MasterChem is a science outreach competition organized by the Faculty of Chemistry and promoted by the Unit for Scientific Culture and Innovation (UCC+i) of the University of Murcia, aimed at primary, secondary, and high school students and teachers. Since 2018, it has become a relevant initiative for promoting chemistry in the Region of Murcia and surrounding areas. The competition is structured in four stages: the production of experimental videos, a teacher training workshop, a chemistry fair, and a final on-site event including a scientific escape room and the execution of experiments. This study analyzes the characteristics of MasterChem, its organization, participation trends, and finalist profiles, highlighting its ability to engage the educational community and foster scientific vocations among students beyond the classroom environment.

Introducción

En las últimas décadas, la divulgación científica se ha consolidado como una herramienta clave para acercar el conocimiento científico a la sociedad y fomentar vocaciones en etapas educativas tempranas. Tal como señala Ángel Blanco, existe la necesidad de aproximar la ciencia a la ciudadanía y hacerla partícipe de ella por razones de índole cultural, social y de calidad.[1] Asimismo, la divulgación científica contribuye a estimular el interés y la curiosidad por la ciencia en personas de todas las edades, además de promover el pensamiento científico y la comprensión del método científico. En este contexto, las iniciativas que combinan experimentación, creatividad y participación activa del alumnado adquieren un valor especialmente relevante en el ámbito educativo.

Gabriel Pinto ha realizado una interesante enumeración (no exhaustiva) de los diferentes tipos de actividades de divulgación química dirigidas a estudiantes de Educación Primaria, Secundaria y Bachillerato.[2] Entre ellas se incluyen: (a) libros, artículos y conferencias; (b) programas de radio o televisión, podcasts y vídeos;[3] (c) exposiciones fijas o itinerantes; (d) actividades académicas regladas, como campamentos de verano o visitas de estudiantes de Bachillerato a universidades; (e) ferias científicas (incluida la Noche de los Investigadores); (f) certámenes de ámbito regional o local, como el concurso de crecimiento de cristales organizado por las secciones territoriales de la RSEQ; y (g) actividades lúdicas, entre ellas los *escape room* y los juegos de cartas.[4]

En este marco se sitúa el certamen MasterChem, desarrollado en la Facultad de Química y promovido por la Unidad de Cultura Científica y de la Innovación (UCC+i) de la Universidad de Murcia, que surge en el curso 2018-19 con el objetivo de contribuir al fomento de la cultura científica y las vocaciones en química. Dirigido a estudiantes y profesorado de Educación Primaria, Secundaria y Bachillerato, este certamen adopta un formato competitivo que integra la elaboración de vídeos experimentales, la formación del profesorado, una feria científica abierta al público y una prueba práctica final en directo ante un jurado especializado. Este enfoque permite trabajar no solo contenidos químicos, sino también competencias transversales como el trabajo en equipo, la creatividad, la capacidad de

© 2026 Real Sociedad Española de Química

CÓMO CITAR: Á. Vivancos, I. Saura-Llamas, N. Arroyo-Manzanares, J. González-Sánchez, E. Laborda, C. López-Erroz, M. Marín-Luna, R. García-Molina, A. Hidalgo. *An. Quím. RSEQ* **2026**, 122, 312-320, https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2131

* C-e: ahidalgo@um.es

Manuscrito recibido: 20/05/2026 · aceptado: 02/06/2026

análisis y la resolución de problemas. Desde su creación, la iniciativa se ha desarrollado con periodicidad anual, de forma continuada, consolidándose como una actividad relevante de divulgación científica en la Región de Murcia y ampliando progresivamente su alcance a otras zonas del entorno.

El presente trabajo tiene como objetivo describir las características del certamen, su estructura organizativa, su evolución a lo largo de las distintas ediciones y su impacto en el ámbito educativo y social.

Recorrido histórico de la convocatoria del certamen MasterChem

La Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) viene desarrollando desde 2002 diversas convocatorias de ayudas, dirigidas a los agentes del sistema español de ciencia, tecnología e innovación, para el fomento de la cultura científica y de la sociedad.[1] Estas iniciativas han contribuido a la consolidación progresiva de la divulgación científica en España, evolucionando desde acciones puntuales hacia un sistema estructurado, evaluable y financiado. En este contexto, una de las líneas de actuación se orienta al fomento de la cultura científica, tecnológica y de la innovación, con el objetivo de acercar la ciencia a la ciudadanía, mejorar la educación científico-técnica en todos los niveles y promover la participación social en la actividad científica.

En la Figura 1 se presenta una síntesis de esta evolución, destacando el papel de la FECYT como eje vertebrador del sistema de divulgación científica en España.[5]

Por su parte, la UCC+i de la Universidad de Murcia tiene entre sus objetivos promover actividades que contribuyan a mejorar la percepción social de la ciencia y a fomentar la participación ciudadana. A través de estas iniciativas se pretende poner en valor el papel de la ciencia y la tecnología en el bienestar social, difundir los avances científicos y estimular vocaciones científicas y el talento innovador, integrando la ciencia como parte de la cultura.

En este marco surge en 2018 el certamen MasterChem, una iniciativa de divulgación científica del profesorado de la Facultad de Química de la Universidad de Murcia cuyo objetivo general es fomentar vocaciones científicas y contribuir a reducir los prejuicios sociales asociados a la química, fenómeno conocido como "quimiofobia".[6,7]

MasterChem ha sido financiado por la FECYT en todas sus ediciones y cuenta con la colaboración de diversas entidades del ámbito científico y educativo regional. Este respaldo institucional y empresarial ha resultado clave para la sostenibilidad y continuidad del certamen a lo largo de sus distintas ediciones.



Figura 1. Línea temporal de la evolución de la divulgación científica en España durante el periodo 2002-2026, teniendo en cuenta el papel de la FECYT como eje vertebrador. En el año 2007 se crea la figura de las UCC+i en las universidades españolas. Elaboración propia.

Desarrollo del proyecto MasterChem

El certamen científico MasterChem consta de cuatro fases claramente diferenciadas. La Figura 2 muestra un esquema en el que se recogen los actores involucrados en cada una de ellas, las acciones a realizar y los objetivos perseguidos. Seguidamente, se describen las distintas fases del concurso.

Primera fase: realización de experimentos químicos en vídeos de elección libre por parte de los participantes

En esta fase inicial, los estudiantes, junto con sus profesores, elaboran un vídeo de entre 2 y 4 minutos en el que realizan un experimento químico. Los equipos pueden estar integrados por un máximo de cuatro estudiantes y uno o dos docentes. En la Figura 3, se muestran imágenes de algunos vídeos presentados a la VIII edición del concurso.

A lo largo de las ocho ediciones del concurso, los experimentos mostrados en los vídeos de los participantes han sido muy variados, en temática y dificultad. Sin embargo, el número de experiencias viables (desde el punto de vista de seguridad y tiempo) para un determinado nivel es relativamente limitado. Algunos experimentos suelen repetirse a lo largo de los años. Por ejemplo, en Primaria, es frecuente encontrar ensayos que implican la reacción de vinagre y "bicarbonato de uso alimentario" (nombre comercial referido al bicarbonato o hidrogenocarbonato de sodio), normalmente para inflar globos, o los de medidas del pH de sustancias cotidianas utilizando como indicador jugo de col lombarda. En Secundaria, suelen aparecer valoraciones ácido-base sencillas, reacciones de metales con ácidos o estudios sobre la electrolisis del agua. En Bachillerato, son relativamente frecuentes los procesos redox (cambios de color de metales de transición en distintos estados de oxidación), las reacciones de complejación o la introducción de cálculos cuantitativos (como determinación de principios activos en medicamentos). También es habitual que los participantes relacionen sus experimentos (de forma más o menos convincente) con aspectos medioambientales y de interés social.

Los vídeos son evaluados por un comité, compuesto por profesorado de la Facultad de Química y miembros de la Unidad de Cultura Científica y de la Innovación de la Universidad de Murcia. Este comité valora aspectos como la originalidad, el enfoque creativo, el rigor metodológico, el adecuado cumplimiento de las normas de seguridad y la calidad de los resultados obtenidos. A partir de estos criterios, se seleccionan los nueve equipos finalistas del concurso (tres por cada categoría: Educación Primaria, Secundaria y Bachillerato), que acceden directamente a la fase final.

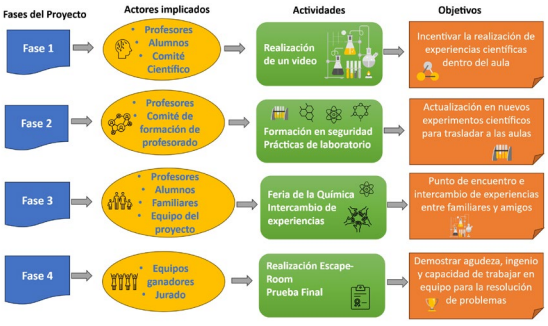


Figura 2. Esquema representativo de las diferentes fases de las que consta el proyecto MasterChem. Elaboración propia.

[1] La institucionalización de la divulgación científica se inicia formalmente con el Real Decreto 6/2007 (BOE-A-2007-883), que declara el Año de la Ciencia. La primera convocatoria de ayudas gestionada por FECYT para actividades de divulgación científica (BOE-B-2002-92083).

© 2026 Real Sociedad Española de Química

https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2131



Figura 3. Imágenes tomadas de algunos vídeos presentados a la VIII edición de MasterChem. Elaboración propia.

Segunda fase: formación del profesorado

Una vez finalizada la primera fase, se ofrece a todos los docentes participantes la posibilidad de recibir una actividad formativa exclusiva y acreditada, impartida por profesorado de la Facultad de Química (Figura 4). Esta formación permite a los docentes acceder a los laboratorios universitarios y conocer nuevas propuestas experimentales relacionadas con la química, así como una formación sobre seguridad en los laboratorios. Se pretende que dichas experiencias sean fácilmente transferibles al aula, de modo que puedan emplearse como herramientas didácticas innovadoras para dinamizar la enseñanza de las disciplinas científicas. Esta actividad se celebra durante tres días y se encuentra dentro de las actividades mejor valoradas por el profesorado, argumentando que les ayuda a descubrir nuevas pautas de enseñanza para aplicar en las aulas, además de conseguir despertar el interés y entusiasmo de sus alumnos.



Figura 4. Docentes participantes en MasterChem VII y profesores de la UMU durante el taller de formación del profesorado.

Tercera fase: Feria Química

La feria tiene como objetivo principal la difusión y el intercambio de las experiencias desarrolladas entre los participantes. Para ello, se organiza una jornada en la Universidad de Murcia en la que se invita a todos los equipos del concurso. Durante el evento, cada equipo dispone de un estand en el que presenta sus experimentos, generando un espacio de encuentro que fomenta tanto el aprendizaje entre iguales como el intercambio de impresiones entre estudiantes y docentes (Figura 5).

Como elemento motivador, los equipos participantes pueden evaluar el trabajo de sus compañeros mediante un sistema de votación. Cada equipo emite un voto para seleccionar las propuestas que considera más destacadas en cada categoría. Los tres equipos con mayor puntuación reciben los siguientes reconocimientos: "Pipeta de oro" (Educación Primaria), "Erlenmeyer de oro" (Educación Secundaria) y "Bureta de oro" (Bachillerato).

La actividad presenta un carácter lúdico y abierto al público, favoreciendo la participación de familiares, compañeros y público general interesado en la divulgación científica. En la Figura 6 se muestra una fotografía colectiva de los participantes en la Feria Química celebrada en 2025.



Figura 5. Imágenes de la Feria Química de MasterChem VIII.



Figura 6. Fotografía colectiva de los participantes en la Feria Química de MasterChem VII, junto con el logotipo del certamen.

Cuarta fase: gran final de MasterChem

Esta fase constituye la etapa culminante del certamen y se desarrolla durante una mañana en la Facultad de Química de la Universidad de Murcia. Los nueve equipos finalistas se enfrentan a dos pruebas sucesivas: un *escape room* químico y la realización de un experimento en el laboratorio, el cual se les presenta como un reto.

- *Escape room* químico: en esta parte los nueve equipos se enfrentan a un juego de escape en la Facultad de Química (pasillos, laboratorios, patios, exteriores…), y se les reta a

© 2026 Real Sociedad Española de Química

resolver distintos enigmas químicos, por ejemplo, a través de los códigos de la tabla periódica. Esta actividad, de carácter lúdico y colaborativo, sirve de calentamiento previo a la prueba principal y contribuye a reducir la tensión competitiva (Figura 7).

- Realización de un experimento químico en el laboratorio, planteado como un reto: esta acción es la que realmente da nombre al concurso. De forma similar al programa televisivo culinario,[8] los equipos encuentran unas cajas cerradas, con diversos materiales (necesarios e innecesarios) para desarrollar el experimento químico. Al inicio de la prueba se les entrega un sobre con el nombre del experimento y una breve descripción del mismo. Durante un tiempo establecido, los participantes pueden consultar información en dispositivos electrónicos; transcurrido ese plazo, los dispositivos se retiran y comienza la ejecución de la prueba química, en la que los equipos deben demostrar su capacidad de análisis, su ingenio y su habilidad para trabajar en equipo. El experimento es posteriormente ejecutado y expuesto ante un jurado formado por expertos, quienes dialogan, interrogan y evalúan tanto los resultados obtenidos en el experimento, como la correcta exposición y defensa del mismo. Durante la realización de la prueba, todos los equipos están bajo la supervisión de profesores de la Universidad de Murcia, miembros del Comité Organizador del concurso y voluntarios de la Facultad de Química (estudiantes de doctorado en su mayoría).

Todos los equipos finalistas reciben premio por su participación, cuya naturaleza varía en cada edición e incluye dispositivos electrónicos como tabletas, auriculares o altavoces, así como juegos y kits de ciencias, entre otros. Adicionalmente, se entregan pases directos a otras actividades y certámenes científicos: uno de los equipos ganadores obtiene plaza en la final del certamen nacional de divulgación Ciencia en Acción, y uno de los equipos de Bachillerato recibe una invitación a las jornadas Vive la Ciencia, programa de experiencias de física y química organizado por la Facultad de Química de la Universidad de Murcia para estudiantes de Bachillerato. Además, los equipos ganadores de cada categoría son seleccionados para participar en la Feria Madrid es Ciencia. Entre los equipos de Secundaria se selecciona el representante que va a participar en la Olimpiada Europea de Ciencias Experimentales.



Figura 7. Fotografías del *escape room* realizado en la Facultad de Química de la UMU durante la final de MasterChem IV.

Análisis de los experimentos desarrollados en la final del concurso

Para la prueba final de MasterChem, el Comité Científico selecciona experimentos adaptados a cada nivel educativo que, además de no implicar riesgos de accidente químico, puedan realizarse en el tiempo asignado, resulten visualmente atractivos y dispongan de información accesible en línea, de modo que todos los participantes puedan consultarla en el tiempo destinado a tal fin. En la Tabla 1 se recogen todos los experimentos realizados en la final de las distintas ediciones de MasterChem hasta la fecha, organizados por etapas educativas, y la Figura 8 muestra imágenes tomadas durante la final de MasterChem IV.

Entre estos experimentos, podemos encontrar en la categoría de Primaria: "El mejor blandiblub del mundo" (reacción de polimerización entre cola vinílica y bórax), "Una 'veggie' pila" (pila eléctrica realizada con vegetales y frutas) o "Determinación cualitativa de grasas en alimentos" (extracción de la grasa de los alimentos con alcohol y formación de una emulsión por adición de agua). En la categoría de Secundaria se han llevado a cabo experimentos tales como: "Reacciones encadenadas: del reloj de yodo al arco iris químico" (experimento que combina la reacción redox entre $NaHSO_3$ y KIO_3 con reacciones ácido-base utilizando indicadores de distintos colores),[9] "Azul, blanco, rojo: homenaje a Lavoisier" (experiencia sobre equilibrio químico a través de reacciones de precipitación, ácido-base y complejación),[10] y "Esferificaciones" (utilización de alginato sódico y $CaCl_2$ para obtener pequeñas vesículas líquidas por dentro y gelificadas en la superficie).[11] Para Bachillerato, podemos encontrar experimentos como: "La reacción oscilante de Briggs-Rauscher",[12] "Un faro químico" (reacción oscilante que incluye la emisión de luz),[13] y la "Síntesis de ésteres" (preparación de compuestos de olor frutal mediante la reacción de ácidos orgánicos, obtenidos a partir de sustancias cotidianas como la mantequilla, y alcoholes).[14]

En las últimas ediciones se han realizado finales temáticas, en las que tanto el *escape room* como los experimentos de los tres niveles han estado relacionadas, contextualizando las pruebas y contribuyendo así a reforzar la conexión entre la química y la vida cotidiana. La incorporación de elementos narrativos, como el *escape room* temático que forma parte de la final de MasterChem desde su IV edición, añade una dimensión lúdica que favorece la motivación del alumnado y su implicación en el proceso de aprendizaje.

Así, en la VI edición, la final giró en torno a la química forense y las pruebas-problema estuvieron relacionadas con el uso de la química para interpretar diferentes pistas que un delincuente había abandonado inadvertidamente en la escena del delito. Las tres pistas fueron: a) un trozo de papel con una mancha negra de rotulador, b) una huella dactilar latente y c) un polvo blanco misterioso correspondiente a restos de un medicamento. La policía ya había realizado una cromatografía de la mancha negra y requisado los rotuladores negros que estaban en posesión de tres posibles delincuentes. También había conseguido revelar la huella dactilar y disponían del historial médico de los sospechosos.

Los alumnos de Primaria tuvieron que realizar una cromatografía utilizando papel de filtro y alcohol para identificar el rotulador negro responsable de la mancha. Los alumnos de Secundaria tuvieron que tomar las huellas dactilares de los sospechosos (afortunadamente miembros de la organización de MasterChem) y hacerlas visibles utilizando, al menos dos procedimientos. Entre los métodos de revelado posibles pudieron emplear polvo de grafito, coloración con I_2 o vapores de cianoacrilato de etilo.[15]

© 2026 Real Sociedad Española de Química

https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2131

Tabla 1. Listado de experimentos realizados en la final de MasterChem (ediciones I–VIII). Elaboración propia.

Edición (curso)	Experimento de Primaria	Experimento de Secundaria	Experimento de Bachillerato
I (2018/19)	El arco iris dulce	Reacciones encadenadas: del reloj de yodo al arco iris químico	La reacción oscilante de Briggs-Rauscher
II (2019/20)	Se suspendió la final por la pandemia del COVID		
III (2020/21)	El mejor blandiblub del mundo	Azul, blanco y rojo: homenaje a Lavoisier	Un faro químico
IV (2021/22)	*Escape room*: Protección del Mar Menor		
	Un divertido volcán	Esferificaciones	Nailon 6,10
V (2022/23)	*Escape room*: En busca del Nobel perdido		
	Una "veggie" pila (o pila vegetariana)	Una lámpara de lava	Síntesis de ésteres
VI (2023/24)	*Escape room*: Se ha cometido un delito		
	La firma del culpable	Revelando la huella del sospechoso	Una sospechosa dolencia
VII (2024/25)	*Escape room*: Intoxicación en una cena de Premios Nobel		
	Determinación cualitativa de grasas en alimentos	Determinación de glúcidos	Vino apto
VIII (2025/26)	*Escape room*: Salvar al paciente Ryan		
	Un desayuno para fortalecer. Determinación de hierro en cereales	Determinación de ácido acetilsalicílico en aspirina. ¿Qué y cuánto?	Determinación de ácido ascórbico con *N*-bromo-succinimida. ¿Cuánta vitamina C?

En cuanto a la prueba de Bachillerato, el polvo blanco que debían analizar podía ser $MgSO_4$ (laxante), KCl (medicamento contra la hipopotasemia) o Li_2CO_3 (utilizado en psiquiatría para tratar el trastorno bipolar).[16] A los equipos concursantes se les proporcionaron muestras auténticas de cada una de estas sustancias. La identificación de cationes y, sobre todo, de los aniones, pudo hacerse de forma elemental a través de una marcha analítica básica.



Figura 8. Realización de los experimentos de Secundaria y Bachillerato en la final de MasterChem IV. Izquierda: esferificaciones. Derecha: Nailon 6,10.

Evolución del certamen MasterChem a lo largo de las ediciones

En la Figura 9 se muestra la evolución de la participación en MasterChem a lo largo de sus ocho ediciones, representada mediante el número total de vídeos presentados al certamen y su desglose por categoría educativa (Primaria, Secundaria y Bachillerato). Tal como se aprecia en la Figura 9, la participación creció de forma progresiva desde la II edición (curso 2019/20), alcanzando su máximo en la V edición (curso 2022/23), tras la cual se ha estabilizado en torno a 75 equipos participantes por edición. Esta estabilización refleja la consolidación del certamen como actividad de referencia dentro de su ámbito, con una comunidad participante fidelizada y un formato bien establecido.

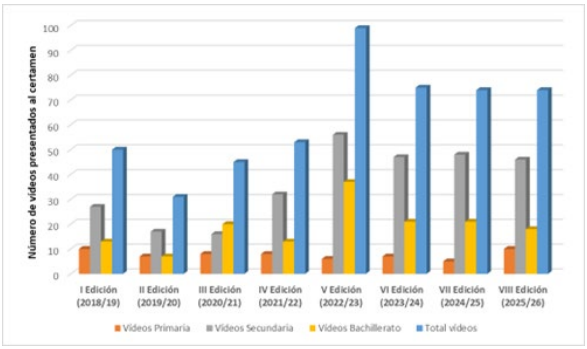


Figura 9. Evolución del número de vídeos presentados por categoría durante las ocho ediciones de MasterChem.. Elaboración propia.

A partir de las dos primeras ediciones y por petición de centros e instituciones, el concurso decidió ampliarse a la participación de las provincias limítrofes con Murcia: Alicante, Almería y Albacete. Este hecho dio lugar a la generación de un espacio en el que docentes y estudiantes de distintas comunidades pudieran compartir y comunicar sus inquietudes docentes. En el año 2019, MasterChem obtuvo una Mención de Honor en el certamen divulgativo Ciencia en Acción,[17] y en 2020 apareció seleccionado en el catálogo de proyectos a la excelencia y la innovación en la divulgación científica de la Convocatoria de Ayudas de Fomento de la Cultura Científica, Tecnológica y de la Innovación de FECYT.[18]

En la tercera edición se incorporó el incentivo académico ya mencionado, que consistió en la participación del equipo ganador de Bachillerato en el programa "Vive la Ciencia" de la Universidad de Murcia, orientado a la realización de experiencias prácticas de física y química en un entorno universitario. Asimismo, a partir de la cuarta edición se introdujo un *escape room* químico adaptado a cada categoría educativa, integrado en la jornada final. Esta actividad, basada en estrategias de

© 2026 Real Sociedad Española de Química

gamificación, contribuye a fomentar el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la aplicación de conocimientos en un contexto lúdico.

Las temáticas de la gala final del certamen han variado a lo largo de las ediciones (por ejemplo, la protección del Mar Menor, la química forense o la química de los alimentos), manteniendo una coherencia entre el hilo conductor temático, las pruebas experimentales y el diseño del *escape room*.

En conjunto, los datos de participación evidencian un elevado grado de implicación de la comunidad educativa, con alrededor de 1000 participantes anuales entre estudiantes y docentes en las ediciones más recientes. Asimismo, el impacto del certamen trasciende a los participantes directos, alcanzando a familiares y público general a través de actividades abiertas como la Feria Química y la gala final.

Las encuestas de satisfacción realizadas reflejan una valoración muy positiva de la iniciativa, con una alta tasa de recomendación y disposición a participar nuevamente, así como un amplio respaldo a la realización de actividades de divulgación científica dirigidas a públicos no universitarios.[19]

Análisis de los equipos finalistas

A lo largo de las ocho ediciones de MasterChem, más de treinta centros educativos distintos han alcanzado la fase final del certamen. La procedencia de estos equipos refleja la progresiva apertura geográfica del concurso. Si bien en las dos primeras ediciones la participación se circunscribía a la Región de Murcia, la extensión del certamen a provincias limítrofes ha enriquecido el elenco de finalistas y ampliado su impacto territorial.

Las dos primeras ediciones se caracterizaron por una participación dispersa, con centros que no repitieron en las finales de ediciones posteriores. A partir de la III edición, aparece un punto de inflexión, ya que es en esta edición cuando debutan simultáneamente los dos centros que desde entonces no han faltado a ninguna final: Cooperativa de Enseñanza Cruz de Piedra (Jumilla) y HH Maristas Sagrado Corazón (Alicante). A partir de ese momento, el certamen consolida un núcleo estable de centros recurrentes que convive con la incorporación periódica de nuevos participantes, especialmente en Primaria.

Entre los centros con mayor presencia acumulada destaca la Cooperativa de Enseñanza Cruz de Piedra (Jumilla), con ocho clasificaciones distribuidas entre las categorías de Primaria y Secundaria en seis ediciones consecutivas, convirtiéndose en el centro con más presencia de la historia del certamen. HH. Maristas Sagrado Corazón (Alicante) lidera la categoría de Bachillerato, con seis clasificaciones en seis ediciones consecutivas. Mención especial merece el IES Santiago Grisolía (Callosa de Segura, Alicante), que en las tres últimas ediciones se ha clasificado simultáneamente en Secundaria y Bachillerato, acumulando seis presencias en la fase final. Este patrón de participación en más de una categoría, presente también en otros centros como Cruz de Piedra, apunta a proyectos de divulgación científica de carácter transversal, sostenidos institucionalmente más allá de un único nivel educativo. En la Tabla 2 se muestran los centros educativos que han tenido mayor presencia en la fase final de MasterChem.

Impacto mediático del certamen

El certamen MasterChem ha alcanzado una notable visibilidad en medios de comunicación regionales y nacionales desde sus primeras ediciones, lo que ha contribuido a amplificar su alcance más allá del ámbito estrictamente educativo. La cobertura mediática, que incluye prensa escrita y digital, ha puesto de relieve tanto el carácter innovador del formato como su capacidad para integrar divulgación científica y participación activa del alumnado.

Las informaciones publicadas destacan de forma recurrente aspectos como la creatividad de los experimentos presentados, el enfoque práctico del aprendizaje y la implicación de la comunidad educativa. Asimismo, la presencia continuada en medios generalistas y especializados ha favorecido la proyección del certamen como una iniciativa consolidada dentro del panorama de la divulgación científica en España.

Este impacto mediático no solo contribuye a reforzar la visibilidad del proyecto, sino que también actúa como un elemento dinamizador, facilitando la incorporación de nuevos centros participantes y promoviendo una percepción más positiva de la química entre la ciudadanía.

Conclusiones

El certamen MasterChem se ha consolidado como una iniciativa eficaz de divulgación científica, capaz de integrar experimentación, creatividad y participación activa del alumnado en un formato competitivo atractivo.

La evolución sostenida de la participación y la implicación de la comunidad educativa evidencian su impacto positivo en el fomento de vocaciones científicas y en la mejora de la percepción social de la química. Asimismo, su estructura organizativa, basada en metodologías activas y en la colaboración entre instituciones educativas y científicas, ha contribuido a fortalecer los vínculos entre la universidad y los centros educativos participantes. En conjunto, MasterChem constituye un ejemplo de buenas prácticas en divulgación científica orientada a etapas preuniversitarias.

Agradecimientos

La celebración de MasterChem no sería posible sin el trabajo y dedicación de la UCC+i de la Universidad de Murcia. Además, se agradece la financiación de la FECYT en todas sus ediciones. Actualmente nos encontramos desarrollando el proyecto FCT24-20875.

A lo largo de sus 8 ediciones, MasterChem ha contado con el patrocinio de las siguientes entidades y empresas re-

Tabla 2. Centros educativos con mayor número de clasificaciones para la final de MasterChem (ediciones I–VIII). Elaboración propia.

Centro educativo	Primaria (ediciones)	Secundaria (ediciones)	Bachillerato (ediciones)	Total
Cruz de Piedra (Jumilla)	4 (V-VIII)	4 (III-V, VIII)	—	8
HH Maristas Sagrado Corazón (Alicante)	—	—	6 (III-VIII)	6
IES Santiago Grisolía (Callosa de Segura)	—	3 (VI-VIII)	3 (VI-VIII)	6
Centro de Estudios CEI (Murcia)	1 (I)	4 (I, I, II, II)	—	5
IES Cañadas de las Eras (Molina de Segura)	—	—	4 (II-V)	4
Colegio Cipriano Galea (La Ñora)	3 (II, III, V)	—	—	3
CEIP Antonio de Ulloa (Cartagena)	3 (III, V, VI)	—	—	3

© 2026 Real Sociedad Española de Química

https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2131

gionales o nacionales: Academia de Ciencias de la Región de Murcia, Colegio Oficial de Químicos de la Región de Murcia, Asociación de Químicos de Murcia, Real Sociedad Española de Química (sección territorial de la Región de Murcia), Ayuntamiento de Murcia, Fundación Séneca (Comunidad Autónoma de la Región de Murcia), Facultad de Química y Escuela de Doctorado de la Universidad de Murcia, Ciencia en Acción, European Olympiad of Experimental Sciences (Spain), Centro de Referencia Nacional de Química de Cartagena, Servicio Regional de Empleo y Formación, Cátedra Villapharma, Tecnoquim S. L., Linasa, Proquilab, Gedilab, Los chicos del agua, Aqua Deus, AMC Natural Drinks, SM, Via Nature, Hero y Frutos Secos Hernández.

Bibliografía

[1] A. Blanco López. *Rev. Eureka Enseñ. Divulg. Cienc.* **2004**, *1*, 70-86, https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2004.v1.i2.01.
[2] G. Pinto Cañón. *Mètode* **2024**, *1*, 54-63.
[3] A. Soto, A. Poater, J. Duran. *An. Quím.* **2024**, *120*, 151-156. https://doi.org/10.62534/rseq.aq.1991.
[4] L. Tajuelo, G. Pinto. *Rev. Eureka Enseñ. Divulg. Cienc.* **2021**, *18*, 220501, https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2205.
[5] Fundación Española para la Ciencia y Tecnología, "Convocatoria de ayudas para el fomento de la cultura científica y de la innovación de la Fundación Española para la Ciencia y Tecnología, F.S.P. (FECYT)", disponible en https://www.convocatoria.fecyt.es/publico/index.aspx, **2026** (consultado: 13/10/2026).
[6] R. Rollini, L. Falciola, S. Tortorella, *Tetrahedron* **2022**, *113*, 132758, https://doi.org/10.1016/j.tet.2022.132758.
[7] A. L. Palmer, J. P. Sarju. *J. Chem. Educ.* **2024**, *101*, 2596-2601, https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c01103.
[8] Corporación de Radio y Televisión Española, "Masterchef" disponible en https://www.rtve.es/play/masterchef/, **2026** (consultado: 15/10/2026).
[9] C. Durán Torres, M. L. Aguilar Muñoz, *Rev. Eureka Enseñ. Divulg. Cienc.* **2011**, *8*, 105-110, https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2011.v8.i1.09.
[10] D. A. García Liarte, M. Peña Martínez, *Rev. Eureka Enseñ. Divulg. Cienc.* **2011**, *8*, 437-445, https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2011.v8.iextra.10.
[11] Universidad de Alicante. "Programa ven a hacer prácticas curso 2023/24 Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología Práctica: Cocina molecular la técnica de esferificación" disponible en https://ciencias.ua.es/es/actividades/ven-a-hacer-practicas/practicas/cocina-molecular-la-tecnica-de-la-esferificacion.pdf, **2023** (consultado: 15/10/2026).
[12] P. Vivo Verdú. *Quark Ene.* **2003**.
[13] H. E. Prypsztejn, D. Stratton. *J. Chem. Educ.* **2005**, *82*, 53-54, https://doi.org/10.1021/ed082p53.
[14] M. D. Velasco López de los Mozos, A. Vidal Gómez, I. Cartagena Travesedo, "Los ésteres: ¿Aromas y fragancias artificiales?" disponible en https://www.um.es/documents/14152/0/Experiencias+FyQ+Bachillerato.pdf/ea1f97f9-4822-8f7b-6177-9c1e77fff486?t=1702398519122, **2026** (consultado: 15/10/2026).
[15] J. B. Friesen. *J. Chem. Educ.* **2015**, *92*, 505-508, https://doi.org/10.1021/ed500406v
[16] F. Burriel, F. Lucena; S. Arribas, J. Hernández, *Química Analítica Cualitativa*, Paraninfo, Madrid, **2002**.
[17] "Acta de la comisión de 'Ciencia en Acción'": modalidades materiales didácticos de ciencia, trabajos de divulgación científica y cortos científicos", 29 de mayo **2019**, disponible en https://www.um.es/documents/4749341/6163558/ACTA+-FINAL+JUNIO+MAT%2C+TRAB+y+CORTOS+2019.pdf/279596e9-b55a-4c30-9b08-0ae579fff845 (consultado 15/10/2026).
[18] Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, "La excelencia y la innovación en la divulgación científica: Selección de proyectos de la convocatoria de ayudas para el fomento de la cultura científica, tecnológica y de la innovación 2020" disponible en https://www.convocatoria.fecyt.es/publico/Catalogos/__Recursos/Practicas_Innovadoras_2020.pdf, **2021** (consultado: 15/10/2026).
[19] D. Roca Marín, J. A. Sánchez-Hernández, J. M. López Nicolás. *Prisma Social* **2020**, *31*, 239-263.



Ángela Vivancos
Departamento de Química Inorgánica.
Universidad de Murcia
C-e: angela.vicancos@um.es
ORCID: 0000-0001-9375-8002

Investigadora Ramón y Cajal en la Universidad de Murcia. Forma parte del Comité Científico del Certamen MasterChem. Compagina su labor investigadora y docente con un firme compromiso con la divulgación científica, participando en iniciativas como la Semana de la Ciencia, Vive la Ciencia y talleres en centros educativos. Es miembro del Grupo de Transferencia de Conocimiento Pa*Ciencia*LaNuestra, desde donde contribuye al desarrollo de nuevos recursos para acercar la química a la sociedad.



Isabel Saura-Llamas
Departamento de Química Inorgánica.
Universidad de Murcia
C-e: ims@um.es
ORCID: 0000-0001-8335-6747

Catedrática de Química Inorgánica de la Universidad de Murcia, con una amplia trayectoria docente e investigadora. Entre otras actividades de divulgación, pertenece al Comité Científico del Certamen MasterChem, ahora en su octava edición. También forma parte del Grupo de Transferencia de Conocimiento Pa*Ciencia*LaNuestra, con el que ha participado en la "Noche Europea de los Investigadores" y en la SECyT de la Región de Murcia en todas sus ediciones entre 2021 y 2026. Recibió el Premio de Transferencia de Conocimiento 2022 de la UMU por su labor en la transferencia de conocimiento social en la rama de Ciencias.

© 2026 Real Sociedad Española de Química



Natalia Arroyo-Manzanares
Departamento de Química Analítica.
Universidad de Murcia
C-e: natalia.arroyo@um.es
ORCID: 0000-0001-9882-6270

Catedrática de Química Analítica de la Universidad de Murcia. Compagina su labor docente e investigadora con una destacada actividad de divulgación científica orientada al fomento de las vocaciones STEM y a acercar la ciencia a la sociedad. Forma parte del Comité Científico de MasterChem. Además, ha participado en diversas ediciones de la Noche Europea de los Investigadores, en planes de captación de estudiantado y en actividades divulgativas en centros educativos de la Región de Murcia. Su trayectoria ha sido reconocida con su inclusión en la lista de científicas más influyentes socialmente en el área de Química elaborada por InfluScience.



Joaquín González-Sánchez
Departamento de Química Física.
Universidad de Murcia
C-e: josquin@um.es
ORCID: 0000-0001-6848-074X

Catedrático de Química Física de la Universidad de Murcia. Miembro del Comité Científico del Certamen MasterChem, ahora en su octava edición. Coautor de un libro de texto sobre Electroquímica. Coautor de siete artículos en revistas de enseñanza de las ciencias (incluyendo la *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Enseñanza de las Ciencias* y el *Journal of Chemical Education*) relacionados con aspectos de la educación en química y electroquímica. Coautor de varias comunicaciones en congresos de innovación docente.



Eduardo Laborda
Departamento de Química Física.
Universidad de Murcia
C-e: elaborda@um.es
ORCID: 0000-0002-2997-4066

Profesor Titular en la Universidad de Murcia y miembro del Comité Científico del Certamen MasterChem. Su actividad investigadora y docente se complementa con una activa implicación en la divulgación científica, que se refleja en su participación habitual en iniciativas como la Noche Europea de los Investigadores, la SECyT de la Región de Murcia o el programa IDIES/Prometeo (I+D en Institutos de Educación Secundaria). Integra el Grupo de Transferencia de Conocimiento "ConCiencia Indagadora", centrado en el diseño de propuestas educativas que fomentan la construcción del conocimiento científico mediante preguntas investigables.



Carmen López-Erroz
Departamento de Química Analítica.
Universidad de Murcia
C-e: erroz@um.es

Profesora Titular jubilada del Departamento de Química Analítica desde septiembre de 2020. Integrante del equipo que inició en el curso 2007-08 la actividad "Experiencias de Física y Química para alumnos de Bachillerato" (Vive la Ciencia) como labor de captación de alumnos de la Facultad de Química, coordinando la sección de química de esta actividad hasta el curso 2019-2020 y participando como docente desde su inicio hasta el curso 2024-2025. Forma parte del Comité Científico del Certamen MasterChem desde su inicio 2019.



Marta Marín-Luna
Departamento de Química Orgánica.
Universidad de Murcia
C-e: martamarin@um.es
ORCID: 0000-0003-3531-6622

Profesora Titular del Departamento de Química Orgánica de la Universidad de Murcia. Integra el Comité Científico del Certamen MasterChem desde su cuarta edición. Desarrolla su actividad combinando la docencia y la investigación con su participación en iniciativas de divulgación científica, como el programa Vive la Ciencia, así como en proyectos de innovación educativa y visitas a centros educativos. Asimismo, promueve la difusión de la ciencia a través de conferencias impartidas en la Universidad y en diversos espacios culturales.



Rafael García-Molina
Departamento de Física.
Universidad de Murcia
C-e: rgm@um.es
ORCID: 0000-0001-8755-8709

Catedrático de Física Aplicada en la Universidad de Murcia. Combina investigación (más de 150 publicaciones científicas y una intensa participación en congresos y proyectos), con docencia y divulgación de la física. Premios: Ciencia en Acción, Enseñanza y Divulgación de la Física RSEF-Fundación BBVA 2016, Transferencia de Conocimiento de la Universidad de Murcia en la rama de Ciencias 2020. Miembro de la Academia de Ciencias de la Región de Murcia, del Comité Científico de MasterChem desde sus orígenes y de Pa*Ciencia*LaNuestra. Director de la Revista Española de Física y editor adjunto de la *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.*

© 2026 Real Sociedad Española de Química



Asunción Hidalgo

Departamento de Ingeniería Química.
Universidad de Murcia

C-e: ahidalgo@um.es
ORCID: 0000-0001-9889-7984

Profesora Titular de Ingeniería Química de la Universidad de Murcia, con amplia experiencia docente e investigadora. Recibió en 2021 el Premio a la Transferencia de Conocimiento en la en la rama de Ingeniería y Arquitectura por destacar en la realización de proyectos, actividades y eventos de divulgación científica. Desde 2023 forma parte del Grupo de Transferencia de Conocimiento Pa*Ciencia*LaNuestra, con el que ha participado en la "Noche Europea de los Investigadores" y en la SECyT de la Región de Murcia. Miembro del Comité Científico del proyecto MasterChem en todas sus ediciones.

© 2026 Real Sociedad Española de Química

Anales de Química de la RSEQ

An. Quím. RSEQ, 2026, 122 (Extra.), 321-330
https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2148

La revista de la Real Sociedad Española de Química

HISTORIA DE LA QUÍMICA

El Grupo Especializado de Didáctica e Historia de las Reales Sociedades Españolas de Física y Química (1986-2026): 40 años al servicio del profesorado

The Specialized Group on Didactics and History of the Royal Spanish Societies of Physics and Chemistry (1986–2026): 40 Years Supporting Teachers

Luis Moreno Martínez[1,2,*], Manuela Martín Sánchez[1] y Gabriel Pinto Cañón[1,3]

[1] *Grupo Especializado en Didáctica e Historia de la Física y la Química, Reales Sociedades Españolas de Física y de Química.*

[2] *IES Enrique Tierno Galván, Parla, Comunidad de Madrid.*

[3] *E.T.S. de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid.*

PALABRAS CLAVE:

Didáctica de las Ciencias
Historia de la Ciencia
Real Sociedad Española de Química
Real Sociedad Española de Física
Profesorado

RESUMEN:

En 2026 se conmemora el XL aniversario de la creación del Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química (GEDH), común a las Reales Sociedades Españolas de Física (RSEF) y de Química (RSEQ). Constituido definitivamente en noviembre de 1986 bajo el impulso del profesor Salvador Senent, catedrático de Química Física de la UNED, con el propósito de que el profesorado de Física y Química de Enseñanza Secundaria contara con un grupo especializado propio en el seno de ambas Reales Sociedades, el GEDH ha promovido la enseñanza, la historia y la divulgación de la física y la química a lo largo de sus cuatro décadas de existencia. El presente artículo aborda la historia del GEDH de la mano de sus tres últimos presidentes.

KEYWORDS:

Science Education
History of Science
Spanish Royal Society of Chemistry
Spanish Royal Society of Physics
Teachers

ABSTRACT:

The year 2026 marks the 40th anniversary of the establishment of the Specialized Group for the Didactics and History of Physics and Chemistry (GEDH), a joint group of the Spanish Royal Society of Physics (RSEF) and the Spanish Royal Society of Chemistry (RSEQ). Formally established in November 1986 at the initiative of Professor Salvador Senent, Professor of Physical Chemistry at the National University of Distance Education, the GEDH was created to provide secondary school physics and chemistry teachers with their own specialized group within both Royal Societies. Throughout its four decades of existence, the GEDH has promoted the teaching, history, and public dissemination of physics and chemistry. This article examines the history of the GEDH through the accounts of its three most recent presidents.

Introducción

En 2026 el Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química (GEDH), común a las Reales Sociedades Españolas de Física (RSEF) y Química (RSEQ), conmemora su XL aniversario. Este artículo aborda la historia del Grupo en el seno de ambas Reales Sociedades, resumiendo sus contribuciones a la promoción de la didáctica, la historia y la divulgación de la física y la química.

De la Sociedad Española de Física y Química a las Reales Sociedades Españolas de Física y de Química

La Real Sociedad Española de Física y la Real Sociedad Española de Química tienen un origen común en la Sociedad Española de Física y Química. Esta insigne institución fue fundada el 23 de enero de 1903, tal y como atestigua su acta de constitución (Figura 1), firmada por su primer presidente: José Echegaray. La reunión fundacional se celebró en el decanato de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central (actual Universidad Complutense de Madrid), sito entonces en la calle Ancha de San Bernardo de Madrid, nombrándose una Junta Directiva que, como sería durante dos décadas, estuvo integrada esencialmente por docentes universitarios de avanzada edad que ejercían su labor en Madrid. En 1923 se acordó la incorporación de cuatro vocales residentes fuera de la capital.[1]

El primer presidente de la Sociedad fue José María Waldo Echegaray y Eizaguirre (1832-1916), destacado ingeniero y matemático e intelectual polifacético (Figura 2). Formado en la Escuela de Ingenieros de Caminos, donde también ejerció de catedrático (al igual que en la Universidad Central), introdujo notables innovaciones en las obras hidráulicas y ferrocarriles, ejerció diversos cargos ministeriales y desarrolló una carrera

© 2026 Real Sociedad Española de Química

CÓMO CITAR: L. Moreno Martínez, M. Martín Sánchez, G. Pinto Cañón. *An. Quím. RSEQ* **2026**, 122, 321-330, https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2148

* C-e: luis.morenomartinez@educa.madrid.org

Manuscrito recibido: 11/07/2026 · aceptado: 21/10/2026

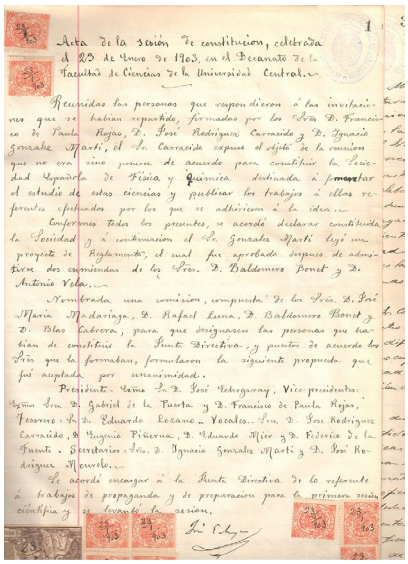


Figura 1. Acta de la sesión de constitución de la Sociedad Española de Física y Química. Reproducido de [2] con permiso de la RSEQ y la RSEF.

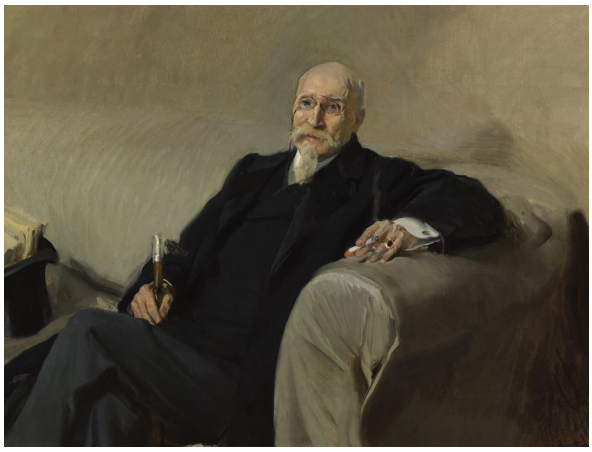


Figura 2. "José Echegaray", de Joaquín Sorolla. Óleo sobre lienzo, 100 x 133 cm, 1905. Fuente: Banco de España.

destacada como dramaturgo. Su versatilidad intelectual le valió el Premio Nobel de Literatura en 1904.[3]

El mismo año de la fundación se inició la edición de los *Anales de la Sociedad Española de Física y Química* (Figura 3). Dicha publicación incluía trabajos científicos, la memoria anual y las actas de las reuniones mensuales. La trayectoria de los primeros años de la Sociedad se recoge en los citados *Anales*, recientemente digitalizados.[4-6] En 1928, con motivo de la conmemoración de sus primeros 25 años de historia, el Rey Alfonso XIII otorgó a la Sociedad el apelativo de «Real». El mismo fue eliminado en 1931, con el advenimiento de la Segunda República. En 1939, al término de la Guerra Civil, la denominación de la institución cambió de nuevo a Real Sociedad Española de Física y Química, nombre que mantuvo hasta su disociación, en 1980, en las dos sociedades actuales: la Real Sociedad Española de Física (RSEF) y la Real Sociedad Española de Química (RSEQ).

La actividad académica de la Real Sociedad Española de Física y Química no se limitó a impulsar la publicación de trabajos de investigación científica en *Anales*, ventana privilegiada al desarrollo histórico de las ciencias fisicoquímicas en nuestro

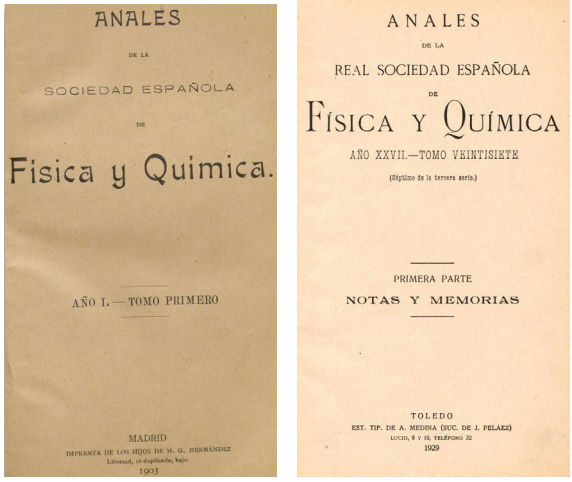


Figura 3. Portada del número 1 (1903) y del número 27 (1929) de Anales, donde se puede apreciar el cambio de denominación de la Sociedad con motivo de sus Bodas de Plata (1928). Reproducido de [7] y [8] con permiso de la RSEQ y la RSEF.

país. La Sociedad también contribuyó a tejer redes científicas internacionales. En esta línea, uno de los eventos más relevantes de las primeras décadas de existencia de la Sociedad fue la celebración del IX Congreso Internacional de Química Pura y Aplicada, el cual tuvo lugar en Madrid en 1934 (Figura 4).[9] En dicho congreso participó Mary Louise Foster, química que impulsó la formación científica femenina en España.[10,11] En una reseña del congreso publicada en *Journal of Chemical Education* en 1934, Foster afirmaba que las diversas conferencias que se impartieron en el congreso no solo atendieron a la investigación química del momento, sino que también hubo conferencias dedicadas a la historia y la enseñanza de la química.[12]



Figura 4. Cartel publicitario del IX Congreso Internacional de la IUPAC (Madrid, 1934).

Tras José Echegaray, la Sociedad Española de Física y Química contó con otros 36 presidentes, entre los que se incluyen eminentes científicos españoles como José Casares Gil (1911), Blas Cabrera Felipe (1916 y 1923-24), Julio Palacios Martínez

© 2026 Real Sociedad Española de Química

(1927-1928), Enrique Moles Ormella (1929-1931) o Ángel del Campo Cerdá (1934-1935), entre otros. Carlos Sánchez del Río (1978-1980) fue el último presidente de la institución antes de su escisión en la Real Sociedad Española de Física y la Real Sociedad Española de Química ocurrida en 1980, a tenor del grado de desarrollo y autonomía disciplinar de ambas ciencias a finales del siglo XX, en consonancia con otros países. Seis años después de esta separación tuvo lugar la constitución definitiva del GEDH como grupo mixto de ambas Reales Sociedades. Su creación, bajo el mandato de Francisco Fariña Pérez como presidente de la RSEQ y Maximino Rodríguez Vidal como presidente de la RSEF, ilustra la importancia de la colaboración entre ambas Reales Sociedades tras su separación. Se trata de una colaboración vital dada su conexión con el profesorado de Enseñanza Secundaria, donde Física y Química constituye una única especialidad docente. He ahí el germen de la fundación del GEDH, que sigue plenamente vigente 40 años después: servir al profesorado.

Origen y evolución del GEDH

La enseñanza de la física y la química fue una cuestión recurrente en los simposios organizados en el marco de las Reuniones Bienales de la Real Sociedad Española de Física y Química, lo que terminó cristalizando en la idea de constituir un Grupo Especializado de Didáctica de la Física y la Química. En esta línea apuntan varias fuentes, como la carta enviada en octubre de 1978 al entonces presidente de la Real Sociedad, José Miguel Gamboa Loyante, en la que varios profesores que participaron en el simposio "Didáctica de la Física y de la Química" (celebrado aquel mismo año en Madrid en el marco del 75 aniversario de la institución) solicitaban la creación del Grupo. Gracias a la correspondencia entre José Casanova Colás (profesor de Física de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valladolid) y Francisco Fariña Pérez (investigador del Centro Nacional de Química Orgánica del CSIC y presidente de la RSEQ entre 1985 y 1988) sabemos que el anhelo de aquel grupo de docentes fue tenido en consideración, pues se creó de forma provisional un Grupo Especializado de Didáctica.

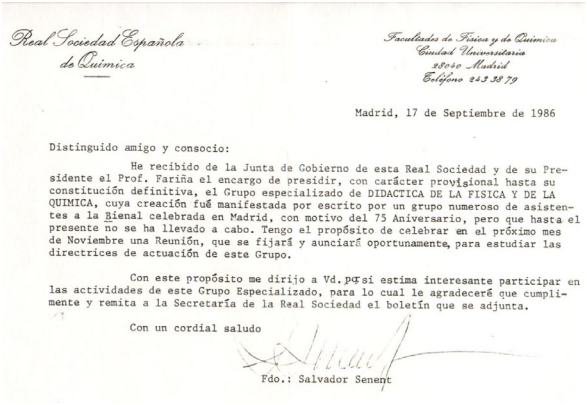
En una carta del 9 de octubre de 1985, el profesor Casanova afirmaba que había hablado con Fernando Gómez Herrera, entonces presidente del primigenio y provisional Grupo Especializado de Didáctica de la Sociedad, que le había informado de su dimisión hace tiempo. En esta línea, Casanova señalaba que,

> Aunque la Real Sociedad mantiene el Grupo de Didáctica y como tal figura en la próxima Bienal de Santiago, la verdad es que ha demostrado siempre muy poco interés por estos problemas, aunque en las Bienales sea un grupo muy concurrido, muchas veces tan concurrido como el que más, como por ejemplo en el 75 aniversario ahí en Madrid.[13]

A esta carta respondía el presidente Fariña el 28 de octubre de 1985 afirmando:

> La Real Sociedad Española de Química está interesada en la existencia del Grupo Especializado de Didáctica, pero es necesario contar con un número suficiente de socios realmente interesados en estos temas.
>
> Lo que ha ocurrido hasta ahora es que el Grupo, constituido hace 6 años en forma provisional, no ha llegado a funcionar como tal y solo hay constancia de la presentación de trabajos aislados de Didáctica en las sucesivas Bienales. Pienso por ello ocuparme del asunto y, después de consultar a la Sociedad de Física, intentar reactivarlo.[14]

La intención de Fariña de reactivar el Grupo, en colaboración con la ya independiente Real Sociedad Española de Física, encontró respuesta en el profesor Salvador Senent. Un año después de aquella carta, en octubre de 1986, Salvador Senent escribía a Francisco Fariña indicando que contaba con el apoyo de entre 120 y 130 socios de la RSEQ y la RSEF para la constitución del Grupo. En aquella carta también señalaba que la sesión de constitución debía realizarse el 21 o 28 de noviembre de aquel año en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Complutense de Madrid. Ambos días, viernes, se elegían para facilitar el desplazamiento de socios residentes fuera de Madrid. De esta reunión también da cuenta la carta enviada por el profesor Salvador Senent en septiembre de 1986 a los socios de la RSEQ, anunciando la creación del Grupo (Figura 5). Finalmente, el 28 de noviembre de 1986 se fundó el actual Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química, del que el profesor Salvador Senent Pérez fue su primer presidente.



Real Sociedad Española de Química

Facultades de Física y de Química
Ciudad Universitaria
28040 Madrid
Teléfono 243 38 79

Madrid, 17 de Septiembre de 1986

Distinguido amigo y consocio:

He recibido de la Junta de Gobierno de esta Real Sociedad y de su Presidente el Prof. Fariña el encargo de presidir, con carácter provisional hasta su constitución definitiva, el Grupo especializado de DIDACTICA DE LA FISICA Y DE LA QUIMICA, cuya creación fué manifestada por escrito por un grupo numeroso de asistentes a la Bienal celebrada en Madrid, con motivo del 75 Aniversario, pero que hasta el presente no se ha llevado a cabo. Tengo el propósito de celebrar en el próximo mes de Noviembre una Reunión, que se fijará y anunciará oportunamente, para estudiar las directrices de actuación de este Grupo.

Con este propósito me dirijo a Vd. por si estima interesante participar en las actividades de este Grupo Especializado, para lo cual le agradeceré que cumplimente y remita a la Secretaría de la Real Sociedad el boletín que se adjunta.

Con un cordial saludo

Fdo.: Salvador Senent

Figura 5. Carta enviada por S. Senent el 17 de septiembre de 1986 a los socios de la RSEQ informando de la inminente constitución del Grupo Especializado de Didáctica de la Física y de la Química. Reproducido de Ref. [15] con permiso de la RSEQ.

Con una audiencia de sesenta y dos miembros y simpatizantes de las Reales Sociedades Españolas de Física y de Química, la tarde del 28 de noviembre de 1986, en el aula 2402 de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Complutense de Madrid, tuvo lugar la reunión fundacional del Grupo Especializado de Didáctica de la Física y de la Química de las Reales Sociedades Españolas de Física y de Química. En la sesión se constituyó la Junta de Gobierno que estuvo conformada por Salvador Senent Pérez como presidente, Pilar Escudero González y Pedro Pérez Fernández como vicepresidentes, Enrique Ramos Jara como tesorero, José Casanova Colás como secretario y Santiago Vicente Pérez, Petra Muñoz García, Mariano Merino de la Fuente y Francisco Aragón de la Cruz como vocales. Este último propuso la incorporación de la historia a la denominación del Grupo, exponiendo las razones para ello. Asimismo, se debatieron otras muchas cuestiones como la pertinencia de publicar o no artículos sobre enseñanza en *Anales*, la importancia de involucrar en el Grupo al profesorado de Enseñanzas Medias o si debían separarse la didáctica de la física y de la química. El examen de la documentación disponible ha mostrado que durante los primeros años se usó principalmente la denominación de Grupo Especializado de Didáctica de la Física y la Química, aunque la historia de la física y de la química estuvo presente, principalmente de la mano del profesor Aragón de la Cruz, quien figura como coordinador del grupo de trabajo "Investigación en historia de la física y de la químí-

© 2026 Real Sociedad Española de Química

https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2148

ca" en el marco de las diversas actuaciones desarrolladas por el Grupo Especializado (Figura 6). Desde la década de 1990 la denominación oficial ha sido Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química que, si bien extensa, perdura hasta la actualidad.

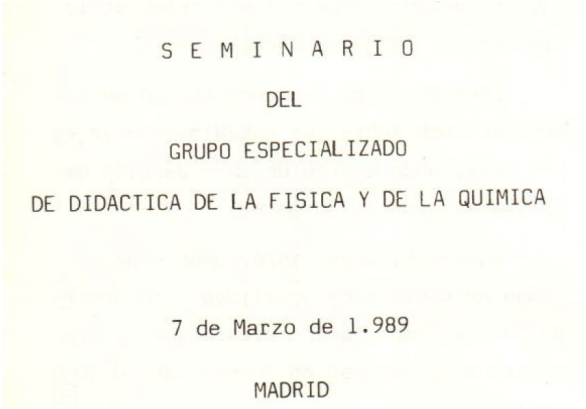


Figura 6. Entre las muchas actuaciones del Grupo se encuentra la organización de jornadas para docentes, como este seminario celebrado el 7 de marzo de 1989. Reproducido de Ref. [16] con permiso de la RSEQ.

A lo largo de su historia, el GEDH ha tenido seis presidentes, cada uno de los cuales ha aportado al Grupo su seña de identidad (Figura 7). Natural de Valencia, Salvador Senent (1919-2006) fue doctor en Ciencias Químicas. A principios de la década de 1940 se formó en las Universidades de Göttingen y Oxford y trabajó en el Instituto de Química Física «Antonio de Gregorio Rocasolano» (actual Instituto de Química Física «Blas Cabrera») del entonces recientemente creado Consejo Superior de Investigaciones Científicas en Madrid (heredero de la Junta para la Ampliación de Estudios), de cuya sección de Valladolid fue responsable. En 1945, con 26 años, obtuvo la cátedra de Química Física de la Universidad de Valladolid, de cuya Facultad de Ciencias llegó a ser decano entre 1956 y 1959. Posteriormente se incorporó como docente e investigador a la Universidad Nacional de Educación a Distancia, donde fue director del Departamento de Química Física desde 1981 hasta su jubilación, siendo nombrado Profesor Emérito.[17,18] Tal y como publicó la UNED con motivo de su fallecimiento el 29 de noviembre de 2006 (tan solo un día después de que el GEDH hubiese cumplido dos décadas), el profesor Senent fue uno de los primeros catedráticos de Química Física en España, realizando importantes contribuciones al estudio de los gases reales y la cinética química. Si bien dicha nota no alude a la creación del GEDH, sí se destaca que fruto de su dilatada carrera docente, realizó importantes investigaciones didácticas que contribuyeron a la enseñanza activa de la Química Física.[19]

Hacia 1994, la presidencia del GEDH fue asumida por un discípulo de Salvador Senent: el profesor Julio Casado Linarejos (1939-2018), quien presidió el Grupo hasta 2002. Natural de Palencia, el profesor Casado se doctoró en Ciencias Químicas por la Universidad de Valladolid en 1965 bajo la dirección del profesor Senent, a quien había conocido como alumno del Curso Selectivo para el acceso a las carreras científico-técnicas. Tras realizar una estancia postdoctoral en la Universidad de Copenhague, se incorporó a la Universidad de Valladolid, donde creó el primer laboratorio especializado en espectroscopía de microondas en España. En 1973 fue nombrado catedrático de Química Física de la Universidad de Santiago de Compostela, donde continuó su prolífica labor docente, investigadora y de gestión, siendo vicerrector y director del Instituto de Ciencias de la Educación. Tras su paso por Galicia, se incorporó a la Universidad de Salamanca, ciudad en la que falleció el 2 de abril de 2018.[20]

Desde 2002 a 2008 la presidencia del GEDH recayó en la profesora Pilar Escudero González, primera mujer que presidió el Grupo y, al igual que el profesor Casado, discípula del profesor Senent. Natural de Valladolid, se doctoró en Ciencias Químicas en su Universidad bajo la dirección del profesor Salvador Senent. Tras obtener plaza por oposición como catedrática de Física y Química de Bachillerato, ejerció la docencia en distintas ciudades y publicó diversos materiales didácticos y artículos sobre cuestiones educativas. Como presidenta del GEDH, en 2007 constituyó el Premio Salvador Senent, galardón que todavía se convoca cada dos años, e impulsó diversas iniciativas para la mejora de la enseñanza de la materia de Física y Química.[21]

En 2008, la profesora Manuela Martín Sánchez tomó posesión como presidenta del GEDH, ocupando el cargo hasta 2017. La profesora Martín Sánchez nació en Berganciano, un pequeño pueblo de Salamanca. Doctora en Ciencias Químicas por la Universidad de Salamanca, enseñó en la Escuela Normal de Magisterio de Ciudad Real y en la de León, de la que fue jefa de Estudios (1964-1974) y directora (1974-1981). En 1981 se incorporó a la Universidad Complutense de Madrid, institución en la que fue vicedecana de la Facultad de Educación y directora del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, siendo nombrada Profesora Honorífica. La profesora Martín Sánchez ha contribuido a la formación científica de numerosas generaciones de maestros y profesores de Enseñanza Secundaria, promoviendo la enseñanza experimental de la física y la química a través de diversas publicaciones, cursos e iniciativas.[22]

En 2017 la presidencia del GEDH fue asumida por el profesor Gabriel Pinto Cañón, catedrático de Ingeniería Química de la Universidad Politécnica de Madrid. Nacido en Madrid en 1962, se licenció (1985) y doctoró (1990) en Ciencias Químicas por la Universidad Complutense de Madrid. Desde 1986 se ha dedicado activamente a la enseñanza de la química en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de su universidad, en la que también ha ocupado múltiples cargos de gestión como secretario, subdirector de Innovación Educativa y director de Departamento. Su carrera investigadora se ha centrado en el estudio de las propiedades ópticas y eléctricas de materiales poliméricos, así como en los ámbitos de la didáctica y la historia de las ciencias fisicoquímicas, a las que ha aportado numerosas contribuciones que han dado lugar a diversas publicaciones y ponencias. El profesor Pinto es, además, un activo divulgador de la ciencia, habiendo participado en centenares de iniciativas de divulgación científica en varios formatos, lo que le ha llevado a ser reconocido con múltiples premios, como el Premio de la Confederación de Sociedades Científicas de España a la Difusión de la Ciencia, que obtuvo en 2020.[23]

Tras las elecciones de noviembre de 2025, el cargo de presidente del GEDH es ocupado por Luis Moreno Martínez. Nacido en Madrid en 1989, se licenció en Ciencias Químicas en la Universidad Complutense de Madrid y se doctoró en Didáctica de las Ciencias en la Universidad Autónoma de Madrid y en Historia de la Ciencia en la Universitat de València. Tras su formación postdoctoral en el Instituto Politécnico Nacional de México, obtuvo plaza por oposición como profesor de Física y Química de Enseñanza Secundaria de la Comunidad de Madrid. Ejerce la docencia en el IES Enrique Tierno Galván de Parla y en el Programa de Enriquecimiento Educativo para Alumnado de Altas Capacidades de la Comunidad de Madrid. Como funcionario docente ha ocupado diversos cargos (como jefe de Departamento, secretario y miembro de tribunales de

© 2026 Real Sociedad Española de Química



Figura 7. Presidentes del GEDH desde su fundación en 1986 hasta la actualidad. Fuente: GEDH RSEF-RSEQ.

oposición), además de colaborar con el Ministerio de Educación en la elaboración de Pruebas de Acceso a la Universidad, situaciones de aprendizaje y Pruebas Generales de Evaluación General del Sistema Educativo. Ha realizado diversas contribuciones a la didáctica, la historia y la divulgación de la física y la química, las cuales han cristalizado en múltiples publicaciones, conferencias y proyectos varios. En 2022 fue galardonado con el Premio a Tareas Educativas y Divulgativas de la RSEQ.[24]

Junto a los presidentes, los componentes de las distintas Juntas de Gobierno (como los indicados en la Tabla 1) han contribuido al impulso de diversas iniciativas para la promoción de la didáctica, la historia y la divulgación de la física y la química en nuestro país a través del GEDH.

A lo largo de su historia, el GEDH ha sido testigo de la creación de otros grupos especializados en torno a temáticas similares tanto en la RSEF como en la RSEQ, con los que mantiene una relación de colaboración mutua (Figura 8).



Figura 8. Arriba, fotografía de varios miembros del GEDH y el GEHCi en el Simposio organizado conjuntamente en la Bienal de la RSEQ celebrada en junio de 2017 en Sitges. Debajo, fotografía del acto del XX aniversario del antiguo GEEF celebrado en Madrid en febrero de 2018 al que asistió el entonces presidente del GEDH, Gabriel Pinto. Fuente: Archivo de la RSEQ (1.ª imagen) y Archivo de la RSEF (2.ª imagen).

Tabla 1. Juntas de Gobierno del GEDH de las dos últimas décadas. Cargos: VP, vicepresidente; S, secretario; T, tesorero; V, vocal.

Presidencia de Pilar Escudero González	
Segundo mandato (2006-2008)	
VP: Manuela Martín Sánchez VP: Gabriel Pinto Cañón S: Fernando González Velasco T: José María Hernández Hernández V: Francisco Aragón de la Cruz V: Raimundo Pascual González V: Moisés Egido Manzano	
Presidencia de Manuela Martín Sánchez	
Primer mandato (2008-2013)	Segundo mandato (2013-2017)
VP: Gabriel Pinto Cañón S: Raimundo Pascual González T: José María Hernández Hdez. V: Francisco Aragón de la Cruz V: Francisco Sotres Díaz V: Rosa Domínguez Gómez	VP: Gabriel Pinto Cañón T: M.ª Araceli Calvo Pascual S: José María Hernández Hdez. V: Francisco Aragón de la Cruz V: Francisco Sotres Díaz V: Rosa Domínguez Gómez
Presidencia de Gabriel Pinto Cañón	
Primer mandato (2017-2021)	Segundo mandato (2021-2025)
VP: José Antonio Martínez Pons S-T: M.ª Araceli Calvo Pascual V: Almudena de la Fuente Fdez. V: Juan Antonio Llorens Molina V: Luis Moreno Martínez V: Marisa Prolongo Sarria	VP: José Antonio Martínez Pons VP: Luis Moreno Martínez S: Almudena de la Fuente Fdez. T: M.ª Victoria Alcázar Montero V: José María Arsuaga Ferreras V: Omayra Hernández Rubio V: Nuria Muñoz Molina V: Juan Quílez Pardo V: Alejandro Rguez.-Villamil Hdez. V: José Benito Vázquez Dorrío
Presidencia de Luis Moreno Martínez	
VP: Almudena de la Fuente Fernández VP: José Antonio Martínez Pons S: Alejandro Rodríguez-Villamil Hernández T: M.ª Victoria Alcázar Montero V: Adrián de la Fuente Ballesteros V: Anxo Vidal Nogueira V: José Benito Vázquez Dorrío V: Juan José Serrano Pérez V: Nuria Muñoz Molina V: M.ª Rosario Sorriguieta Ruiz	

© 2026 Real Sociedad Española de Química

https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2148

Así, en 1998 tuvo lugar la creación del Grupo Especializado de Enseñanza de la Física (GEEF) en el seno de la RSEF, del que el profesor Manuel Yuste LLandrés fue su primer presidente. En mayo de 2018 se aprobó la fusión del GEEF con el Grupo Especializado de Divulgación y Comunicación de la Física (GEDC), que se había creado en 2010, constituyéndose la División de Enseñanza y Divulgación de la Física (DEDF) con José María Pastor Benavides como presidente de la misma.[25] Actualmente la DEDF es presidida por el profesor Pablo Nacenta Torres. Asimismo, en 2008, tuvo lugar la creación del Grupo Especializado «Química y Sociedad» en el seno de la RSEQ con el profesor Pascual Román Polo como primer presidente. En 2010 dicho Grupo pasó a denominarse Grupo Especializado de Historia de la Ciencia (GEHCi). Actualmente, tras la dirección durante años de Inés Pellón González, es presidido por el profesor Joaquín Pérez Pariente.[26]

En mayo de 2026 el GEDH contaba con 231 socios, 165 pertenecientes a la RSEQ y 66 pertenecientes a la RSEF. Entre sus socios se encuentran mayoritariamente profesores de Física y Química tanto de Enseñanza Secundaria como de Enseñanzas Universitarias, además de docentes e investigadores en didáctica e historia de la ciencia, entre otros perfiles académicos y profesionales.

Fines e iniciativas del GEDH

El artículo 1 del capítulo I del reglamento del GEDH define al mismo como «un grupo de trabajo constituido para apoyar la labor docente de calidad y la divulgación de la física y la química en los diferentes niveles educativos».[27] Dicho artículo establece claramente el papel central de la enseñanza para el GEDH. La existencia de la especialidad conjunta de Física y Química en los actuales Cuerpos de Profesores y Catedráticos de Enseñanza Secundaria en España hace fundamental la existencia de un grupo común a ambas Reales Sociedades, seña de identidad del GEDH. Es por ello que, con motivo de su XL aniversario se ha adoptado el lema «Al servicio del profesorado desde 1986» (Figura 9).



Figura 9. Logo del GEDH con motivo de su XL aniversario. Fuente: GEDH RSEF-RSEQ.

Este servicio al profesorado durante las últimas cuatro décadas es rastreable en las múltiples iniciativas emprendidas por el GEDH, entre las que caben destacar cuatro líneas de actuación prioritaria: la organización de eventos y jornadas, la edición de su propio boletín informativo, la convocatoria de premios y certámenes y la colaboración con otras instituciones y organizaciones. Entre 2003 y 2012 el GEDH organizó múltiples jornadas sobre cuestiones relativas a la enseñanza y la divulgación de la física y la química, las cuales dieron lugar a su vez a varios trabajos editados en los que se recogían las comunicaciones presentadas en las mismas (Figura 10). Dichas jornadas llevaron por título: *Didáctica de la Química y vida cotidiana* (2003), *Didáctica de la Física y la Química en distintos niveles educativos* (2005), *Aprendizaje Activo de la Física y la Química* (2007), *La Química como materia básica en los grados de ingeniería* (2009) y *Enseñanza y Divulgación de la Física y la Química* (2012). Desde 2014, el GEDH colabora en la organización del Congreso de Docentes de Ciencia y Tecnología (CDC), organizado por el Colegio Oficial de Docentes y el grupo EPINUT, que se celebra en la Universidad Complutense de Madrid cada dos años y que, al igual que en aquellas primeras jornadas organizadas por el Grupo, cristaliza en la publicación de libros colectivos (antes editados por Santillana y actualmente por SM) en los que los ponentes presentan los artículos *in extenso* de sus ponencias. La última edición de este congreso tuvo lugar en abril de 2026 y la conferencia inaugural fue impartida por el actual presidente del grupo.[28]



Figura 10. Portadas de dos obras colectivas derivadas de las jornadas del GEDH (dos primeras imágenes) y de su colaboración con el CDC (tercera imagen). Reproducido de Ref. [29-31] con permiso de los editores.

El GEDH también participa activamente en las Reuniones Bienales de la RSEF y la RSEQ, donde organiza simposios sobre didáctica, historia y divulgación de la física y la química (en el caso de la RSEQ, en colaboración con el GEHCi desde 2015). Dichos simposios constituyen estimulantes puntos de encuentro e intercambio entre docentes e investigadores, fomentando la colaboración entre profesorado de distintas etapas educativas, regiones y países (Figura 11).

Si bien se ha señalado la enseñanza y la divulgación de la física y la química como áreas de actuación predilectas para el GEDH, la historia de ambas ciencias es otro eje vertebrador del Grupo. En esta línea, en las jornadas y simposios se abordan también temas históricos sobre el desarrollo de las ciencias fisicoquímicas. Además, desde el GEDH se apuesta por el gran valor didáctico de la historia de la física y la química, ya que un mayor conocimiento de la historia de estas ciencias ayuda a su profesorado a tener una comprensión más profunda de ambas, a la par que le permite diseñar estrategias para su enseñanza. Esta sinergia entre didáctica e historia de la física y la química ha cobrado especial protagonismo en la historia reciente del GEDH y se aprecia en una de sus iniciativas predilectas: su boletín.

El primer boletín informativo del GEDH se publicó en 2004, bajo la presidencia de la profesora Pilar Escudero. Manuela Martín y Gabriel Pinto (sus primeros editores) contribuyeron a impulsar este boletín informativo desde entonces. Sus páginas dan cuenta de numerosas iniciativas, congresos y publicaciones a fin de darlas a conocer entre el profesorado. Especial mención merecen los apuntes de historia de la ciencia que el profesor Francisco Aragón de la Cruz publicó durante años en el boletín, hasta su fallecimiento en noviembre de 2016. El número 26 del boletín, publicado en diciembre de aquel año, recogía su última efeméride dedicada a Gilbert N. Lewis con motivo del primer centenario de su publicación «El átomo y la molécula» donde establecería las bases del enlace químico. El testigo de Francisco Aragón fue recogido por el profesor Luis Moreno, quien continúa publicando su apunte de historia de la ciencia

© 2026 Real Sociedad Española de Química



Figura 11. De arriba a abajo, fotografías de diversos miembros del GEDH en las Reuniones Bienales de la RSEQ de 2011 (Valencia), 2015 (A Coruña) y 2023 (Zaragoza) y en la Reunión Bienal de la RSEF de 2024 (San Sebastián). Fuente: GEDH RSEF-RSEQ.

en el boletín desde entonces. El boletín informativo dio un giro copernicano en 2021, cuando el profesor Gabriel Pinto decidió renombrar el boletín con la denominación de *Faraday. Boletín de Física y Química (Segunda Época)* (Figura 12).

Se pretendía así rendir homenaje a *Faraday. Boletín de Física y Química,* publicación pionera en España sobre didáctica e historia de la física y la química que fue editada por el profesor Modesto Bargalló Ardévol (1894-1981) entre 1928 y 1929, cuyo análisis se revelaba pendiente hasta la publicación de un artículo del profesor Luis Moreno en *Enseñanza de las Ciencias* en 2021.[34] Bargalló, figura destacada de la renovación pedagógica de la enseñanza de las ciencias en la España del primer tercio del siglo XX, fue un docente entusiasta del valor de la historia de la física y la química para la enseñanza de ambas ciencias. Con *Faraday* pretendió fomentar el intercambio de experiencias didácticas entre el profesorado, pero también contribuir a visibilizar la historia de la física y la química entre los docentes; objetivos que el GEDH comparte plenamente con el profesor Bargalló.



Figura 12. Número 1 del boletín informativo (2004) y número 35 del renovado *Faraday. Boletín de Física y Química (2.ª Época)* (2021). Reproducido de Ref. [32] y [33] Fuente: GEDH RSEF-RSEQ.

La convocatoria de premios y certámenes ha sido otro de los emblemas del GEDH en sus 40 años de historia. En esta línea, cabe destacar el Premio Salvador Senent, el cual reconoce los mejores trabajos en didáctica o historia de la física y la química publicados en *Revista Española de Física* de la RSEF o *Anales de Química* de la RSEQ. Instaurado por Pilar Escudero, este galardón bianual ha sido otorgado ininterrumpidamente desde 2007 (I edición, en la que fue concedido a Carmen Guillén Miró, catedrática de Física y Química de Enseñanza Secundaria de la Región de Murcia) a 2025 (X edición, en la que el ganador fue Juan José Serrano Pérez, profesor de Física y Química de Enseñanza Secundaria de la Comunidad Valenciana) y contó con el apoyo del Foro Nuclear durante sus siete primeras ediciones. La XI Edición del premio ya ha sido convocada y se resolverá en 2027.[35]

Asimismo, el GEDH ha convocado múltiples certámenes dirigidos a profesores en los últimos años (Figura 13). En esta línea, cabe destacar el concurso escolar «Nuestra Tabla Periódica», con motivo del Año Internacional de la Tabla Periódica (2019), el cual recibió más de 200 contribuciones de docentes de todo el país.[36] También merecen especial mención los Premios a la Labor Docente «Innovación educativa en Física y Química en tiempos de pandemia», con los cuales se quiso reconocer al profesorado su gran labor durante 2020 y 2021 a consecuencia de la pandemia de COVID-19.[37] A estos cabe añadir los Premios «Física y Química para el Desarrollo Sostenible», con motivo del Año Internacional de las Ciencias Básicas para el Desarrollo Sostenible (2022), y los Premios «Física y Química para el conocimiento de la Ciencia y la Tecnología Cuántica», desarrollados en el marco del Año Internacional de la Ciencia y la Tecnología Cuánticas (2025).

Estas convocatorias vienen acompañadas de la celebración de jornadas donde, además de entregar los premios al profesorado galardonado, se realizan talleres y se imparten ponencias sobre las temáticas del Grupo. En 2026 el GEDH ha convocado los «Premios a la Labor Docente en el Fomento de la Experimentación en Física y Química» a fin de fomentar el uso didáctico de las demostraciones experimentales y reconocer públicamente la labor del profesorado de Física y Química de Enseñanza Secundaria.[38]

© 2026 Real Sociedad Española de Química

https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2148

Además de estas iniciativas propias, el GEDH colabora activamente con otras instituciones, organismos y proyectos apoyándolos económicamente y/o difundiéndolos entre el profesorado. En esta línea, cabe destacar la colaboración para la organización de congresos (como el Congreso Internacional de Docentes de Ciencias al que nos referimos anteriormente en este artículo o el Congreso Internacional de Didáctica de la Química de la Asociación y Colegio de Químicos de Galicia), ferias científicas (como Diverciencia) y proyectos europeos (como *Science on Stage Spain-Andorra* y *Scientix*). Además de organizar jornadas y simposios y apoyar otros eventos impulsados por otras instituciones, los miembros del GEDH participan activamente en diversos foros sobre didáctica, historia y divulgación de la ciencia a fin de fomentar el intercambio y diálogo entre profesionales y entusiastas de estas áreas.



Figura 13. Diversas jornadas y eventos en los que ha participado el GEDH en los últimos años. Fuente: GEDH RSEF-RSEQ.

A fin de impulsar todas estas iniciativas, la coordinación entre todos los miembros de la Junta de Gobierno del GEDH es fundamental. Así, estos se reúnen con periodicidad trimestral haciendo uso de las nuevas tecnologías (Figura 14). Asimismo, resulta crucial la comunicación con el resto de miembros y socios del grupo. Para ello, se remite información periódicamente a los socios del GEDH a través de las listas de correo electrónico de los miembros de la RSEF y la RSEQ, además de usar las redes sociales (Facebook, Twitter/X, LinkedIn e Instagram) para difundir informaciones de interés. También se realizan Juntas Generales en el marco de las jornadas presenciales que organiza el GEDH, donde todos los miembros del Grupo pueden participar e intervenir.

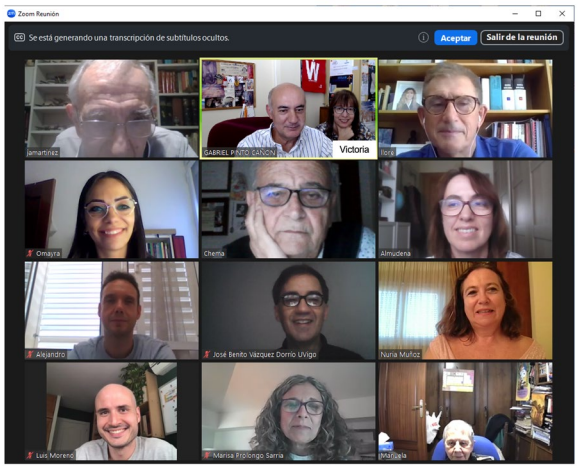


Figura 14. Reunión telemática de la Junta de Gobierno del GEDH realizada el 1 de octubre de 2025. Fuente: GEDH RSEF-RSEQ.

Retos y perspectivas de futuro del GEDH

Fomentar la experimentación en el aula de Física y Química, profundizar en el conocimiento didáctico del contenido de ambas materias, elaborar situaciones de aprendizaje y materiales educativos, mejorar el currículo de Física y Química en ESO y Bachillerato, promover una mayor presencia de estas ciencias en la etapa de Educación Primaria, reforzar la formación del profesorado de las distintas etapas educativas e incentivar la colaboración entre las mismas o cuestiones más recientes, como abordar la irrupción de la Inteligencia Artificial en el ámbito educativo, son solo algunos de los muchos desafíos a los que la didáctica de la física y la química debe hacer frente. Sin duda, se trata de retos a los que el GEDH tratará de contribuir a través de iniciativas como las detalladas en las páginas anteriores y otras nuevas que aguardan por iniciar su andadura.

Asimismo, otro de los retos que el GEDH tiene ante sí es lograr poner en valor la pertinencia de un mayor conocimiento de la historia de la física y la química para adquirir un conocimiento profundo de sus modelos, leyes y teorías; así como para lograr una visión más realista de sus conexiones con la sociedad y de su naturaleza como actividades humanas fundamentales. Para ello, promover los estudios históricos sobre física y la química, así como su divulgación en el contexto educativo, académico y cultural español son líneas de actuación preferentes para el Grupo.

Todos estos retos y perspectivas de futuro exigen, como no podía ser de otro modo, la colaboración entre docentes de todas las etapas educativas y profesionales de distintas áreas,

© 2026 Real Sociedad Española de Química

desde las ciencias experimentales y la ingeniería a la didáctica, la historia y la comunicación de la ciencia. Para ello, la creación de puntos de encuentro y diálogo entre disciplinas académicas y colectivos profesionales resulta imprescindible. En esta línea, dada su labor determinante en la formación científica de la ciudadanía, cobra especial protagonismo el profesorado de Física y Química de Enseñanza Secundaria. Su papel clave en la construcción de una didáctica de la física y la química realista y sólidamente fundamentada -próxima a la realidad de las aulas y a las necesidades de nuestros centros y cimentada en un conocimiento profundo de la física, la química, su didáctica y su historia- constituye el combustible principal del GEDH para seguir, durante muchos años más, al servicio del profesorado.

Agradecimientos

Los firmantes de este artículo desean expresar su agradecimiento a Patricia Yáñez-Sedeño Orive por el trabajo de digitalización de diversos documentos de gran valor para conocer la historia del GEDH. Asimismo, desean expresar su gratitud a los anteriores presidentes y a todos los miembros de las Juntas de Gobierno por su dedicación al Grupo a lo largo de estas cuatro décadas, así como a todos los miembros del GEDH por su implicación en las distintas iniciativas impulsadas durante estos años. Que estas líneas sirvan para expresar la gratitud a quienes nos precedieron y sean de interés a quienes, desde el futuro, se acerquen a la historia de este grupo de apasionados de la física y la química comprometidos firmemente y con gran entusiasmo con su didáctica, su historia y su divulgación.

Bibliografía

[1] Real Sociedad Española de Química "Orígenes de la Real Sociedad Española de Química", disponible en https://rseq.org/quienes-somos/historia/, **2026** (consultado: 24/05/2026).
[2] Acta de la sesión de constitución celebrada el 23 de enero de 1903, en: *Libro de Actas de la Junta de Gobierno de la Sociedad Española de Física y Química, 1903 - 1913*. Archivo de la RSEQ y la RSEF, Madrid.
[3] J. M. Sánchez Ron, *Boletín de la Real Academia Española* **2017**, *97*(315), 331-340.
[4] *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, **1903-1928**, disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=28778 (consultado: 24/05/2026).
[5] *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*, **1929-1939**, disponible en: http://simurg.csic.es/view/990001030990204201, (consultado: 24/05/2026).
[6] *Anales de Física y Química,* **1940-1947**, disponible en: http://simurg.csic.es/view/990001029420204201, (consultado: 24/05/2026).
[7] *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, **1903**, *I*.
[8] *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*, **1903**, *27 (primera parte: notas y memorias)*.
[9] G. Pinto, P. Escudero, M. Martín, *Química e Industria* **2021**, *592*, 36-39.
[10] N. Muñoz Molina, *Faraday: Boletín de Física y Química* **2025**, *44*, 12-14.
[11]. G. Pinto, *An. Quim.* **2009**, *105*(2), 160-162.
[12]. M. L. Foster, *J. Chem. Educ.* **1934**, *11*, 426-427, https://doi.org/10.1021/ed011p426.
[13] J. Casanova, Carta enviada a D. Francisco Fariña Pérez, 9 de octubre de **1985**. Archivo de la RSEQ (sección GEDH), Madrid.
[14] F. Fariña Pérez, Carta enviada a D. José Casanova Colás, 28 de octubre de **1985**. Archivo de la RSEQ (sección GEDH), Madrid.
[15] S. Senent, Carta enviada a los socios de la RSEQ, 17 de septiembre de **1986**. Archivo de la RSEQ (sección GEDH), Madrid.
[16] *Seminario del Grupo Especializado de Didáctica de la Física y de la Química (Madrid, 7 de marzo de 1989)* [díptico promocional], **1989**. Archivo de la RSEQ (sección GEDH), Madrid.
[17] O. Díaz Hernández, *Studia et Documenta* **2020**, *14*, 287-326.
[18] G. González Ibáñez, A. Santamaría García, *Física y Química en la Colina de los Chopos: 75 años de investigación en el edificio Rockefeller del CSIC* (1932-2007), CSIC, Madrid, **2009**.
[19] F. Peral Fernández, "Nuestra Facultad: Nota de última hora", *100ciencias@uned* **2006**.
[20] M. Martín Sánchez, G. Pinto Cañón, *Boletín del GEDH,* disponible en https://gedh.rseq.org/wp-content/uploads/2021/05/Boletin29.pdf, junio **2018** (consultado: 26/10/2026).
[21] R. Pascual, *Boletín del GEDH,* disponible en https://gedh.rseq.org/wp-content/uploads/2021/05/Boletin30.pdf, junio **2018** (consultado: 26/10/2026).
[22] M. Martín Sánchez, *Anales de Química* **2018**, *114*(1), 8-18.
[23] Confederación de Sociedades Científicas de España, "Premio COSCE 2020", disponible en https://cosce.org/premio-cosce-2020/, **2020** (consultado: 24/05/2026).
[24] L. Moreno Martínez "Bitácora de Luis Moreno Martínez. Travesías de un docente comprometido con la ciencia y la educación", disponible en https://luismormz.jimdoweb.com/, **2026** (consultado: 24/05/2026).
[25] *Boletín de la RSEF*, may. **2018**, disponible en https://rsef.es/wp-content/uploads/2025/07/BoletinMayo2018.pdf (consultado: 26/10/2026).
[26] Real Sociedad Española de Química, Grupo Especializado de la Historia de la Ciencia, "Historia del GEHCi de la RSEQ", disponible en https://gehci.rseq.org/quienes-somos/historiagehci/, **2026** (consultado: 24/05/2026).
[27] Real Sociedad Española de Física y Real Sociedad Española de Química, Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química, "Reglamento del GEDH", disponible en https://gedh.rseq.org/quienes-somos/normativa/, **2026** (consultado: 24/05/2026).
[28] "Congreso Internacional de Docentes de Ciencia y Tecnología", disponible en https://www.epinut.org.es/CDC/9/, **2026** (consultado: 24/05/2026).
[29] G. Pinto Cañón (ed.), Didáctica de la Física y la Química en los distintos niveles educativos, Sección de Publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, **2005**.
[30] G. Pinto Cañón y M. Martín Sánchez (eds.), *Enseñanza y Divulgación de la Química y la Física*, Garceta, Madrid, **2012**.
[31] M. González Montero de Espinosa y Á. Herráez Sánchez (eds.), *Experiencias y estrategias de innovación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (IV)*, Ilustre Colegio Oficial de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras y en Ciencias de la Comunidad de Madrid y Editorial S.M., 2025.
[32] *Boletín del GEDH,* **2004**, *1*.
[33] Faraday: *Boletín de Física y Química*, **2021**, *35*.
[34] L. Moreno Martínez. *Enseñanza de las Ciencias* **2021**, *39*(3), 215-230.
[35] "El GEDH convoca la XI Edición del Premio Salvador Senent", disponible en: https://gedh.rseq.org/el-gedh-convoca-la-xi-edicion-del-premio-salvador-senent/, **2026** (consultado: 24/05/2026).
[36] G. Pinto, *An. Quim.* **2019**, *115*(4), 332-343.
[37] G. Pinto, L. Moreno Martínez, *An. Quim. RSEQ* **2021**, *117*(3), 226-232.
[38] "El GEDH convoca los Premios a la Labor Docente en el Fomento de la Experimentación en Física y Química", disponible en https://gedh.rseq.org/el-gedh-convoca-los-premios-a-la-labor-docente-en-el-fomento-de-la-experimentacion-en-fisica-y-quimica/, **2026** (consultado: 24/05/2026).

© 2026 Real Sociedad Española de Química



Luis Moreno Martínez

IES Enrique Tierno Galván de Parla, Comunidad de Madrid

GEDH, RSEF-RSEQ

C-e: luis.morenomartinez@educa.madrid.org

ORCID: 0000-0002-4540-5752

Licenciado en Ciencias Químicas (UCM). Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales (UAM) y en Historia de la Ciencia (UV). Es funcionario de carrera del Cuerpo de Profesores de Enseñanza Secundaria de la Comunidad de Madrid en la especialidad de Física y Química. Ejerce la docencia en el IES Enrique Tierno Galván de Parla, donde es Jefe del Departamento de Física y Química, y en la sede Capital 1 del Programa de Enriquecimiento Educativo para Alumnado con Altas Capacidades de la Comunidad de Madrid. Desde 2025 preside el Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química de las Reales Sociedades Españolas de Física y de Química. Es miembro de la Junta Directiva de Science on Stage Spain-Andorra y de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas. Ha publicado numerosos artículos e impartido múltiples conferencias sobre didáctica e historia de la física y la química, además de participar en diversas iniciativas de divulgación científica.



Manuela Martín Sánchez

GEDH, RSEF-RSEQ

C-e: manuelamartinsanchez@gmail.com

Licenciada y doctora en Ciencias Químicas por la Universidad de Salamanca. Fue profesora de Didáctica de las Ciencias en la Escuela Normal de Magisterio de Ciudad Real y en la de León, de la que fue directora. En 1981 se incorporó a la Universidad Complutense de Madrid. En dicha institución fue vicedecana de la Facultad de Educación y directora del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, siendo nombrada Profesora Honorífica. Participó en varias reuniones de los comités de enseñanza de la IUPAC y la IUPAP. De 2008 a 2017 fue presidenta del Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química de las Reales Sociedades Españolas de Física y Química. Es autora de más de un centenar de publicaciones sobre didáctica e historia de la física y la química, áreas sobre las que ha impartido numerosas ponencias en congresos y jornadas nacionales e internacionales y sobre las que ha dirigido tesis doctorales.



Gabriel Pinto Cañón

E.T.S. Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid

GEDH, RSEF-RSEQ

C-e: gabriel.pinto@upm.es

ORCID: 0000-0002-8961-7255

Licenciado y doctor en Ciencias Químicas por la Universidad Complutense de Madrid, se incorporó como docente a la E.T.S. de Ingenieros Industriales (Universidad Politécnica de Madrid) en 1986, donde ejerce como Catedrático de Universidad (área de Ingeniería Química). Ha investigado sobre espectroscopía, polímeros y materiales compuestos de matriz polimérica, recursos didácticos, educación STEAM e historia de la ciencia, habiendo publicado más de 200 artículos. Ha dedicado un esfuerzo especial a la divulgación científica en multitud de formatos (conferencias, talleres, ferias, artículos, libros, paseos formativos, webs…), reconocido por el Premio Nacional a la Difusión de la Ciencia otorgado en 2020 por la Confederación de Sociedades Científicas de España, entre otros. Fue presidente del GEDH RSEF-RSEQ entre 2017 y 2025.

© 2026 Real Sociedad Española de Química

Anales de Química de la RSEQ
An. Quím. RSEQ, 2026, 122 (Extra.), 331-333
https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2181
La revista de la Real Sociedad Española de Química

RESEÑAS

Libros de química experimental para el profesorado

Existe un amplio catálogo de libros sobre experimentos de Química con fines didácticos y divulgativos. Asimismo, los libros de texto suelen incluir prácticas de laboratorio al término de las unidades didácticas. A ello cabe añadir los múltiples materiales disponibles en Internet o los muchos canales de divulgación científica que a través de las redes sociales y canales de YouTube difunden la química a través de vistosos y llamativos experimentos. Todos ellos constituyen materiales educativos de gran interés para el profesorado. En estas páginas se ofrece una selección de algunas obras que pueden servir para fomentar la química experimental en las aulas de enseñanza secundaria. Lejos de pretender ofrecer una selección exhaustiva de libros de prácticas de laboratorio, se ofrece una sucinta compilación de libros que se consideran pertinentes para promover el aprendizaje experimental de la química en nuestras clases. Se incluyen tanto obras de publicación reciente como otras ya clásicas y conocidas que, no obstante, se recomiendan especialmente para aquellos docentes que se inicien en la enseñanza experimental de la Química.

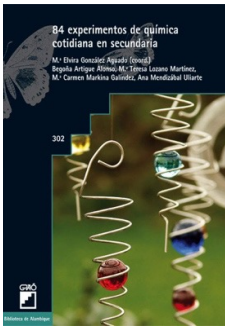
Aprende química experimentando (Eva Soriano, Ana Isabel Terraes y Miguel Julve)



Fecha de publicación: 2024
ISBN: 978-84-9133-699-0
Editorial: Unitat de Cultura Científica i de la Innovació (UCC+i) de la Universitat de València

Este libro ofrece una treintena de experimentos de química organizados en ocho secciones: estructura atómica y diversidad de la materia, concepto de reacción química, intercambio de energía, cinética química, reacciones ácido-base, reacciones redox, química del carbono y química y medio ambiente. Incluye desde llamativos experimentos clásicos en los libros sobre experimentos de química (experiencias con sulfato de cobre(II), uso de col lombarda como indicador de pH, combustión con clorato de potasio…) a otros menos frecuentes en los laboratorios escolares (como el estudio experimental de las formas alotrópicas del azufre o la cianotipia). Los distintos experimentos han sido llevados a cabo por los autores en jornadas en institutos de educación secundaria y en cursos de formación del profesorado. Tal y como ellos mismos afirman, se trata de experimentos sencillos y de bajo coste que permiten «*abordar diferentes conceptos químicos de un modo lúdico a la vez que atraer la atención del alumnado*». Muchos de estos experimentos pueden ser realizados por el alumnado bajo la supervisión del profesorado y otros pueden llevarse a cabo como demostraciones experimentales por parte del docente. Finalmente, cabe subrayar que además de la información habitual en este tipo de obras (fundamento científico, materiales, procedimiento…), se incluye una sección de sugerencias docentes, donde se facilitan consejos y potenciales actividades en torno a los experimentos.

84 experimentos de química cotidiana en secundaria (M. Elvira González Aguado, coord.)



Fecha de publicación: 2013
ISBN:978-84-9980-525-2
Editorial: Graó

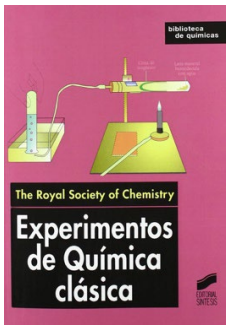
Como su nombre indica, el libro ofrece al profesorado un amplio repertorio de experimentos de Química con útiles y materiales cotidianos organizados en seis bloques: química en el hogar, química y color, química y luz, química y polímeros y química y salud. Estos experimentos se conectan con situaciones de la vida real y son perfectamente reproducibles en las aulas preuniversitarias. La coordinadora de la obra, Elvira González Aguado, ha trabajado como coordinadora en un centro de formación del profesorado. El resto de autoras, Begoña Artigue Alonso, M.ª Teresa Lozano Martínez, M.ª Carmen Markina Galíndez y Ana Mendizábal Uliarte son profesoras de Física y Química en institutos de enseñanza secundaria. Esta obra, si bien publicada hace más de una década, sigue ofreciendo recursos prácticos de gran interés para fomentar el aprendizaje competencial, práctico y experimental de la Química en las aulas de ESO y Bachillerato.

© 2026 Real Sociedad Española de Química

CÓMO CITAR: . L. Moreno. *An. Quím. RSEQ* **2026**, 122, 331-333, https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2181

* C-e: luis.morenomartinez@educa.madrid.org

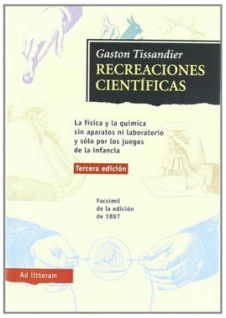
Experimentos de Química clásica (The Royal Society of Chemistry)



Fecha de publicación: 2002
ISBN: 84-7738-963-2
Editorial: Síntesis

Se trata de otra obra con cierta tradición, que sigue siendo de interés. La obra compila un centenar de experimentos (algunos ya no tan fácilmente reproducibles en los laboratorios escolares, dada la limitación de uso de ciertos reactivos) dirigidos a alumnado de cursos superiores de ESO, Bachillerato y primeros cursos de grados universitarios. Dado el carácter llamativo y didáctico de muchos de los experimentos, muchos pueden ser de interés en eventos de divulgación científica, como las ferias científicas en las que los docentes pueden participar con su alumnado. Los experimentos fueron recopilados por Ted Lister, profesor titular de la Royal Society of Chemistry entre 1993 y 1994 y profesor de ciencias de enseñanza secundaria durante más de dos décadas. Tal y como recoge en el prólogo J. H. Purnell, quien fue presidente de la Royal Society of Chemistry: «*La Química es una materia excepcional, y ¿qué puede ser más excitante que una demostración química llevada a cabo hábilmente delante de una audiencia?*».

Recreaciones científicas. La física y la química sin aparatos ni laboratorio y solo para los juegos de la infancia (Gaston Tissandier)



Fecha de publicación: 2003
ISBN: 84-7900-142-9
Editorial: Alta Fulla

Gaston Tissandier (1843-1899) fue un célebre divulgador científico que en el siglo XIX promovió la ciencia a través de múltiples publicaciones, como *Recreaciones científicas*. En ella recopilaba una serie de experiencias y "trucos de magia" que fueron muy populares en los salones decimonónicos, en los que la ciencia constituía un auténtico espectáculo. Gracias a la publicación del facsímil de la edición de 1887 de *Recreaciones científicas* es posible conocer algunos de estos experimentos. Si bien algunos de los reactivos aludidos no siempre están presentes en los laboratorios escolares actuales, muchas de las experiencias propuestas son perfectamente reproducibles hoy en día. Además de las explicaciones, se ofrecen interesantes grabados que facilitan su reproducibilidad. Llevar estos experimentos a las aulas en forma de experimentos de cátedra o experiencias de ciencia recreativa permiten fomentar la experimentación a la par que muestran el gran valor didáctico que encierra la historia de la ciencia.

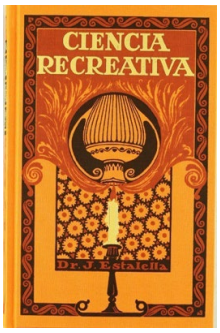
Leyendas, mitos e historias ilustradas con experimentos de química y de física (Josep Corominas Viñas)



Fecha de publicación: 2025
ISBN: 978-841045830-7
Editorial: MgGraw-Hill

Este libro fomenta la experimentación en las aulas de Física y Química de forma muy original y llamativa para el alumnado: vinculando los experimentos con historias populares, relatos de ficción, acontecimientos históricos y mitología. Su autor, Josep Corominas, profesor de Física y Química de Enseñanza Secundaria con una dilatada experiencia, ofrece una recopilación de experimentos y demostraciones experimentales para trabajar contenidos curriculares de Química sobre la materia y sus cambios (además de otros contenidos de Física de interés) de forma amena, práctica y contextualizada.

Ciencia recreativa (José Estalella)



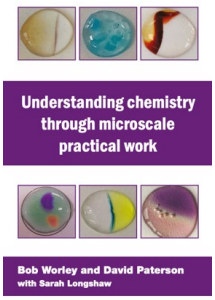
Fecha de publicación: 1918
Editorial: Gustavo Gili

José Estalella Graells (1879-1938) fue una figura destacada de la enseñanza de la física y la química en España en el primer tercio del siglo XX. Este catedrático de Física y Química de instituto que ejerció la docencia en el Instituto de Gerona, el Instituto-Escuela de Madrid, el Instituto de Tarragona y el Instituto-Escuela de Barcelona (del que fue director), promovió activamente la experimentación en las materias de Física y Química mediante experimentos con materiales cotidianos y sustancias fácilmente asequibles, involucrando al máximo al alumnado en la ejecución de los mismos. Además, promovió de forma entusiasta la realización de experiencias de ciencia recreativa para divulgar y enseñar ciencia. Si bien su libro *Ciencia recreativa* fue publicado hace más de un siglo, sigue siendo de gran interés y valor para el profesorado de Física y Química en la actualidad.

Aunque se encuentra descatalogado, debido al gran número de ejemplares y ediciones que se publicaron es relativamente fácil conseguirlo hoy en día en librerías especializadas en libros antiguos y de ocasión. Además, cabe destacar las ediciones comentadas de la obra publicadas por el Ayuntamiento de Barcelona en 2007 y la Universitat Politècnica de València en 2008. Una obra que ilustra de forma sobresaliente la pertinencia de conocer el legado de quienes nos precedieron en el oficio docente.

© 2026 Real Sociedad Española de Química

Understanding chemistry trough microscale practical work (Bob Worley y David Paterson)



Fecha de publicación: 2021
ISBN: 9780863574801
Editorial: The Association for Science Education

La química de microescala constituye un enfoque de gran interés para conciliar el valor didáctico de los experimentos de química con la seguridad en el laboratorio escolar, la gestión de residuos y la disponibilidad de medios materiales y espacios para la enseñanza experimental. Remplazando los tubos de ensayo y las gradillas por papel o pequeñas placas de ensayos a la gota es posible observar fenómenos químicos de muy diversa índole, lo cual puede ser apoyado e incrementado mediante el uso combinado de las nuevas tecnologías.

El libro, editado por una asociación británica de profesores de ciencias, recoge múltiples actividades de "microquímica" sobre reacciones químicas (indicadores, precipitación, reacciones en estado sólido…), fenómenos fisicoquímicos (como la difusión e intercambios energéticos), titulaciones, equilibrio químico o electroquímica, además de proponer actividades STEM y de química sostenible. Se trata de un recurso de gran interés para promover una enseñanza experimental de la química empleando pequeñas cantidades de reactivos que puede complementar de forma muy eficaz las prácticas de laboratorio convencionales e incluso dar lugar a demostraciones experimentales y experiencias de ciencia recreativa de gran valor para enseñar y divulgar química.

Luis Moreno Martínez
IES Enrique Tierno Galván, Parla, Comunidad de Madrid.
Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química, común a las Reales Sociedades Españolas de Física y de Química.

© 2026 Real Sociedad Española de Química

https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2181

Anales de Química de la RSEQ
An. Quím. RSEQ, 2026, 122 (Extra.), 334
https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2153
La revista de la Real Sociedad Española de Química

Reseña del libro "Hidrógeno: diminuto pero esencial" de Melli Toral Noguera

Siguiendo la estela de sus libros de relatos científicos para niños, *8 cuentos en un matraz* y *Un pueblecico muy periódico*,[1] la profesora María Remedios —Melli— Toral Noguera acaba de editar una nueva obra titulada *Hidrógeno: diminuto pero esencial*, cuya portada se muestra en la Figura 1. En la literatura infantil hay libros que informan, otros que entretienen y algunos, además, consiguen abrigar el corazón. Este es el caso de la nueva obra de esta querida profesora y divulgadora que, con una sensibilidad exquisita, logra algo aparentemente difícil: convertir la descripción del elemento químico más ligero y sencillo del universo en el punto de partida de una hermosa lección de ciencia, humanidad y solidaridad.



Figura 1. Portada del libro *Hidrógeno: diminuto pero esencial*, de Melli Toral Noguera.

El libro cuenta con prólogos de José Ángel Guardiola Olmos, presidente de la ONG Pediatría Solidaria, y de los conocidos divulgadores científicos Juan Carlos Toscano Grimaldi y Daniel Torregrosa. La historia comienza con el regreso del narrador al precioso "pueblecico" Tabla Periódica, formado por 118 casas. Allí queda con el genial Oxígeno para visitar la casa número 1, situada en la calle Alcalinos, donde vive su amigo Hidrógeno. A través de una serie de conversaciones, este elemento va explicando su sencilla estructura y diversos aspectos relacionados con su naturaleza y relevancia: sus reacciones en el Sol, que producen luz y calor; su participación en la formación del agua, origen de su nombre, acuñado por Lavoisier); sus "hermanos" isótopos; y su relación con otros elementos, sus *amigos* Nitrógeno y Carbono, con los que forma una gran variedad de compuestos.

Cada capítulo concluye con una enseñanza que conecta el conocimiento científico con valores humanos. Así, al abordar los enlaces entre átomos mediante la compartición de electrones, se afirma: "Compartir es algo imprescindible y necesario para todos nosotros. Si compartimos lo que tenemos con los demás, seremos más felices y el mundo obtendrá todo lo que necesita". Esta integración entre ciencia y educación en valores constituye uno de los mayores aciertos del libro.

Tras las conversaciones con Hidrógeno, la obra incluye un Juego de la Oca compuesto por una treintena de casillas dedicadas a elementos químicos seleccionados por la relación de sus nombres con dioses mitológicos u otros motivos singulares. También se destacan figuras científicas como Marie Curie y Lise Meitner. Las casillas están ilustradas y se invita al lector a ampliar la información sobre cada elemento.

La obra ofrece divulgación científica de primer nivel, pero explicada con la ternura de quien narra un cuento a un niño antes de dormir. A pesar de ser el elemento más ligero y abundante del universo, el hidrógeno sigue siendo, para buena parte del público general, un gran desconocido fuera de los ámbitos de la investigación y la industria. Melli consigue romper esa barrera mediante una narrativa cercana, capaz de transformar conceptos científicos en historias que cualquier lector puede entender y sentir.

Las páginas del libro están acompañadas por las delicadas ilustraciones de María Isabel Aguilera Velayos, que contribuyen a reforzar el tono amable, didáctico y entrañable de la obra. Además, la verdadera magia de este proyecto reside en su finalidad solidaria. No es solo un libro para leer, sino también un proyecto para abrazar: todos los beneficios, como en sus obras anteriores, se destinan íntegramente a la ONG Pediatría Solidaria del Hospital Virgen de la Arrixaca de Murcia. Con ello, el libro demuestra que la ciencia no solo sirve para comprender el mundo, sino también para ayudar a mejorarlo.

Natural de Pliego, Murcia, Melli Toral Noguera se licenció en Ciencias Químicas por la Universidad de Murcia y ejerció durante más de cuatro décadas como profesora de educación secundaria y bachillerato en el Colegio Salzillo de Molina de Segura (Murcia), hasta su jubilación. Sin embargo, esta no supuso una desvinculación de su vocación docente, ya que continúa ejerciendo como profesora voluntaria en las Aulas Hospitalarias de Murcia. Divulgadora científica y socia de la Asociación de Divulgación Científica de la Región de Murcia, mantiene intacta su pasión por acercar la ciencia a niños y jóvenes. *Hidrógeno: diminuto pero esencial* es, en definitiva, una lectura muy recomendable para compartir en familia. Un recordatorio luminoso de que, a veces, las cosas más pequeñas —como un átomo de hidrógeno o la sonrisa de un niño— son las que sostienen el universo entero. El libro puede adquirirse en las presentaciones de la autora y a través de la dirección de correo electrónico: remediostoral@gmail.com.

Bibliografía

[1] G. Pinto, *An. Quím.* **2018**, *114*, 298-300.

Gabriel Pinto Cañón
Universidad Politécnica de Madrid.
Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química de las Reales Sociedades Españolas de Física y Química.

© 2026 Real Sociedad Española de Química

CÓMO CITAR: G. Pinto. *An. Quím. RSEQ* **2026**, 122, 334, https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2153

* C-e: gabriel.pinto@upm.es

Anales de Química de la RSEQ
An. Quím. RSEQ, 2026, 122 (Extra.), 335
https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2180
La revista de la Real Sociedad Española de Química

RESEÑAS

"Técnicas de laboratorio"

coordinado por Álvaro Garrido López

No descubro nada a los lectores de *Anales de Química de la RSEQ* si digo que la asignatura de Física y Química debería tener una parte experimental indisociable del contenido teórico. Este número especial da buena cuenta de ello. Sin embargo, acudir a la experimentalidad en un centro de educación secundaria no es nada sencillo. Se precisan recursos materiales y humanos adecuados para que las prácticas supongan un valor añadido real a la formación del estudiantado. Y todo ello, además, con las correspondientes e imprescindibles medidas de seguridad. La heterogeneidad de los centros, a la hora, por ejemplo, de disponer de los espacios adecuados, hace que este propósito sea más difícil de alcanzar. La implantación de la LOMLOE, con su enfoque competencial, algo por cierto inherente a las disciplinas de Física y de Química, ha supuesto la oportunidad de implantar en diversas comunidades autónomas asignaturas completamente prácticas. Así, en la Comunidad de La Rioja, el Decreto 42/2022 de 13 de julio estableció la materia optativa "Técnicas de laboratorio" para el alumnado de 4.º ESO.



Figura 1. Portada del libro *Técnicas de Laboratorio*.

En este contexto, el Centro Riojano de Innovación Educativa (CRIE) impulsó la idea de elaborar un libro como herramienta de apoyo para esa materia, que pudiera servir de guía para asignaturas similares en diferentes comunidades. Para ello se creó un Grupo de Trabajo Dirigido Intercentro compuesto por los profesores: Álvaro Garrido López, Marta Isabel Gutiérrez Jiménez, Lidia Pastor Pascual, Laura Montalvo Pisón, Santiago Solano Fernández, Javier González Bueno, Mario Urbina Domingo, Elena Bobadilla López, Elisabet de Pedro Rodríguez y Marta Aguirre Jalón.

Dadas las circunstancias de recursos humanos y materiales tan heterogéneas en los distintos centros, la elección y elaboración de las prácticas ha seguido criterios basados en la sencillez y facilidad de adquisición de los materiales. El libro recoge para cada práctica una breve introducción, un fundamento teórico, la justificación didáctica, los criterios de evaluación, así como recursos para realizar la evaluación. Además, incluye material adicional a través de enlaces con códigos QR. Por un lado, está el guion extendido, con material adicional que puede ser imprimible y fácilmente empleado por el profesorado y el estudiantado; y por otro lado, enlaces a videos que ilustran paso a paso el desarrollo de la práctica y a otros recursos audiovisuales.

Cabe destacar también la inclusión de un apartado, denominado «¿Qué puede salir mal?», en el que los autores mencionan los contratiempos y/o dificultades que se podrían encontrar a la hora de realizar la práctica. Como no podía ser de otra forma, el listado de prácticas comienza por el empleo de los materiales de laboratorio y las normas de seguridad imprescindibles para entrar a trabajar en el mismo. El resto de las prácticas combinan competencias tanto de Química como de Física, para que así el estudiantado pueda comprender el amplio trabajo que se puede realizar en un laboratorio siempre bajo el rigor del método científico:

- Precisión y exactitud
- Determinación de azúcares con densímetro
- Alcalinidad en aguas
- Aislamiento de un biopolímero
- Determinación de vitamina C en zumos
- Electrolisis del agua
- Estudio del movimiento rectilíneo uniforme de una gota de agua
- Reflexión y refracción de la luz
- Determinación del calor específico

El libro está disponible, a través de la página web de la Consejería de Educación y Empleo: https://www.larioja.org/edu-innovacion-form/es/recursos-profesorado/tecnicas-laboratorio. Un segundo grupo de profesores de secundaria ya trabaja en nuevas prácticas, por lo que muy pronto podremos disfrutar y poner a prueba otras interesantes demostraciones y experimentos.

Héctor Busto Sancirián
Universidad de La Rioja.
Presidente de la Sección Territorial de La Rioja de la Real Sociedad Española de Química.

CÓMO CITAR: H. Busto. *An. Quím. RSEQ* **2026**, 122, 335, https://doi.org/10.62534/rseq.aq.2180

* C-e: hector.busto@unirioja.es

© 2026 Real Sociedad Española de Química

XLI Bienal RSEQ

Murcia, 14-18 junio 2027

