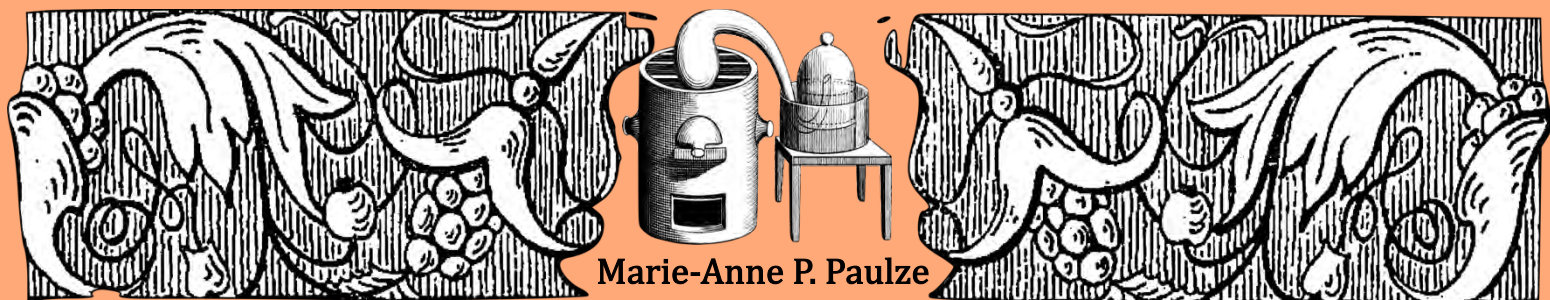


# FARADAY



Marie-Anne P. Paulze

## BOLETÍN DE FÍSICA Y QUÍMICA - Segunda época -



Año 2023  
Diciembre, N° 40

**HISTORIA · DIDÁCTICA · INFORMACIÓN · PROFESORADO**  
Boletín informativo del Grupo Especializado en Didáctica e Historia  
de la Física y la Química, común a las Reales Sociedades Españolas  
de Física y de Química. GEDH / RSEF + RSEQ  
ISSN: 2990-0271



### *Presentación*

**D**espués de anunciar en el anterior número que nuestro *Boletín Faraday* posee ya una identificación formal como publicación periódica (ISSN 2990-0271), ahora tenemos la satisfacción de informar que hemos “ascendido” un peldaño más, al estar indexado en la plataforma Dialnet (<https://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=28201>). Dialnet está gestionado por la *Fundación Dialnet*, que depende de la Universidad de La Rioja; es un importante portal bibliográfico, cuyo principal objetivo es aumentar la visibilidad de la literatura científica escrita en español.

En una época histórica llena de incertidumbres, en la que no dejan de aumentar los conflictos bélicos (Ucrania, Oriente Próximo...), intentamos poner nuestro “granito de arena” para contribuir a que, con la enseñanza de las ciencias, se consiga mejorar la formación de las nuevas generaciones. Con toda seguridad, esa mejor formación contribuirá en buena medida al bien común y, en suma, a construir una sociedad mejor.

En todo caso, celebremos siempre todo lo que podamos, como la edición del número 40 (¡lo que significa dos décadas!) de este *Boletín* semestral. Y, cómo no, al aproximarse la Navidad, el comité editorial te desea a ti, tu familia y tus amistades, todo lo mejor para estas fiestas y un muy feliz 2024.

### *Índice de contenidos*

<u>Pág.</u>	<u>Título del trabajo o contribución y autoría</u>
1	Presentación.
1-2	Índice de contenidos.
3-5	Jornada 6·10 <sup>23</sup> . Didáctica e Historia de la Física y la Química: de los conceptos a las situaciones de aprendizaje (Gabriel Pinto y Victoria Alcázar)).
5-7	Los proyectos educativos de la COSCE (Belén Yélamos López).
7-9	Premios de la RSEF y la RSEQ al profesorado (Gabriel Pinto).
10-13	Primer centenario de una teoría clave en química: la teoría de Brønsted-Lowry (Luis Moreno Martínez).
14-18	Física y química en femenino: Martina Casiano, su legado en la didáctica de las ciencias (Nuria Muñoz Molina).
18	Diseño y puesta en práctica de rutas divulgativas: una actividad ideal para el Aprendizaje Servicio (Gabriel Pinto, Victoria Alcázar, María Martín Conde, Javiera A. Sepúlveda y Ángel Agüero).
19	Ciencia en acción 2023: una cita imprescindible con la ciencia (Marisa Prolongo).
20	Química para la vida y vidas para la química (Gabriel Pinto, Victoria Alcázar, Patricia García Muñoz, Marina P. Arrieta, Freddy R. Beltrán y María Martín Conde).

---

- 21 Siguiendo las huellas de Michael Faraday en ... Londres (Javier Ricardo Galeano Prieto).
- 22-23 Transformando la química en juego: gamificación y aprendizaje bajo la LOMLOE (José Juan Sirvent Carbonell).
- 23-28 Física del lanzamiento de disco (José Antonio Martínez Pons).
- 28-29 Se necesita un cambio de contenidos tecnológicos para aprovechar las “nuevas” tecnologías (Juan José Los Arcos).
- 29-36 Enseñanza-aprendizaje de la estequiometría en educación secundaria mediante un juego de cartas (María Gómez Fernández y Juan Peña Martínez)
- 36 Año Internacional de la Ciencia y la Tecnología Cuántica (Gabriel Pinto).
- 36 II Certamen de Proyectos Educativos de Química en la Universidad Complutense de Madrid (Belén Yélamos López).
- 37-41 La química de los alimentos (Estrella Prior).
- 42-43 Estudio internacional de la IUPAC sobre enseñanza práctica de la química en Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato (Luis Moreno Martínez).
- 43 Cursos, jornadas y libros recomendados.
- 44 Reseña bibliográfica: *Historias de una ferretería*, de Luis Ignacio García (Manuela Martín Sánchez).
- 45 Reseña bibliográfica: *Aprendizaje basado en la investigación*, de Marina P. Arrieta Dillon y Victoria Alcázar Montero (Gabriel Pinto).
- 46-47 Reseña bibliográfica: *Historia de la tecnología a través de veinte objetos*, de Pedro Ruíz-Castell (Luis Moreno Martínez).
- 47 Felicitación navideña.
- 48 Información del GEDH y del Comité Editorial de *Faraday: Boletín de Física y Química (Segunda Época)*.





## **JORNADA 6·10<sup>23</sup>. DIDÁCTICA E HISTORIA DE LA FÍSICA Y LA QUÍMICA: DE LOS CONCEPTOS A LAS SITUACIONES DE APRENDIZAJE**

El pasado 6 de octubre tuvo lugar la reunión organizada por nuestro grupo especializado, que se anunció en el anterior número de este *Boletín Faraday*. Con el título de “Jornada 6·10<sup>23</sup>. Didáctica e Historia de la Física y la Química: de los conceptos a las situaciones de aprendizaje”, se realizó un homenaje al número de Avogadro, por tratarse de una fecha que puede asociarse a ese valor. En algunos países de habla inglesa, se celebra el “día del mol” cada 23 de octubre, entre las 6:02 a.m. y las 6:02 p.m., y suele anunciarse con el dibujo de algún topo simpático –Isaac Asimov indicó que, para saber si una persona está muy implicada en la química, se le sugiera leer la palabra “mole”, término polisémico en inglés que significa “topo” y “mol”–. En español, por el modo habitual de indicar fechas, se puede celebrar solo cada cien años (cada 6/10/23); por ello, no dejamos desaprovechar la oportunidad.

En la organización colaboró la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) –a través del Instituto de Ciencias de la Educación (ICE), la E.T.S. de Ingenieros Industriales (ETSII) y el Grupo de Innovación Educativa de Didáctica de la Química–.

Con una duración de 8 horas, se impartieron las ponencias: Iniciativas en didáctica de las cien-

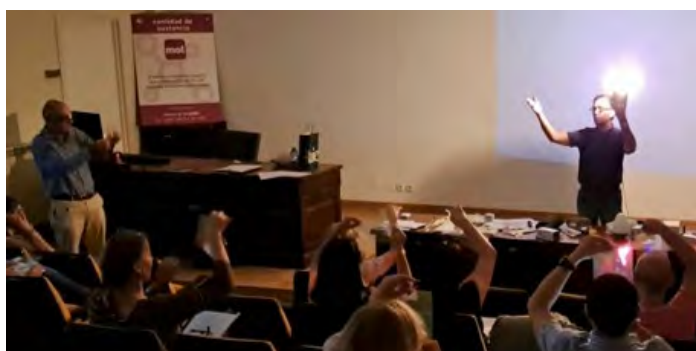
cias (Gabriel Pinto Cañón), Innovación educativa en la didáctica de la química (María Martín Conde), Un caso peculiar en la historia de la ciencia: Las aportaciones de Elmer Imes (Mario González Jiménez), Situaciones de aprendizaje basadas en historia de la ciencia (Luis Moreno), Situaciones de aprendizaje y metodologías activas: un ejemplo práctico (Víctor Montero Gil), Cómo abordar la enseñanza de los polímeros en las distintas etapas educativas (Victoria Alcázar Montero), Los proyectos educativos de la Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE) (María Belén Yélamos López), y El proyecto educativo europeo *Science on Stage* (Nuria Muñoz Molina). También se desarrollaron los talleres “Aprender haciendo: espectroscopía (José Benito Vázquez Dorrió) y “Ejemplos de aprendizaje práctico de la química” (José Antonio Martínez Pons).

Participaron cerca de un centenar de asistentes, la mayoría docentes de diversas etapas educativas del ámbito nacional, contando con presencia también de profesorado de Argentina, Chile, Canadá e Irán. Se aprovechó el evento para celebrar una reunión de la Junta General del GEDH y para la entrega del Premio “Salvador Senent” al mejor trabajo científico especializado, de revisión o de carácter divulgativo, relacionado con la didáctica o con la historia de la física o de la química. El premio, como se anunció en el anterior número de este *Boletín Faraday*, recayó en Mario González Jiménez, por su trabajo “Elmer Imes, historia





negra de los Estados Unidos y la espectroscopía”, publicado en la revista *Anales de Química*, Vol. 119 (1), pp. 25-31 (2023).



También se hizo entrega de los Premios “A la labor educativa: «Física y Química para el desarrollo sostenible»” (bases recogidas en: <https://short.upm.es/7kcrcc>) que, como ya se señaló en el número anterior de este *Boletín Faraday*, fueron: Primer premio, a Benigno Palacios Plaza (“Una molécula, Un objetivo”, Colegio Santo Domingo Savio, Madrid); Segundo premio, a Estela Peral Elena, Olga Hernández González y María Jesús Olga García Moríñigo (“Formulación natural de cosméticos sólidos capilares utilizando plantas aromáticas: la convergencia de la física y la química en la búsqueda de soluciones sostenibles”, CIFP Rodríguez Fabrés, Salamanca); y Menciones de Honor a Antonio José Sánchez Arroyo (“Jabones solidarios – Gotas de aceite recicladas como gotas de salud”, Colegio Virgen de Atocha-FESD, Madrid), Desirée Serrano Ríos (“Abordando los ODS desde las STEM”, Colegio La Inmaculada, Algeciras, Cádiz), Elena Poncela

Blanco y Beatriz Padín Romero (“Física, Química y Tecnología para alcanzar los ODS”, Colexio Manuel Peleteiro, Monte Redondo, Castiñeiriño, Santiago de Compostela, La Coruña), José Plaza Catalán y Juan Francisco Rodenas Juan (“Jóvenes investigadores en Física y Química: Un desarrollo sostenible es posible”, Colegio San José de la Montaña, Cheste, Valencia), y Miriam Pascual Martín y Luis Miguel Cabezas Clavo (“Física y Química para el desarrollo sostenible: 17 razones”, IES Ramón y Cajal, Valladolid). Los premiados expusieron sus trabajos (excepto los últimos señalados, que excusaron su ausencia), con la ayuda de alumnos protagonistas de los proyectos, en algún caso. Con estos premios, el GEDH ha pretendido destacar la tarea ejemplar del profesorado de Física y Química de enseñanzas no universitarias, en pro del desarrollo sostenible, así como difundir buenas prácticas para el futuro.

**Gabriel Pinto y Victoria Alcázar**  
*Universidad Politécnica de Madrid*  
*G. E. de Didáctica e Historia, RSEF-RSEQ*

## **LOS PROYECTOS EDUCATIVOS DE LA COSCE**

Desde el año 2010, en el que se constituyó un comité de expertos formado por especialistas en didáctica de las ciencias, con amplia y reconocida experiencia nacional e internacional, y ante la constatación proporcionada por diversos indicadores de la escasa formación científica de la población y la progresiva falta de interés de los jóvenes por las ciencias, la *Confederación de Sociedades Científicas de España* (COSCE) ha llevado a cabo una gran cantidad de actuaciones para la consecución de uno de sus objetivos: promover el papel de la ciencia y contribuir a su difusión como un ingrediente necesario e imprescindible de la cultura y la educación.

El primero de estos proyectos fue ENCIENDE (Enseñanza de las CIENCIAS en la Didáctica Escolar), dirigido a docentes de Educación Infantil y Primaria. La financiación del Ministerio

de Educación nos permitió crear una plataforma en la que los docentes podían encontrar un boletín con noticias sobre la ciencia y recursos o experiencias elaboradas por científicos y docentes que podían implementar otros docentes en sus clases, además de la posibilidad de concertar visitas de científicos a colegios.



**Fig. 1.** Logos de COSCE, ENCIENDE y ACIERTAS.

Después de varias ediciones de ENCIENDE, en 2017, este proyecto se renovó y nació ACIERTAS (Aprendizaje de las Ciencias por Indagación en Redes Transversales colaborativAS) que ponía en el centro a los docentes como los grandes innovadores en experimentar ciencia en el aula. Así, mediante el establecimiento de redes locales para cubrir todos los entornos de aprendizaje, los docentes y científicos podían compartir recursos y experiencias. Toda esta información se recogía de nuevo en una página web de acceso restringido siendo, en esta ocasión, nuestro público objetivo docentes de Educación Infantil, Primaria y primeros cursos de Secundaria. El desarrollo de algunas de las ediciones de ACIERTAS coincidió con la pandemia del año 2020 que imposibilitó las actividades presenciales por lo que tuvimos que innovar y empezar a organizar encuentros digitales. Así nacieron nuestros webinars. Expertos en alguna área científica emergente o docentes especializados en alguna área de la didáctica de las ciencias impartían estos webinars y dotaban a los docentes de muchas herramientas que mejoraban su formación científica o la dinámica de sus clases. Algunos de las áreas que se mostraron en ellos fueron la Inmunología, la Biomimesis, la creación de proyectos científicos en el aula o el Tinkering. Los alumnos que participaron en las ediciones de ACIERTAS van avanzando en su formación y requieren de un proyecto que mantenga y



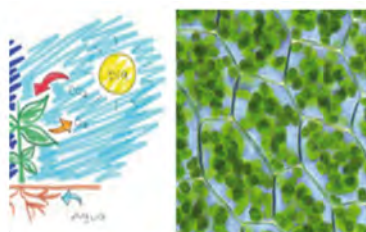
consolide su alfabetización científica e inmersión en el conocimiento científico. Más allá de los 12 años, y una vez consolidada la educación STEM, requieren de un nuevo enfoque que les acerque al “mundo real” en el que deberán desempeñarse profesionalmente.

Por ello, en 2022, la COSCE decidió poner en marcha el proyecto PRACTICA (Programa de Aprendizaje de las Ciencias, la Tecnología y la Innovación para el Conocimiento Aplicado) dirigido a alumnos de últimos cursos de Secundaria y Bachillerato. La implementación de este proyecto ha sido muy parecida a la de ACIERTAS: disponer de una plataforma de contacto entre docentes para el intercambio de recursos y experiencias. Pero, como novedad, se incidió mucho en la participación activa de los estudiantes. Ellos mismos podían presentar experiencias al resto de estudiantes de otros centros educativos. Muchos de ellos tuvieron la oportunidad de exponerlos en el encuentro final del proyecto.



Fig. 3. Ejemplos de webinars que se pusieron en marcha en la edición de 2020.

¿Y qué podemos contar del resultado de todos estos proyectos? Pues se resume en dos palabras: muy satisfactorio. Contamos ya con más de 700 docentes y 300 científicos registrados en las diferentes ediciones de todos los proyectos, y hemos contribuido a la publicación de más de 400 recursos y experiencias. Desde 2020 se han impartido cerca de 20 webinars que se pueden visualizar en el canal YouTube del proyecto ACIERTAS.



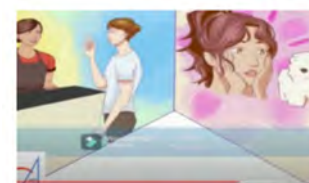
Plantéatelo: la ciencia es divertida

Fig. 2. Tipos de actividades del proyecto ACIERTAS (ediciones 2017-2022): recursos, noticias y experiencias.



Podcast de científicas famosas

10/08/2022  
Alumnos del IES Número 26 (Misericordia) de Valencia han creado "Ciudad Misericordia", un podcast para dar relevancia a grandes personalidades. Entre ellas, destacan las figuras de científicas como Lynn Margulis, Hedy Lamarr, Ada...



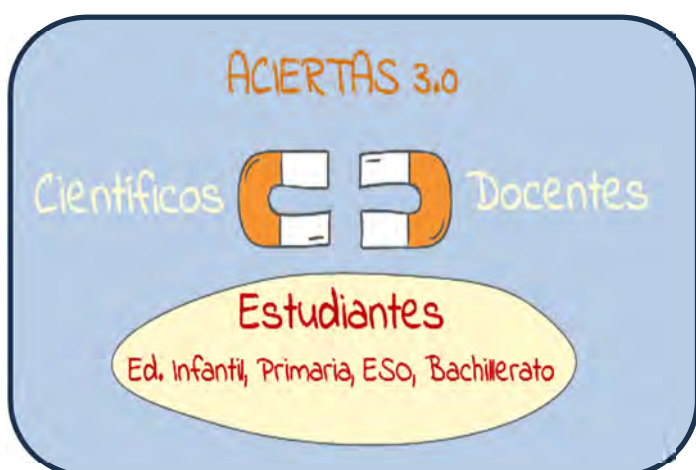
Crea tu video o programa de radio

9/08/2022  
A partir de una teoría y/o práctica previa los alumnos reciben una propuesta de proyecto o trabajo, ellos lo realizan con la guía del personal docente. Los trabajos se publican en RSS o el canal de YouTube del centro educativo. Algunos de los resultados son un podcast...

Fig. 4. Tipos de actividades del proyecto PRACTICA (2022): recursos, iniciativas de alumnos y experiencias.



**Fig. 5.** Docentes y estudiantes que participaron en el encuentro PRACTICA (2022).



**Fig. 6.** ACIERTAS 3.0. una nueva edición del proyecto COSCE.

Y seguimos trabajando por la enseñanza de la ciencia con una nueva edición de ACIERTAS en este curso 23-24. Ahora hemos concentrado nuestros recursos para cubrir todas las etapas educativas preuniversitarias. Y como en las anteriores ocasiones, seguimos necesitando la colaboración de docentes y de científicos. Así que, animaos a visitar nuestra web ([aciertas.org](http://aciertas.org)). Es muy fácil, ahora no es necesario registrarse y mediante un formulario muy sencillo podrás compartir recursos o experiencias y que el resto de los docentes las puedan disfrutar y valorar. Anímate, tú puedes ser el siguiente docente reconocido en nuestro encuentro final.

**Belén Yélamos López**

*Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Complutense de Madrid,  
Coordinadora del proyecto ACIERTAS (COSCE)*



## PREMIOS DE LA RSEF Y LA RSEQ AL PROFESORADO

### ◆ Premio de la RSEF a José Benito Vázquez Dorrío

El pasado 13 de diciembre se hicieron entrega de los prestigiosos *Premios de Física 2023* organizada por la Real Sociedad Española de Física y la Fundación BBVA. Entre otros (pueden consultarse en <https://short.upm.es/yxyw8>), destacamos en estas líneas el recibido por José Benito Vázquez Dorrío, miembro de la Junta de Gobierno del GEDH. Catedrático de Universidad del área de Física Aplicada en el Instituto de Física y Ciencias Aeroespaciales de la Universidad de Vigo, recibió el Premio Enseñanza y Divulgación de la Física (modalidad de Enseñanza Universitaria).

Los méritos académicos, docentes, investigadores y de actividades de divulgación del Prof. Vázquez Dorrío son muy extensos, destacando una gran cantidad de actividades de enseñanza y divulgación de la física realizadas a lo largo de muchos años. Aparte de una actividad sobresaliente como docente universitario desde el año 1990, esencialmente en las materias de Física en todas las Escuelas de Ingeniería del Campus de Vigo, donde ha recibido tres premios quinquenales en estos centros y tiene dos informes *Muy Favorable* de Evaluación Quinquenal (2003-2008 y 2010-2015) de la Actividad Docente (Programa DOCENTIA), ha participado de forma entusiasta y con resultados altamente positivos en multitud de actividades relacionadas tanto con la enseñanza como con la divulgación de la ciencia en general, y de la física en particular tanto a nivel universitario como a nivel de enseñanzas medias. De entre todas estas actividades, destaca también su labor formativa en metodologías activas de aprendizaje hacia los docentes (presentes y futuros) de educación secundaria y primaria, protagonistas esenciales para la formación científica de las jóvenes generaciones, así como del profesorado de nivel universitario.





Además, ha organizado y participado en un gran número de eventos para acercar la ciencia y la investigación aplicada que se realiza en las Escuelas de Ingeniería a la sociedad, tanto en los propios laboratorios del ámbito tecnológico de la Universidad de Vigo, con visitas guiadas interpretadas para unos 12.000 visitantes en el ámbito tecnológico de dicha Universidad, como con la impartición de más de un centenar de conferencias gratuitas de *Física Re-Creativa Experimental* en centros de secundaria y bachillerato de toda Galicia o el montaje de pequeños museos interactivos y semanas de la ciencia en los propios centros de enseñanza preuniversitaria.

No solo ha impartido conferencias magistrales, cursos y talleres de formación (más de una treintena en las últimas dos décadas en toda España y en varios países) para profesorado, sino que dichas actividades han sido, a su vez, el germen para la consolidación de grupos de trabajo de docentes de distintos niveles educativos. Ejemplo de ello es la Asociación *Hands-on Science* (NIPC 508050561) (Miembro del *International Council of Associations for Science Education*) de la que el Prof. Vázquez Dorrió es vicepresidente y que, entre otras cosas, desde 2004 celebra una conferencia

anual (Eslovaquia, Grecia, España, Portugal, Brasil, India, Turquía, Ucrania...) que reúne a profesorado, investigadores y responsables políticos que tienen interés por el aprendizaje y enseñanza de la *Ciencia haciendo Ciencia*. La mayor parte de los resultados, en forma de libros de actas y libros recopilatorios de estos congresos, muchos de ellos editados por el Prof. Vázquez Dorrió puede consultarse libremente en internet. Ha participado como miembro del equipo organizador, de programa y editor en más de una treintena de reuniones científicas del ámbito docente y educativo universitario y preuniversitario: *Annual International Conference on Hands-on Science* (HSci), *Education and Training in Optics and Photonics* (ETOP), Congreso Internacional de Docencia Universitaria (CINDU), Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias (SIEC)...

El Prof. Vázquez Dorrió es además responsable del *Grupo de Innovación Docente de Aprendizaje Manipulativo de la Física* registrado en la Universidad de Vigo, cuya página de referencia <http://www.clickonphysics.es/cms/> fue *Mención de Honor* en la 17ª edición de Ciencia en Acción (octubre de 2016), en la modalidad "Materiales Didácticos de Ciencias en Soporte Interactivo". En dicha web se recoge su experiencia fruto de la participación en una docena de proyectos de innovación educativa y divulgación. Esta web, con unos doscientos proyectos experimentales publicados, más de cuatro mil quinientos comentarios externos moderados y más de sesenta mil visitantes distintos por año, dispone recientemente de una cuenta en X (antes Twitter) y un canal de YouTube asociadas que ha sido un ejemplo relevante, tanto a nivel nacional como internacional, para favorecer la enseñanza online dentro de la crisis general debida al COVID-19.

Los principales resultados de esta línea de divulgación e innovación educativa en el campo de la enseñanza experimental de la física desde 1991 han sido publicados en más de centenar de publicaciones en revistas, libros y actas de congresos, una actividad continuada en el tiempo por ejemplo, desde su "Introducción de

demostraciones prácticas para la enseñanza de la Física en las aulas universitarias” publicada en Enseñanza de las Ciencias en 1994 a sus “Resultados de un aprendizaje colaborativo y cooperativo en materias de Física en los grados en Ingeniería” publicados en la *Revista Española de Física* en 2018.

Actualmente es un activo embajador de *Scientix* en España, la “comunidad para la enseñanza de las ciencias en Europa”, y una de las 100 mejores innovaciones mundiales en educación en el certamen BETT 2017 (*Exhibition of Trends in Education Technology*). Hace cuatro años fue seleccionado para desarrollar un *stand* durante tres días en Bruselas, con motivo de la celebración de la *3rd Scientix Conference*, en el que llevó a cabo experiencias prácticas de física para que cerca de 350 docentes seleccionados de diferentes etapas educativas de 40 países conocieran sus ideas de cómo desarrollar actividades manipulativas con objetos cotidianos para aprender ciencia. Durante la última Reunión Bienal de la RSEF, celebrada en Murcia, pudimos disfrutar del hecho singular de dos de sus conferencias invitadas sobre el aprendizaje manipulativo de la Física.

El Prof. Vázquez Dorrío es una autoridad académica, a nivel internacional, en el campo de la preparación e invención de experiencias sencillas, llamativas y fácilmente accesibles, para que todo tipo de público (especialmente los docentes) puedan reproducirlas y apreciar la belleza y la utilidad de la física. Recibió, por ejemplo, el Primer Premio en la modalidad de “Demostraciones de Física” en la 19ª edición de Ciencia en Acción (octubre de 2018) por la actividad “Uno de los interferómetros más sencillos del mundo: nanotecnología de salón” así como recientemente una Mención de Honor en la modalidad de “Ciencia y Tecnología” (Premio Universidad Politécnica de Cataluña) en la 21ª edición de Ciencia en Acción 2020, como co-responsable en el módulo de Física Re-Creativa del Aula Abierta a la TecnoCiencia: Ciencia y Tecnología al alcance de tod@s de la Escuela de Ingeniería de Minas y Energía de la Universidad de Vigo.

Además, ha realizado una intensa labor de colaboración e impulso de la *Real Sociedad Española de Física* a través de multitud de actividades. Por ejemplo, actualmente es vocal del Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química de la RSEF y de la RSEQ, y representante de la RSEF en *International Day of Ligth*.

Se puede concluir señalando que José Benito Vázquez es un incansable y entusiasta promotor de una ciencia física entendible a todos, y que posee un reconocimiento general de su valía.

Por todo ello ¡Enhorabuena, Benito!

### ◆ Premios de la RSEQ



El pasado 27 de octubre se entregaron, en la Universidad de Sevilla, los Premios y Distinciones de la RSEQ correspondientes a la edición de 2023. En la fotografía de premiados, en el centro de la primera fila se puede ver a Almudena de la Fuente Fernández, tesorera del GEDH. Como anunciamos en el anterior número de *Boletín Faraday*, ha recibido el Premio a las “Tareas Educativas y Divulgativas de Enseñanza Preuniversitaria”. En el acto de entrega, Almudena parafraseó a Comenio, indicando: «quien enseña a otros se enseña a sí mismo. Quizás por eso los profesores no dejamos nunca de aprender». Y nosotros no dejamos de aprender de ti: ¡Enhorabuena, Almudena!

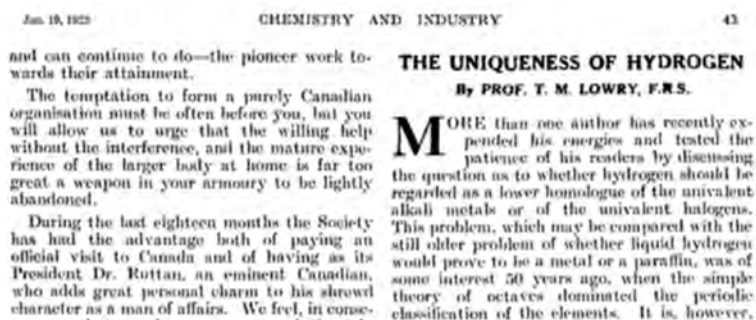
**Gabriel Pinto**

*Universidad Politécnica de Madrid  
G. E. de Didáctica e Historia, RSEF-RSEQ*



## Primer centenario de una teoría clave en química: La teoría de Brönsted-Lowry

En 2023 se cumple un siglo de la publicación del artículo "The uniqueness of hydrogen" ("La singularidad del hidrógeno") en la revista *Journal of The Society of Chemical Industry* por el químico inglés Thomas Martin Lowry (1874-1936). Ese mismo año, el químico danés Johannes Nicolaus Brönsted (1879-1947) publicó «Einige Bemerkungen über den Begriff der Säuren und Basen» ("Algunos comentarios sobre los conceptos de ácidos y bases") en la revista *Recueil des Travaux Chimiques des Pays Bas*. Ambos trabajos sentaron las bases de lo que, con posterioridad, se denominaría teoría de Brönsted-Lowry, un marco explicativo fundamental en química y uno de los saberes básicos del currículo de la Química de segundo curso de Bachillerato. Este Apunte de Historia de la Ciencia parte de esta efeméride para reflexionar sobre un concepto clave para la historia y la didáctica de la química: la acidez.



**Fig. 1.** Inicio del artículo publicado por Lowry el 19 de enero de 1923. Fuente: Wiley Online Library.

### La acidez, un concepto central y cambiante en la historia de la química

El célebre químico francés Louis-Bernard Guyton de Morveau (1737-1816) afirmó que hallar la definición de ácido sería encontrar la clave de la química. Dicha afirmación refleja cómo la acidez constituía una propiedad todavía esquiva para la nueva química, entonces

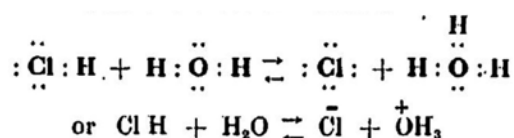
emergente. La no tan distante alquimia había conocido sobradamente las propiedades de los ácidos. No en vano los alquimistas trabajaron en sus laboratorios con sustancias como el ácido vitriólico (hoy conocido como ácido sulfúrico) o el ácido de sal marina (clorano o ácido clorhídrico, si se encuentra en disolución acuosa) e incluso, asumiendo una naturaleza corpuscular para la materia, consideraban que los ácidos estaban formados por "partículas puntiagudas", lo que les permitía explicar su notable virulencia y capacidad de reacción. El carácter ácido de algunas sustancias se manifestaba así a través de su capacidad para atacar a otras, especialmente a aquellas procedentes de cenizas de algunas especies vegetales (las conocidas como álcalis), con las que formaban sales. Ácidos y álcalis se concibieron así como agentes antagónicos, con propiedades diferenciadas en el quehacer entre morteros y matraces de alquimista y primeras generaciones de químicos, tal y como apuntó el químico inglés Robert Boyle (1627-1691). No sorprende, por tanto, que estas sustancias estuviesen presentes en las populares tablas de afinidades, como la propuesta por el químico francés Étienne-François Geoffroy (1672-1731), quien afirmó que "se observa en química ciertas afinidades o rapports entre diferentes cuerpos, que hacen que se unan fuertemente los unos con los otros". Entre estos cuerpos los ácidos tenían un lugar destacado.

La acidez no fue un concepto olvidado en la revolución química de finales del siglo XVIII, pues no lo fue tampoco en la teoría del flogisto. Su principal valedor, el médico y químico alemán George Ernst Stahl (1659-1734) concibió los ácidos como sustancias derivadas del ácido vitriólico que contenían diferentes cantidades de flogisto. Estas sustancias resultaban de la combinación de los productos de la combustión de elementos no metálicos (como el carbono, el nitrógeno o el azufre) con el agua. El químico francés Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) asumió la presencia de oxígeno -uno de los componentes del agua- como la señal de identidad que todo ácido debía presentar. El propio término "oxígeno" significa "generador de ácidos". Lavoisier lo planteó en





de forma independiente, proporcionaban una explicación del concepto de acidez mucho más generalizable (incluyendo disoluciones no acuosas y reacciones que no ocurriesen en disolución). Así, en el marco de las ideas sobre el enlace químico que había difundido en la época el químico norteamericano Gilbert Newton Lewis (1875-1946), señalaron que los ácidos eran especies químicas capaces de donar iones  $H^+$ . Las bases, por tanto, serían aquellas especies químicas capaces de aceptarlos.



**Fig. 4.** Diagramas de Lewis usados por Lowry en su artículo de 1923. Fuente: Wiley Online Library.

Esta teoría se probó no solo más generalizable que la teoría de Arrhenius en términos del medio en que se produce el intercambio de iones  $H^+$ , sino que permitía explicar el carácter básico de especies químicas desprovistas de iones  $OH^-$ , como el amoníaco, algunos óxidos y carbonatos.

En este punto cabe destacar otra diferencia que suele pasar desapercibida entre ambas teorías y es que mientras que para Arrhenius el carácter ácido y básico se atribuía a las sustancias químicas, Brønsted y Lowry ponían el foco a nivel de especies químicas. Es decir, en la teoría de Arrhenius subyace una visión macroscópica (centrada en la composición de las sustancias), mientras que la teoría de Brønsted-Lowry sitúa los procesos ácido-base en el nivel sub-microscópico al concebirlos como procesos de intercambio de iones  $H^+$  (por tanto, son las moléculas o iones las que son ácidos o bases, no las sustancias). Cabe añadir que aunque en disoluciones acuosas el ion  $H^+$  se asume como  $H_3O^+$ , es posible la formación de otras especies del tipo  $H^+(H_2O)_n$ .

Un aspecto problemático en ambas teorías lo constituyeron las reacciones de neutralización, cuya denominación sugiere que el resultado es una disolución neutra. En el marco de la teoría de Arrhenius, las reacciones entre un ácido y

una base implicaban la reacción entre los iones  $H^+$  liberados por el ácido y los iones  $OH^-$  liberados por la base, lo que debería conducir a una disolución neutra (para cantidades estequiométricamente equivalentes de ambos reactivos). Sin embargo, es bien sabido que no toda reacción de neutralización conduce a una disolución neutra. Es aquí donde cobra sentido el concepto de hidrólisis. En el marco de la teoría de Arrhenius era preciso asumir que el hecho de que sales sin iones  $H^+$  ni  $OH^-$  den lugar a disoluciones acuosa ácidas o básicas era debido a que las moléculas de agua se “rompían” (de ahí el término “hidro-lisis”) liberando iones  $H^+$  o iones  $OH^-$  por reacción con los iones procedentes de la disociación iónica de la sal. Sin embargo, para explicar el carácter ácido, básico o neutro de la disolución resultado de una neutralización con la teoría de Brønsted-Lowry, bastaba con considerar los pares ácido-base conjugados que dicha teoría introduce.



**Fig. 5.** El danés Johannes Nicolaus Brønsted (1879-1947), profesor de Química Física de la Universidad de Copenhague, y el inglés Thomas Martin Lowry (1874-1936), profesor de Química Física de la Universidad de Cambridge. Fuente: Wikipedia.

### La teoría de Brønsted-Lowry en el contexto escolar

La teoría de Brønsted-Lowry está presente en nuestros libros de Química de 2º Bachillerato. Suele ser introducida como una versión mejorada de la teoría de Arrhenius, aunque con algunas imprecisiones. Así, suele indicarse que la basicidad del amoníaco sí pudo ser explicada por Arrhenius asumiendo que el amoníaco en

agua formaba hidróxido de amonio. Sin embargo, se trata de una presentación cuestionable por mezclar ideas de la teoría de Arrhenius y de Brønsted-Lowry. Del mismo modo, los libros de texto explican la hidrólisis de sales con la teoría de Brønsted-Lowry pese a que, como se ha señalado, la hidrólisis solo tenía sentido en la teoría de Arrhenius. Con las cautelas propias de la transposición didáctica de la historia de la química al marco escolar, la teoría de Brønsted-Lowry y su contextualización en el marco del desarrollo histórico de las teorías ácido-base permite llevar al aula la reflexión sobre la naturaleza colectiva y en constante actualización del conocimiento científico y las características del lenguaje químico. Así, un concepto tan cotidiano en química como el de ácido esconde diferentes definiciones en función del contexto en que sea abordado: es un concepto diferente para un alquimista que para Lavoisier y distinto para Liebig que para Brønsted y Lowry. Podemos considerar que los términos químicos en ocasiones esconden capas de significado que se superponen con el paso del tiempo. Cada capa explica determinados aspectos empíricos de un determinado momento, dejando siempre margen para nuevas modificaciones: nuevas capas. La historia de la química sería así un ejercicio de arqueología que nos ayuda a excavar entre capas, pudiendo arrojar sorprendentes hallazgos.

La teoría de Brønsted-Lowry convivió con teorías posteriores como la teoría de Lewis (1923), que planteaba los procesos ácido-base en términos electrónicos; la teoría de Usanovich (1939), que definía los ácidos como sustancias que forma sales con las bases, ceden cationes, se combina con aniones o con electrones; la teoría de Lux-Flood (1939) que definía los ácidos como aceptores de aniones  $O^{2-}$  y las bases como dadoras de los mismos (de interés para explicar procesos como la reacción entre el CaO y el  $SiO_2$  para formar  $CaSiO_3$ ) o la teoría de Pearson (1963), que ampliaba la teoría de Lewis con la distinción duro/blando para ácidos y bases. Una muestra de que las teorías científicas no se limitan a sucederse en el tiempo, sino que conviven, son matizadas y rivalizan entre sí.

La teoría de Brønsted-Lowry es ya una teoría centenaria. Su presencia en nuestros libros de texto nos invita a pensar la notable tradición de buena parte de los saberes químicos escolares y cómo la química es hoy una ciencia con cimientos sólidos. Parece que la actualidad en la química que enseñamos queda relegada a nuevas sustancias o nuevas aplicaciones y que, a diferencia de la física, pareciera que las teorías en química son más estancas al cambio. Es aquí donde incidir en la historia de las teorías ácido-base y presentar algunos avances en química teórica y computacional de las últimas décadas en torno a la acidez puede contribuir a mostrar a nuestros estudiantes que la química es no solo una ciencia con múltiples aplicaciones para la industria, la medicina o el medio ambiente; sino también una ciencia con una epistemología rica y con no pocos desafíos conceptuales cuyo abordaje no fue siquiera soñado por Guyton de Morveau.

#### **Para saber más:**

Caamaño, A. (2021). Reacciones ácido-base: la elaboración del modelo de Brønsted-Lowry. *Alambique*, 106, 69-77.

Izquierdo Sañudo, M. Cruz (2003) *et al.* Evolución histórica de los principios de la química. Madrid: UNED Ediciones.

Jiménez Liso, M. Rut (2020) *et al.* Changing how we teach acid-base chemistry: a proposal grounded in studies of the history of nature of science education. *Science & Education*, 29(5), 1291-1315.

**Luis Moreno Martínez**

*Departamento de Física y Química*

*CEIPS Vicente Aleixandre,*

*Comunidad de Madrid*

*G. E. de Didáctica e Historia, RSEF-RSEQ*

*luis.morenomartinez@educa.madrid.org*





### ◆ **Martina Casiano: su legado en la didáctica de las ciencias.**

En el número de diciembre 2022, inauguramos esta sección en la revista *Faraday* con motivo de la proximidad del *Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia* que se celebra cada 11 de febrero desde que, en 2016, la Asamblea General de Naciones Unidas decidiera celebrar dicho día para lograr el acceso y la participación plena y equitativa en la ciencia para las mujeres y las niñas.

Una manera de celebrar dicho Día Internacional es tratar de recuperar la memoria de aquellas que nos han precedido y que sentaron los cimientos del presente. El segundo artículo de esta sección va dedicado a dar visibilidad a la primera mujer miembro de la *Sociedad Española de Física y Química*.

A finales del siglo XIX, dentro de la corriente regeneracionista que surge en España, en los círculos políticos, científicos y pedagógicos va tomando fuerza la idea de que el problema de la “regeneración” del país no es sólo económico sino también pedagógico. Se trataba de cambiar la sociedad mediante la educación de los ciudadanos.

El 11 de enero de 1907, se decretó la creación de la *Junta para la Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas* (JAE) por Amalio Gimeno y Cabañas, ministro de Instrucción Pública y Bellas Artes y fue presidida en sus inicios por Santiago Ramón y Cajal. Con la nueva institución se pretendía terminar con el aislamiento español y enlazar con la ciencia y la cultura europeas, además de instruir a las personas encargadas de llevar a cabo las reformas necesarias en cultura, educación y ciencia.

El programa científico y cultural desarrollado por la JAE representó el proyecto más innovador para España durante el período comprendido entre 1907 y 1939. Se crearon, en

distintas partes del país, instituciones de investigación, como el Centro de Estudios Históricos de Madrid, la Residencia de Estudiantes, el Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales y laboratorios de Química, Fisiología, Bacteriología de la Residencia, se convocaron becas para estudiar en el extranjero ..., y se puso en contacto a los principales pensadores y científicos de España con los de otros países.

La JAE supo establecer un entramado de organismos para dinamizar la ciencia española. El empuje definitivo llegó en 1910, con la *ley Burrell*, en el que las mujeres son admitidas de pleno derecho en la Universidad.

En este contexto contamos con la aportación de Martina Casiano Mayor, que inspirada en modelos europeos, materializó grandes iniciativas escolares destacables y mejoras en la formación de las maestras. Fue una de las primeras mujeres españolas que dejó huella en la ciencia, aunque no se pudo dedicar a la investigación, dedicó su vida a transmitir a sus alumnas su pasión por la Ciencia.

Martina Casiano nació en Madrid el 30 de enero de 1881 en el seno de una familia de origen humilde. A los 14 años de edad ingresa en la Escuela Normal Central de Madrid. Si bien sus inicios como estudiante no fueron académicamente demasiado buenos, en 1899 consiguió el título de Maestra de primera enseñanza superior con la calificación de sobresaliente. Finalmente, en 1901, aprobó la Reválida de Grado Normal.

En 1905, se presenta a la oposición para impartir docencia en las escuelas primarias públicas, y el 11 de marzo de 1905 obtiene la plaza de maestra de la escuela de niñas de Horcajo de la Sierra (Cuenca). Ocupa la plaza pocos meses, ya que ese mismo año, aprueba las oposiciones para Escuelas Normales, en la sección de Ciencias, de modo que la Real Orden del 14 de julio de 1905, le designa para ocupar dicha plaza en la Escuela Superior de Maestras de Bilbao, donde es nombrada profesora numeraria, en la Sección de Ciencias. A su llegada a la escuela de Bilbao, se hace cargo de las clases de Ciencias físico-naturales y de

Agricultura, pero se vio suspendida de empleo y sueldo, debido a la oposición a su nombramiento por la Comisión Mixta de la Normal. El Ministerio de Instrucción Pública se ratificó y se levantó dicha suspensión y pudo comenzar a impartir sus clases, aunque tuvo que lidiar al principio con el rechazo de las corporaciones sostenedoras de la Normal. Martina no se desmoralizó, como demuestra el hecho de que una de sus primeras iniciativas fuera la solicitud de un extenso listado de material de laboratorio y desde el principio trabajó para mejorar la docencia de las asignaturas que impartía.



**Fig. 1:** *Martina Casano Mayor con 29 años. (Fot.: Por esos mundos, 1-8- 1910: 231, hemerotecadigital.bne.es).*

A lo largo de 30 años desempeñó su trabajo impartiendo clases exclusivamente a mujeres como profesora titular de Física y Química, también dio clases de Nociones de Agricultura, Ciencias Físicas y Naturales, Aritmética, Álgebra y Geometría y Pedagogía. Al parecer Martina Casano gozaba de un extraordinario prestigio entre sus alumnas por su forma de instruirlas, y por la dedicación y el empeño que ponía en que aprendiesen.

Sus pensamientos sobre la ciencia y la enseñanza de las disciplinas científicas se dieron a conocer en el verano de 1908 cuando envió una memoria al Ministerio de Instrucción Pública, “Bases para la formación del programa de Ciencias físico-químicas y naturales en las Escuelas Normales de Maestras para que su enseñanza resulte de una aplicación práctica en la vida familiar”, documento manuscrito (A.G.A., Sección Educación 31/17946).

Nunca desistió en su empeño de ampliar sus conocimientos en las materias que ella impartía, por ello solicitó una beca como pensionada al Ministerio de Instrucción Pública

y fue la primera mujer y la segunda persona que consiguió dicha beca, que disfrutó por un periodo de 6 meses a partir de septiembre de 1911 en el Laboratorio de Análisis Químico de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Madrid bajo la tutela de los profesores José Casares y Santiago Piña.

En su solicitud hizo constar lo siguiente:

“Dedicada durante cinco años al cultivo de las ciencias, no solo por ser éste mi deber, sino por una predisposición especial de mi espíritu hacia esta clase de estudios, noto cada día más la necesidad de ampliar mis horizontes y de adquirir mayor número de conocimientos que me permitan ampliar la obra por mi empezada en esta Normal de sacar de la rutina en que se encuentran encerradas estas asignaturas en las Escuelas Normales para darles su verdadero carácter de eminentemente prácticas”.

Finalizando su periodo de becaria, concretamente el 4 de marzo de 1912 ingresa en la *Sociedad Española de Física y Química* (SEFQ) presentada por sus profesores tutores Casares y Piña, convirtiéndose así en la primera mujer miembro de esta sociedad que fue fundada en 1903 en la Universidad Central de Madrid cuyo objetivo fundacional era el fomento del estudio de estas dos ciencias y la publicación de trabajos sobre las mismas. No es hasta 1928, con motivo del 25º aniversario de su fundación, que la sociedad fue distinguida por el rey Alfonso XIII y a partir de entonces recibió el nombre de *Real Sociedad Española de Física y Química*.

Prosiguiendo con Martina Casano, sus inquietudes siguieron en aumento después de la estancia en el laboratorio. Habiéndose formado en alemán y francés por su cuenta, estaba al día del movimiento científico en Alemania, y quiso conocer sobre el terreno los avances científicos y pedagógicos en Alemania por lo que solicitó otra beca a la Junta de Ampliación de Estudios para pasar un año en la Universidad de Leipzig. El 27 de junio de 1912 la JAE se la concedió pasando así a ser una de las primeras mujeres en recibirla, en la década de 1910 sólo a cuatro mujeres españolas les fueron concedidas.

Su objetivo era adquirir conocimientos científicos prácticos para traérselos a España y aplicarlos en sus clases de la Escuela Normal de Bilbao, como manifestó en una reflexión crítica a la enseñanza de la ciencias en nuestro país:

“En España producimos más hombres de letras que de ciencias y la vida de una nación no es posible sostenerla de esta forma.....no tenemos laboratorios porque no hay dinero y sería preciso añadir a veces, lo poco que hay no saben en que emplearlo, y aquí resulta un círculo vicioso del que no saldremos tan fácilmente porque sin laboratorios no habrá científicos, y sin científicos no habrá laboratorios, y aquí radica uno de los problemas más importantes de esa Junta, traer elementos de fuera, hacer un esfuerzo para sacar a España de este estado de cosas, germen del atraso industrial...”.

A su vuelta de la estancia investigadora en Leipzig y en Berlín trabaja como responsable del Laboratorio de ciencias y del Jardín Botánico de la Escuela Superior de maestras de Bilbao, su buen hacer es modelo de laboratorio, a juzgar por la visita realizada por la Inspección, según consta en el Informe del Consejo universitario de Valladolid, y que reza así: “puede considerarse como modelo en su clase..., particularmente el Laboratorio y Gabinete de Ciencias físico-naturales de las que está encargada la Sra. Casiano, competentísima profesora”

Escribió una memoria titulada La enseñanza de las ciencias, que se conserva en los archivos de la JAE, en la que narra cómo su estancia durante el curso 1912-13 en Alemania le influyó en su labor, proponiendo algunas reformas para mejorar la formación científica de los maestros. Los nuevos programas trataban de aproximarse a los intereses y necesidades personales de los alumnos más que a los contenidos disciplinares de cada una de las materias, proponiendo actividades experimentales que despertaran la curiosidad y el interés de los alumnos enseñándoles a reconocer hechos y fenómenos, a observar, medir y analizar situaciones de la vida diaria, a emitir hipótesis, y extraer conclusiones, a ser curiosos y a respaldar las afirmaciones con argumento.

En 1915 publicó el libro Experimentos de Física que se considera el primer tratado de Física escrito por una mujer española, con el que trató de llenar el vacío de libros de prácticas en las que se tuvieran en cuenta las dificultades con las que se encontraban los profesores de las Escuelas Normales a la hora de pretender que sus alumnos realizaran experimentos. Éste es el primer libro exclusivamente experimental a nivel estatal, y fue libro de texto en la Escuela de maestras de Bilbao y en otras Normales. A cada página con texto, le sigue una en blanco, para que las alumnas escribieran sus observaciones en torno a los experimentos que realizaban.

El libro consta de cuatro apartados: una introducción en la que la autora expone su forma de entender la enseñanza de las ciencias. Una segunda parte destinada a explicar las principales técnicas de laboratorio. Un tercer bloque en el que explica los experimentos con dibujos ilustrativos, se recogen un total de 230 experimentos, muy didácticos, que se presentan por temáticas y en grado de dificultad creciente, indicando el material y el procedimiento a seguir. En el último apartado se proponen problemas y cuestiones por temáticas.



**Fig. 2:** Portada del libro *Experimentos de Física*.

Desde 1923 hasta el inicio de la Guerra Civil se hizo cargo de la Estación Meteorológica de Bilbao del Instituto Geográfico, que estaba situado en el patio de la Escuela de Magisterio de Bilbao. Mediante un acuerdo con el



Ayuntamiento de esta ciudad adquiere un barómetro de estación meteorológica. Martina enviaba diariamente al Ayuntamiento los datos relativos a la presión atmosférica recogidos en dicha estación termo-pluviométrica que luego se publicaban en la prensa.



**Fig. 3:** Experimento 149 del libro *Experimentos de Física*. Construcción de un electroscopio.

En 1931 ingresó en la *Asociación Española para el Progreso de la Ciencia*.

Al empezar la Guerra Civil, intentó escapar junto a su hermana en el buque mercante Galdamés pero éste fue capturado por los sublevados, que encarcelaron o fusilaron a muchos de los pasajeros, pero Martina sobrevivió aunque fue sometida a un expediente de depuración, se la suspendió de empleo y sueldo y traslado forzoso a la Escuela de Maestros y Maestras de Cádiz, donde llegó a ser Catedrática Numeraria de Ciencias, impartiendo clases tanto en la Escuela Normal de Maestras Fernán Caballero como en la Escuela Normal de Maestros Manuel de Falla. Allí trabajó hasta su jubilación en el curso 1950-51; a partir de este momento se pierde su rastro. Sólo se conoce que fallece a la edad de 77 años en 1958.

Martina Casiano fue una mujer crítica e inconformista con la sociedad de su época, a la vez que utópica, aunque siempre buscó aportar

soluciones a los problemas a los que se tuvo que enfrentar en su desempeño profesional y visionaria, llama la atención que su reflexión del último párrafo entrecomillado y en cursiva tenga plena vigencia.



**Fig. 4:** *Martina Casiano Mayor*.

En su honor, el nombre y apellido de esta profesora dan identidad a un edificio destinado a la ciencia en el Campus de Bizkaia, junto a la actual Facultad de Educación, antigua Escuela de Magisterio de Bilbao; se trata del edificio "Plataforma Científico-Tecnológica Martina Casiano".



**Fig. 5:** *Plataforma Tecnológica Martina Casiano*, dedicada al área de ciencia y tecnología de materiales. Parque científico de la UPV/EHU

## Referencias

- Adelaida Muñoz Páez (2016). *Sabias, la cara oculta de la ciencia* (Ed. Debate), 368 páginas.
- Begoña Bilbao Bilbao, Gurutze Ezkurdia Arteaga, Karmele Perez Urraza. *Bilboko Irakasleen Eskola* (UPV/EHU). *Tres mujeres que*

innovaron la escuela en el Bilbao del primer tercio del siglo XX.

María Asunción Martín Saavedra. Recuperando la memoria. Homenaje a una mujer de ciencia española: Martina Casiano Mayor.

<https://mujeresconciencia.com/2020/04/24/martina-casiano-y-mayor-1881-1958/>

<https://dbe.rah.es/biografias/58182/martina-casiano-mayor>

**Nuria Muñoz Molina**

*Profesora de Física y Química,*

*Colegio La Inmaculada de Algeciras.*

*Presidenta de la Asociación de Amigos de la Ciencia Diverciencia.*

*Embajadora de Science on Stage.*

*Miembro de la Junta de Gobierno del GEDH de las RSEQ y RSEF.*



**DISEÑO Y PUESTA  
EN PRÁCTICA DE RUTAS  
DIVULGATIVAS: UNA ACTIVIDAD  
IDEAL PARA EL APRENDIZAJE  
SERVICIO**

El pasado mes de noviembre, la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) concedió el primer premio de proyectos de Aprendizaje Servicio (ApS) al titulado “Madrid a Ciencia Cierta: Diseño e implementación de rutas guiadas con temática STEAM”, en el que participan algunos miembros del GEDH.

El ApS es una metodología que promueve el aprendizaje del alumnado de las diversas etapas educativas, mientras se implica en alguna necesidad o problemática de la sociedad.

El trabajo premiado se centra en la implementación de dos rutas sobre temática científica en Madrid. En su creación han participado una quincena de profesores y varias decenas de alumnos de la UPM que, a su vez, las han puesto en práctica con público diverso con distintos medios (paseos físicos y a través de conferencias). Las dos rutas implementadas hasta la fecha son:

- "Un paseo para aprender ciencia e historia: la Ilustración española y el descubrimiento de tres elementos químicos".

- "Un paseo para aprender ciencia e historia: los ‘altos del hipódromo’ y la *Edad de Plata* de la cultura española".

Los resultados se han presentado en varios congresos, estando pendiente su publicación con más detalle. En todo caso, más información sobre este y otros trabajos premiados, con vídeos ilustrativos, se encuentran en:

<https://short.upm.es/plw37>

**Gabriel Pinto, Victoria Alcázar, María Martín Conde, Javiera A. Sepúlveda y Ángel Agüero**

*Universidad Politécnica de Madrid*

*G. E. de Didáctica e Historia, RSEF-RSEQ*







### ◆ Ciencia en Acción 2023: Una cita imprescindible con la ciencia

Del 27 al 29 de octubre tuvimos una cita en Viladecans con *Ciencia en Acción*, un concurso que llegó así a la 24ª edición y que tiene como objetivo hacer llegar la ciencia de una forma divertida y motivadora.

El viernes 27 de octubre, en el edificio Cúbic, por la mañana, los participantes seleccionados para el evento presencial montaron sus estands. Por la tarde se realizaron dos actividades en paralelo, una destinada a profesorado e investigadores, y otra para el público más joven. Al finalizar las actividades, hubo un *catering* para merendar y charlar con el resto de participantes. La empresa que se encargó del *catering*, Santacreu, ha recibido este año 2023 un premio a la mejor coca de San Juan, por su especialidad de crema y piñones, que se pudo degustar y se da fe de su calidad aquí. Se impartieron las conferencias:

- La Ciencia en 4D, por Jesús Purroy.
- Show Magia y Matemáticas, por Fernando Blasco.

El acto inaugural contó con una invitada muy especial que se encargó de presentar el acto, Evelyn Segura, bióloga y divulgadora científica. Este acto consistió en el *show científico Las Bombollas de Antón*, la inauguración formal del concurso, un espectáculo de ciencia y humor, y una actuación de los *Diablos* de Viladecans.

Durante el sábado 28 se llevó a cabo la Feria de Ciencias, abierta a todos los públicos, con horario de 10 a 14 h y de 16 a 19.30 h.

El jurado pasó por los estands de las

distintas modalidades para finalizar las evaluaciones y proceder a las deliberaciones. Este año contábamos con un fotomatón para divertimento general.

Fue un día de disfrutar con la ciencia, con amigos, con la ciudadanía, con el jurado... ¡inolvidable!



El domingo 29 se realizó la entrega de premios en el auditorio *Atrium* de 10 a 14h y el acto de cierre del evento contó con la actuación de los *Castellers de Viladecans*, una conferencia sobre *Ciencia y acción climática*, por Jose Miguel Viñas, y la entrega de Premios de *Ciencia en Acción y Adopta una Estrella*.

Desde aquí se da ta enhorabuena a todos los organizadores, ponentes, ganadores y participantes; han sido unos días científicamente inolvidables.

Más información: <https://cienciaenaccion.org/>

**Marisa Prolongo Sarria**

I.E.S. Torre del Prado, Málaga

G. E. de Didáctica e Historia, RSEF-RSEQ



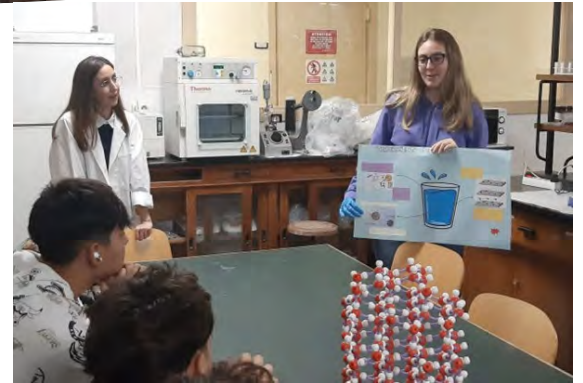
## ◆ Química para la vida y vidas para la química

La *Semana de la Ciencia y la Innovación de la Comunidad de Madrid* lleva celebrándose algo más de dos décadas. De hecho, más que “una semana”, últimamente incluye actividades que se extienden durante casi un mes. Es así porque cada vez se considera más como una actividad adicional en los centros de investigación, incluyendo Universidades y otras entidades. Como ejemplo de una de estas actividades, reflejamos aquí la llevada a cabo en la ETS de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid. Estuvo apoyada (sin financiación, pero con apoyo logístico y de difusión) por el GEDH.

Con el título genérico de “Química para la vida y vidas para la química”, se introdujeron, por ejemplo, algunas aportaciones desde esta ciencia en el tratamiento de agua, preparación y caracterización de bioplásticos (economía circular) y otros materiales poliméricos, impresión 3D, etc. También se intentó transmitir la importancia de los trabajos de investigadores del pasado con implicaciones de Madrid en la historia de la ciencia.

Esta actividad, organizada por los profesores firmantes de esta reseña, contó con la colaboración de investigadores y alumnos de diversas titulaciones y países de origen, como son: Francisco Díaz Muñoz, Javier Agüero Rodríguez, Javiera Andrea Sepúlveda Carter, Sergio Efraín González Serrud, Patricia Verónica Rivera Fuentealba y Laura Claro Romero.

Consistió en cuatro talleres desarrollados durante dos tardes, y dos conferencias relacionadas con los paseos divulgativos recogidos en la página 18 de este *Boletín*.



**Gabriel Pinto, Victoria Alcázar,  
Patricia García Muñoz, Marina  
P. Arrieta, Freddys R. Beltrán  
y María Martín Conde**

*Universidad Politécnica de  
Madrid. G. E. de Didáctica  
e Historia, RSEF-RSEQ*

## & SIGUIENDO LAS HUELLAS DE MICHAEL FARADAY EN... LONDRES

Después de asistir a la reunión del Grupo Especializado en Didáctica e Historia de la Física y la Química celebrada el 6 de octubre pasado, y conocer que su boletín se llama Faraday, no he podido resistirme a escribir una nota para dicha publicación.

Hace unos años tuve la suerte de obtener financiación para realizar un documental sobre la vida de Michael Faraday. La idea era sencilla y estaba basado en una serie de documentales de viajes que se llamaba "Planeta Finito". En esta serie, un famoso viajaba a una ciudad y hacía un recorrido, mostrando la historia y algunos sitios interesantes de la ciudad.

Después de hablar con muchos amigos y conseguimos la colaboración de Esther Paredes, excelente guionista valencia que ha trabajado muchos años para el *Terrat* que escribió el guión, Tània Depares, como directora artística y diseñadora de gráficos, Eduard Rubio de Geomedia, hizo de director, ayudante de producción y todo lo que fuera necesario. Con todo esto viajamos a Londres a grabar en los sitios relacionados con la vida de Faraday.

En Londres buscamos la placa que nos dice donde nació, en la zona de *Elephant and Castle*. Después, visitamos un pequeño museo local, el *Cuming museum*, donde tienen la biblia de la familia Faraday. Para entender su figura es importante conocer su pertenencia religiosa a los sandamanianos. En esta biblia se anotaban todos los hechos importantes de la familia Faraday.

Al día siguiente teníamos el plato fuerte del documental, visitar la *Royal Institution* y entrevistarnos con el conservador del Museo Faraday, Frank James. El profesor James nos permitió grabarle una entrevista y nos dejó sujetar en nuestras manos algunos de los cuadernos de laboratorio que Michael Faraday utilizó mientras trabajaba en la *Royal Institution*. Por desgracia, no pudimos ver el gran anfiteatro donde se siguen celebrando las famosas *Christmas Lectures*.



Para despedirme, solo me queda decir que si queréis ver el documental, lo podéis encontrar en YouTube, en dos partes (I, II) y en la plataforma Vimeo. ¡Espero que lo disfrutéis!

### Referencias

[Planeta Finito]

[https://es.wikipedia.org/wiki/Planeta\\_finito](https://es.wikipedia.org/wiki/Planeta_finito)

[Esther Paredes] <https://estherparedes.com/>

[Tània Depares]

<https://www.taniadepares.com/>

[Geomedia] <http://geomedia.tv/>

[Cuming museum]

<https://heritage.southwark.gov.uk/people/details/2052/michael-faraday>

[Royal Institution] <https://www.rigb.org/>

[Christmas Lectures]

<https://www.rigb.org/christmas-lectures>

[YouTube I]

<https://www.youtube.com/watch?v=8-9CugISp4E&t=1s>

[Youtube II]

<https://www.youtube.com/watch?v=UX1IWCaPwAk&t=1s>

[Vimeo] <https://vimeo.com/5395020>

**Javier Ricardo Galeano Prieto**

*Universidad Politécnica de Madrid*



## ◆ Transformando la química en juego: Gamificación y aprendizaje bajo la LOMLOE

### Introducción

En el siempre dinámico mundo educativo, la gamificación se ha erigido como un faro de innovación, iluminando el camino hacia una enseñanza más participativa y atractiva. En particular, cuando nos sumergimos en las complejidades de la asignatura de Química, surge una pregunta crucial: ¿cómo podemos transformar el aprendizaje de los elementos y compuestos en una experiencia tan fascinante como los propios juegos químicos? En este contexto, es vital explorar las plataformas existentes que permiten a los educadores crear juegos interactivos, sumando una dimensión lúdica al proceso de aprendizaje.

### 1. Gamificación y Aprendizaje Activo

La gamificación implica la aplicación de mecánicas y elementos de juego en contextos no lúdicos para aumentar la participación y la motivación. En la enseñanza de la química, esto podría traducirse en la creación de desafíos, recompensas y competiciones que involucren conceptos clave del plan de estudios. Al integrar la gamificación, los estudiantes no solo absorben información, sino que también la aplican en situaciones simuladas, fomentando un aprendizaje activo y práctico.

### 2. Plataformas para la Creación de Juegos Interactivos

*Kahoot!*: Esta plataforma permite a los profesores diseñar cuestionarios interactivos y juegos de preguntas rápidas, creando una experiencia competitiva y educativa en tiempo real.

*Quizizz*: Similar a *Kahoot!*, Quizizz ofrece la posibilidad de crear y compartir cuestionarios de manera interactiva, brindando a los estudiantes un aprendizaje personalizado y atractivo.

*Classcraft*: Diseñada originalmente para fomentar la participación en el aula, Classcraft

combina elementos de juego con el sistema educativo, permitiendo a los educadores crear experiencias de aula altamente inmersivas.

*Socrative*: Esta herramienta proporciona opciones para crear cuestionarios y actividades interactivas que los estudiantes pueden completar en tiempo real, facilitando la evaluación formativa.

*Escape Room Platforms (Genially, Breakout EDU)*: Plataformas como *Genially* y *Breakout EDU* permiten a los educadores diseñar experiencias tipo "Escape Room" centradas en la química, desafiando a los estudiantes a resolver problemas para avanzar en el juego.

### 3. Alineación con la LOMLOE

La LOMLOE enfatiza un enfoque educativo centrado en el estudiante y la evaluación continua. La gamificación se alinea perfectamente con estos principios al fomentar la participación activa y la retroalimentación constante. Además, la introducción de elementos lúdicos en la enseñanza promueve un ambiente inclusivo, permitiendo a cada estudiante avanzar a su propio ritmo.

### 4. Desafíos y Oportunidades

A pesar de sus beneficios, la implementación exitosa de la gamificación requiere un enfoque equilibrado. Es crucial abordar la diversidad de estilos de aprendizaje y garantizar que la competencia no eclipse la colaboración. Además, se deben considerar las restricciones de tiempo del programa académico.

### Conclusión

En este viaje de gamificación, no solo exploramos los principios fundamentales, sino también las herramientas digitales que permiten a los educadores convertir la química en una experiencia interactiva. Al sumar la tecnología a la ecuación, no solo hacemos que el aprendizaje sea atractivo, sino también accesible y adaptable a los desafíos modernos del aula. La gamificación se convierte así en la llave para abrir las puertas de la curiosidad y la participación en la enseñanza de la química, creando un entorno educativo donde cada estudiante es el héroe de su propia historia de aprendizaje.



Como ejemplo, dejo este enlace a un *Genially* que preparé para los alumnos de 2º de bachillerato, con el objetivo de poder repasar los conceptos de propiedades periódicas, geometría molecular, cinética y equilibrio químico.

Prepárense para el *REPASOQ*: Recuerdo Entusiasta de Proezas Atómicas y Sustancias Químicas. Este repaso no solo será educativo, ¡sino también divertido!

<https://view.genial.ly/6554ab59aba72a00113629ef/interactive-content-repasog>

**José Juan Sirvent Carbonell**

*Colegio HH. Maristas Sagrado Corazón,  
Alicante*

## ◆ Física del lanzamiento de disco

### Introducción

Las disciplinas deportivas implican mucha física y pueden ser un recurso didáctico útil y divertido.

En principio los lanzamientos, es decir peso, martillo, disco y jabalina, unen la posibilidad de analizar principios básicos de la mecánica a su aparente simplicidad, ya que se trata de lanzar el artefacto lo más lejos posible, no importando la precisión o puntería, y son

aparatos muy sencillos, de modo que lo que cuenta son las condiciones naturales, la técnica y el entrenamiento de quienes los lanzan.

El lanzamiento de disco es una de las disciplinas más antiguas, puesto que se practica desde los orígenes de los juegos olímpicos.

Una mecánica parecida es la del juguete de playa llamado “plato volador” o “frisby” con el cual se puede practicar sin peligro, aunque los objetivos y la técnica del juego son diferentes de los del disco olímpico.

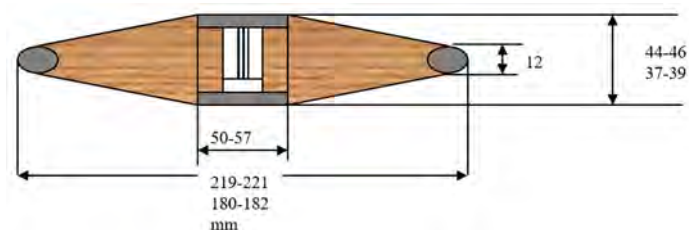
El análisis del lanzamiento del disco presenta mayores dificultades que el de peso o martillo dado que se desarrollan fuerzas de sustentación en su interacción con el aire. Pese a que, en los



planes de estudio actuales, la mecánica de fluidos, tan importante en la vida cotidiana, no tiene prácticamente espacio ni en ESO ni en el bachillerato, una explicación, aunque sea elemental, como la que sigue, puede ser una buena información para los estudiantes y ayudar a fomentar el interés por la física.

### El aparato

Esquemáticamente el disco está representado en la figura 1. En general se construye de madera o plástico. El borde es metálico y en el centro exacto de este borde debe encontrarse un dispositivo para regular el peso., El espesor desde el centro hasta un radio de 25,0-28,5 mm debe ser constante. Las dos caras del disco deben ser idénticas y deberán reducir su espesor en línea recta desde el bloque central hasta el inicio de la curva del borde. No pueden presentar muescas ni irregularidades.



**Fig. 1.** Esquema del disco. En aras de la claridad de los elementos que lo forman, el dibujo no está a escala rigurosa, debería aparecer “más plano”. Las cotas menores, en caso de duplicidad, corresponden al disco que lanzan las mujeres. Ver tabla 1.

Los datos físicos se resumen en la tabla 1. Obsérvese que los discos que lanzan las mujeres pesan la mitad que los de los hombres adultos y 2/3 de el de los cadetes, no obstante, las marcas conseguidas son prácticamente las mismas. (Tabla 2).

### Lanzamiento

El lanzamiento se efectúa desde un círculo de 2,5 m de diámetro, marcado por una corona circular de 5 cm de ancho, con un sector de lanzamiento de aproximadamente 40°.

El lanzamiento se efectúa del siguiente modo: el atleta toma el disco apoyado en la palma de su mano y sujeto suavemente con los dedos por el

borde, lo balancea y pivota sobre sí mismo varias veces, acelerando el disco y soltándolo en el momento oportuno e imprimiéndole, en el momento de lanzarlo un movimiento de rotación sobre su eje, de este modo la trayectoria del aparato deja de ser balística, como muy aproximadamente ocurre en el peso, porque se generan fuerzas de sustentación con el aire. El disco planea por lo que propiamente cabe hablar de “vuelo” del aparato.

La parte de aceleración, aunque interesante no se diferencia en exceso del martillo, pero entre otras razones, al ser menor la masa, las tensiones que se originan son menores.

el disco al volar toma una posición inclinada tal como aproximadamente se muestra en la figura 2.

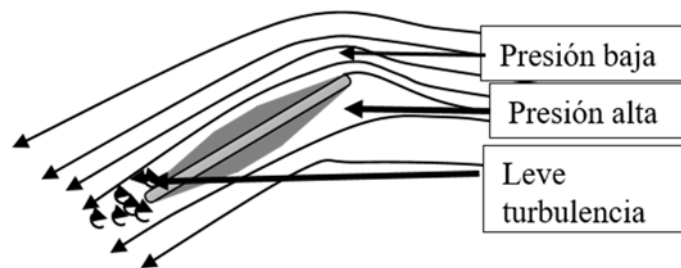


Fig. 2. Esquema del vuelo del disco.

El borde delantero, borde de ataque, desvía hacia arriba las líneas de corriente de aire lo que hace que estas se aprieten en la parte superior y se separen en la inferior. En resumen, el disco actúa como el perfil del ala de un avión. En la parte superior la velocidad del aire es mayor que en la inferior de modo que de acuerdo con los principios de la mecánica de fluidos se crea una depresión en la cara superior del disco, es decir, aparece una fuerza de sustentación hacia arriba.

Al ser el aire viscoso las líneas de corriente tienden a seguir la forma del disco, de modo que la turbulencia que aparece es pequeña.

Las fuerzas que actúan sobre el disco son fundamentalmente dos, su peso, que se aplica en el centro de gravedad del aparato y las fuerzas de sustentación, cuya resultante se aplica en el centro de empuje, que no tiene por qué coincidir con el centro de gravedad, si, además, el disco rota en torno su eje de simetría vertical, esto tiene una gran importancia en el vuelo del aparato. Si el disco no girara sobre su eje, el centro de empuje y el de masas estarían situados en puntos alejados, lo que originaría un par aerodinámico que haría que el disco cayera como una hoja de papel dejada caer en posición horizontal o más simplemente, como una hoja de árbol (Figuras 3).

Algunos autores afirman que, en casos semejantes, la rotación hace que el centro de empuje se sitúe muy cerca del centro del disco, con lo cual su vuelo es mucho más estable, aunque siempre tiende a levantarse por su

**Tabla 1.** Características físicas oficiales del disco olímpico.

	Hombres	Mujeres (todas categorías)
Masa	2 kg (cadetes 1,5 kg)	1 kg
Diámetro total	219 a 221 mm	180 a 182 mm
Diámetro de las placas metálicas	50 a 57 mm	50 a 57 mm
Grosor en el centro	40 a 46 mm	37 a 39 mm
Grosor de la llanta, a 6 mm del borde	≥ 12 mm	≥ 12 mm

**Tabla 2.** Histórico de marcas de lanzamiento de disco. Obsérvese que las marcas parecen “congeladas”, en hombres con la conseguida en 1986 y en mujeres en 1988.

Hombres			Mujeres		
V. Atleta	Marca (m)	Año	Atleta	Marca (m)	Año
J. Schult	74,08	1986	G. Reinch	76,80	1988
V. Alekna	73,88	2000	Z. Silhava	74,56	1984
G. Kanter	73,38	2006	I. Wyludda	74,56	1989
Y. Dumchev	71,86	1983	D. Gansky	74,08	1987
D. Stahl	71,86	2019	I. Meszynski	74,36	1984
P. Malna-chowski	71,84	2013	G. Savins-kova	73,28	1984
R. Fazekas	71,70	2002	T. Khristowa	73,22	1987
L. Riedel	71,50	1997	G. Beyer	73,10	1984
B. Pucknett	71,32	1983	M.Hellmann	72,92	1987
J. Powwill	71,26	1984	G.Murashova	72,14	1984
<b>Media</b>	<b>72,27</b>			<b>73,90</b>	

### Vuelo del disco

Un desarrollo riguroso del vuelo se inscribe dentro de la aerodinámica avanzada y sale del objetivo de este trabajo, sin embargo, una primera descripción es relativamente sencilla:

parte anterior y a originar un leve cabeceo. Sin negar este particular, el papel principal de la rotación es ejercer un efecto giroscópico en el disco que tiende de una forma muy efectiva a estabilizar su vuelo, además y como consecuencia de lo anterior aparecerá un ligero movimiento de precesión del disco que es observable en forma de un pequeño “vaivén”.

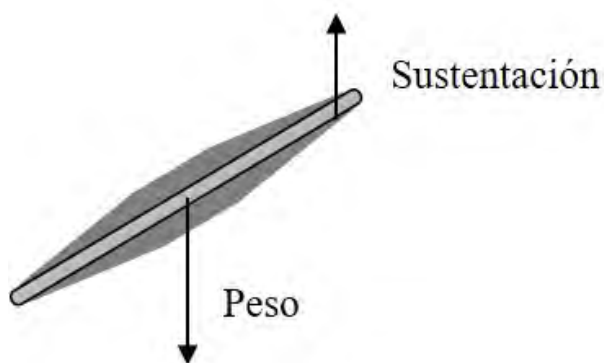


Fig. 3 a. Fuerzas en el disco sin rotación.

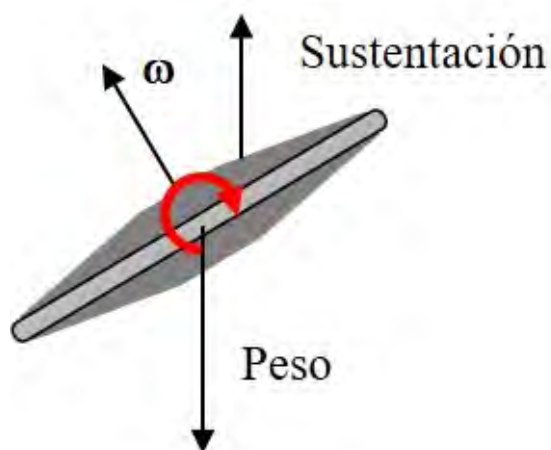


Fig. 3 b. Con rotación que genera momento giroscópico.

Como consecuencia de esta rotación debe producirse un ligero efecto Magnus, que como es sabido presentan los objetos que giran en un fluido viscoso y se debe a que en la parte en que el disco gira en el mismo sentido que el viento relativo la velocidad de arrastre se suma a la del viento, mientras que el lado opuesto ocurre lo contrario, lo que trae como resultado la aparición de una fuerza lateral (Figura 4). Este efecto es el responsable, por ejemplo, de las diabluras que los lanzadores de pelota base (beisbol) hacen con la pelota o que, en fútbol, si

se le da al balón el picado adecuado, se pueda marcar gol directamente desde la esquina. Debido a la forma del disco, el efecto Magnus es muy pequeño, sin embargo, observando muchos lanzamientos, se ha detectado una ligera tendencia a desviarse, aunque no hay que olvidar que influyen muchos otros factores en el fenómeno real, posiblemente de forma más eficaz, como son los vientos cruzado o frontal.

El viento en contra moderado mejora la distancia del lanzamiento, aunque a primera vista pueda parecer paradójico, esto se debe a que las fuerzas de sustentación dependen de la velocidad viento relativo sobre el disco. Un viento en contra aumenta ésta, lo que favorece la sustentación, por esta misma razón los aviones despegan, cuando es posible, contra el viento y los portaaviones ponen proa al viento cuando lanzan sus aviones.

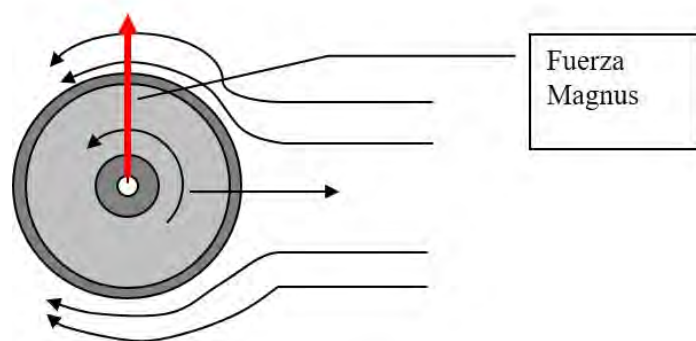


Fig. 4. Posible efecto Magnus.

Es importante que el disco mantenga del modo más uniformemente posible la rotación. Ahí entra en acción la conservación del momento angular. El disco está construido de manera que tenga un momento de inercia ( $I$ ) bastante elevado (ver más adelante), de modo que es lanzado con un elevado momento angular ( $L = I\omega$ , siendo  $\omega$  la velocidad angular). En ausencia de momentos exteriores el momento angular debe conservarse. Realmente el principal momento exterior se debe a la fricción viscosa, en parte necesaria para asegurar la interacción aire disco, pero de magnitud pequeña en comparación con el momento angular inicial, lo que garantiza una rotación prácticamente uniforme a lo largo del vuelo del disco.



Resumiendo, el disco se comporta como un plano aerodinámico que permite mantenerlo en vuelo más tiempo que si tratara de un objeto balístico como el peso.

### Aplicación didáctica

Aunque este trabajo está pensado como divulgativo, es posible sacar algunos aspectos didácticos, sobre todo observando videos y comprobar por ejemplo los movimientos de los lanzadores y que se pretende con ellos, los giros que dan sobre sí mismos, que ventajas presenta un atleta alto y de brazos largos frente a otro menos tallados etc. También que la distancia que se mide para evaluar el lanzamiento no tiene por qué coincidir exactamente con la que cabe esperar rigurosamente debido a que, por ejemplo, no es posible determinar el punto exacto de partida del aparato, que depende de la técnica y la anatomía de lanzador, por ello hay que establecer unas normas comunes para todos.

Los aspectos del vuelo pueden observarse y pueden “practicarse” con un “Frisby” en el patio, cosa imposible con un disco, comprobando como vuela cuando se le imprime rotación al lanzarlo y cuando no, incluso lastrándolo ligeramente para comprobar si la masa influye o no en su vuelo, también puede estudiarse semejanzas del disco con el “búmeran”, arma utilizada por los aborígenes australianos. La teoría del vuelo, sin embargo, como se dice más arriba es demasiado complicada incluso para estudiantes más avanzados que los de enseñanza preuniversitaria.

### Ampliación: medida del momento de inercia del disco

Dicho lo anterior, no obstante, se va a presentar la medida de una propiedad mecánica muy importante del disco, su momento de inercia.

Como es sabido el momento de inercia de una partícula respecto a un punto en torno al cual gira es una magnitud escalar que se define como  $I = mr^2$ , Para un sólido rígido que gira en torno a un eje se define como  $I = \sum m_i r_i^2$  siendo  $m_i$  la masa de cada una de las partículas que lo integran y  $r_i$  los respectivos radios de giro

respecto al eje, sus unidades en el SI son obviamente  $\text{kg m}^2$  y su cálculo suele requerir un proceso de integración.

Puede ser ejercicio interesante evaluar el momento de inercia del disco respecto a su eje de simetría vertical que es aquel en torno al cual gira el disco en su lanzamiento.

### Método analítico

Dado que el momento de inercia es aditivo, se puede descomponer el disco en partes. En los libros de Mecánica es frecuente encontrar tablas que dan el valor del momento de inercia de distintos cuerpos geométricos. En cada sección la masa que aparece en las descripciones es la de esta parte, por tanto la masa total de disco es la suma de estas masa.

A.- La llanta exterior, se aproximará a un toroide, circular o elíptico ( $I = m (R^2 + \frac{3}{4} a)$ ). (a es el área de la sección del toro y R el radio de la circunferencia formada por los centros de las secciones del toroide)

B.- La parte de sección decreciente. Es complicado, se trata de descomponer esta parte en cilindros elementales concéntricos e integrar entre radio del tronco central y el borde interno del toroide despreciando la parte del borde montada sobre él. (Se esboza en el anexo)

C.- El cilindro perforado central. ( $I = \frac{1}{2} m (R^2 - r^2)$ ), siendo R y r los radios mayor y menor de esta zona.

D.- Los discos planos de ajuste de peso... ( $I = \frac{1}{2} m (R^2 - r^2)$ ).

El primer problema, suponiendo que se disponga de un disco, es que es necesario conocer la masa de cada una de las partes, lo cual exigiría desmontar el aparato y su cálculo requiere alguna integración por encima del nivel de aquellos a quienes, en principio, se podría dirigir este trabajo.

### Método experimental (Figura 5)

Si se dispone de un disco puede verificarse el cálculo suspendiendo el disco por un cable corto y poniéndolo a oscilar, siempre con una pequeña separación inicial de la vertical. En este caso el disco se comportará como un péndulo compuesto y recordando que en un péndulo físico puesto a oscilar se cumple que el periodo

de oscilación:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mLg}} \Rightarrow I = \frac{mLgT^2}{4\pi^2}$$

La reducción al eje de simetría se hace por aplicación del teorema de Steiner que relaciona el momento de inercia de un sólido respecto a un determinado ( $I$ ) eje con el momento de inercia respecto a un eje paralelo a aquel que pasa por el centro de masas del cuerpo ( $I_0$ ) distante  $a$  de aquel, es decir  $I = I_0 + ma^2$ .

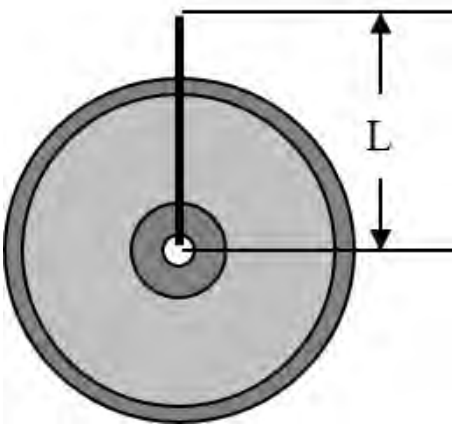


Fig. 5. Péndulo físico.

Se puede determinar  $I$  dejando oscilar el péndulo unas 20 veces, tomando el tiempo y obteniendo así el periodo que es el único dato que se precisa, y no es preciso desmontar el aparato.

No se insiste más en este punto, no obstante, su interés, porque escapa de lo que debe exigirse y explicarse en niveles no universitarios

En cualquier caso, si no se dispone del disco puede explicarse el método por ejemplo con unos cuantos CD unidos.

**Para saber más**

1. Reglas del lanzamiento de disco (2023) (tododeportes10.com)
2. <https://www.runnersworld.com/es/noticia-s-running/a32931049/lanzamiento-disco-ranking-petrificado-record-antiguos/>

3. BLOOMFIELD, LOUIS A. Ideas Aplicadas. Discos Voladores. *Investigación y Ciencia*. Junio 1999
4. FERNÁNDEZ-RAÑADA A. y otros. Física Básica. Alianza. Madrid 1993
5. GALBUSERA, MICHELE. Todas las reglas de los deportes. Atletismo. De Vecchi. Barcelona.1992
6. MERIAM, J.L. Mecánica. Reverté. Barcelona.1965.
7. CATALÁ DE ALEMANY, J. Física General. Saber. Valencia 1966

**Anexo: Cálculo analítico del momento de inercia de la zona B**

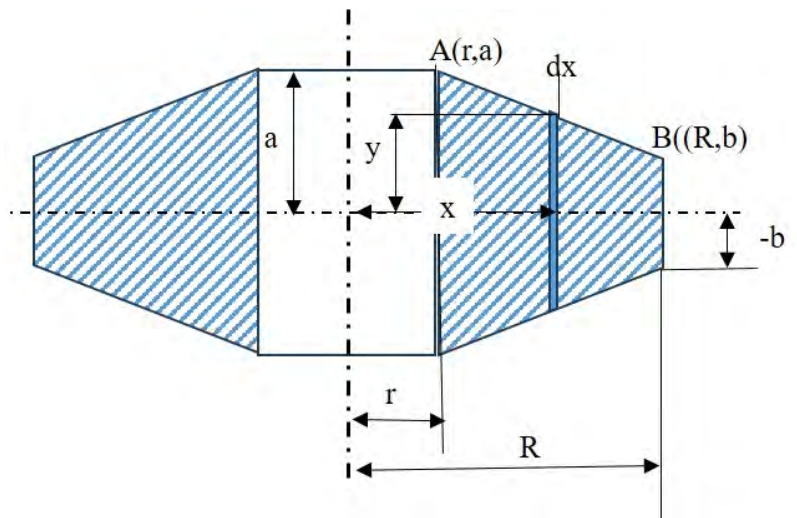


Fig. 6. Esquema no a escala de la sección decreciente del disco (Zona B).

La sección vertical de esta zona se representa en la figura 6 correspondiendo a la zona rayada, para su cálculo se descompondrá en un conjunto de cilindros huecos elementales de radio  $x$  y de espesor  $dx$ , y altura  $2y$  cuya masa es  $dm = \rho 2\pi 2y x dx = 4\pi \rho x y dx$  cuyo momento de inercia elemental es

$$dI = x^2 dm = x^2 4\pi \rho x y dx = 4\pi \rho y x^3 dx \quad \text{de modo que } m = 4\pi \rho \int_r^R x y dx \text{ y su momento de inercia } I = 4\pi \rho \int_r^R x^3 y dx.$$

Se trata ahora de expresar el valor de  $y$  en función de  $x$ , lo que puede hacerse utilizando la línea recta que pasa por AB cuya ecuación, conocidas las coordenadas de A y B es  $\frac{a-b}{r-R} = \frac{a-y}{r-x}$ ;  $a - y = \frac{(a-b)(r-x)}{r-R}$ ;  $y = a - \frac{(a-b)(r-x)}{r-R}$

$$m = 4\pi\rho \int_r^R \left( a - \frac{(a-b)(r-x)}{r-R} \right) x dx$$

operando y haciendo por comodidad  $\alpha = br - aR$ ;  $\beta = (a - b)$

se llega a la expresión reducida:

$$m = \frac{4\pi\rho}{r-R} \left[ \alpha \frac{x^2}{2} + \beta \frac{x^3}{3} \right]_r^R = \frac{4\pi\rho}{r-R} \left( \alpha \frac{R^2-r^2}{2} + \beta \frac{R^3-r^3}{3} \right) \quad (1)$$

Procediendo de igual modo,

$$I = 4\pi\rho \int_r^R \left( a - \frac{(a-b)(r-x)}{r-R} \right) x^3 dx = \frac{4\pi\rho}{r-R} \left( \alpha \frac{R^4-r^4}{4} + \beta \frac{R^5-r^5}{5} \right). \quad (2)$$

Despejando  $\rho$  en (1), supuesta conocida la masa de esta parte del aparato se obtiene el valor de esta magnitud que sustituida en (2) proporciona el valor del momento de inercia de esta parte del disco.

Se insiste en el problema práctico que para este cálculo implica el tener que desmontar el disco.

**José Antonio Martínez Pons**

*Grupo Especializado de Didáctica e Historia, común a las RSEF y RSEQ*

## ◆ Se necesita un cambio de contenidos tecnológicos para aprovechar las “nuevas” tecnologías

Pese a que hoy en día los alumnos disponen de dispositivos electrónicos, comúnmente su uso educativo se ve limitado por la falta de calidad o acceso sencillo a estos. A pesar del gran esfuerzo que realizan muchos profesores para generar recursos electrónicos, el trabajo realizado individualmente hace que estos no mejoren en cuanto a contenidos o apariencia.

Así como la Wikipedia desbancó a las grandes editoriales con el paso del papel a la electrónica esto no ha ocurrido en el ámbito académico. La falta de una plataforma adecuada, fragmentación de aulas virtuales, procesadores de texto, etc., dificultan este proceso. Sin embargo posiblemente el aspecto más limitante es la falta de actividades para que los alumnos apliquen y demuestren lo aprendido.

Para abordar esta necesidad, resulta fundamental contar con una plataforma colaborativa que reúna a numerosos educadores con el objetivo de desarrollar y perfeccionar recursos educativos de la más alta calidad. Esta plataforma posibilitaría una mejora constante y continua de estos recursos, culminando en la creación de una colección de materiales de excepcional calidad. Esta riqueza de recursos permitiría a tanto docentes como estudiantes liberarse de las tareas más rutinarias, permitiéndoles concentrarse en aspectos más enriquecedores de la educación, como prácticas innovadoras y proyectos más abiertos, fomentando así un entorno educativo más dinámico y en constante evolución.

Plataformas como *Khan academy* o el INTEF no cumplen completamente con las necesidades de los profesores a la hora de implementarlas en clase fácilmente. Sin centrarse en ninguna plataforma, algunas padecen de falta de ejercicios o prácticas, de textos escritos, de orden, materiales no editables, etc. Recientemente, proyectos como *Fisiquímicamente* responden a la necesidad de trabajar colaborativamente desarrollando materiales de una forma ordenada y atractiva visualmente. Sin



embargo, padece de falta de actividades y no resulta fácil de editar para adaptarlo por parte de cada uno.

Por todo esto, estoy intentando crear un portal en el que ir poco a poco cumpliendo con estos objetivos. Pese a la falta de estabilidad laboral que no me permite dedicarle mucho tiempo al proyecto he creado *eduvers.org*. El primer tema implementado es la a menudo confusa labor de nombrar los compuestos químicos. De esta forma se puede aprender nomenclatura química practicando y viendo los fallos que se cometen para mejorar más rápidamente. Mediante documentos *Word*, que es seguramente el archivo más comúnmente utilizado, se permiten crear materiales que se pueden mejorar y personalizar para cada caso en concreto.

Toda persona está invitada a sumarse a este proyecto y si, además, aporta su experiencia en el ámbito del desarrollo tecnológico, su contribución sería de un valor inestimable. Además de la creación de materiales educativos de texto, se puede participar en la creación de actividades autoevaluables. En el futuro espero que se pueda implementar un sistema de autenticación que permita realizar evaluaciones personalizadas y que los resultados lleguen de manera automatizada a los profesores, facilitando así un seguimiento más efectivo del progreso de los alumnos.

**Juan José Los Arcos**

*IES Sancho III El Mayor, Tafalla (Navarra)*  
*contact@eduvers.org*

### ◆ Enseñanza-aprendizaje de la estequiometría en educación secundaria mediante un juego de cartas

**Resumen:** Generalmente los estudiantes de secundaria encuentran muchas dificultades en el aprendizaje de la estequiometría. En el presente trabajo, se describe el diseño e implementación de una actividad de gamificación para trabajar la estequiometría y los cálculos estequiométricos en un aula de tercero de ESO. Mediante una evaluación previa

de contenidos, una prueba escrita final y un cuestionario de satisfacción tipo Likert, se ha observado que la gamificación como estrategia didáctica ha mejorado la motivación y percepciones de los estudiantes sobre su aprendizaje. Asimismo, se ha constatado que la intervención didáctica ha favorecido el trabajo en equipo promoviendo una actitud más positiva de los estudiantes en el aula.

**Palabras clave:** Gamificación, estequiometría, aprendizaje colaborativo, motivación.

### Introducción

La enseñanza de la estequiometría suele estar centrada en la resolución de ejercicios con, generalmente, poco trabajo experimental y limitado uso de variados recursos didácticos (Raviolo y Lerzo, 2015). Sin embargo, diversos autores ya han planteado que se requieren nuevos enfoques educativos y metodologías para poder realizar un aprendizaje significativo de la química, que desarrolle, precisamente, una comprensión de las estrategias de resolución de problemas (BouJaoude y Barakat, 2003). En el caso de resolver situaciones sobre estequiometría, hay que tener en cuenta que los cálculos estequiométricos implican la comprensión de conceptos como fórmula química, reacción química, ecuación química, reactivos y productos, subíndices y coeficientes estequiométricos (Raviolo y Lerzo, 2015). De hecho, la estequiometría es uno de estos temas en el que los estudiantes tienen mayores dificultades para su comprensión (Marcano, 2015) y de ahí su baja predisposición (Castelán y Hernández, 2009), lo que repercute en desmotivación y a la postre en un rendimiento académico pobre. Si el estudiante no es capaz de comprender adecuadamente los resultados de las mediciones cuantitativas con relación a los compuestos y reacciones químicas difícilmente avanzará hacia temas de mayor complejidad (Marcano, 2015).

De acuerdo con los autores Duit (2006) y Salermi (2006) la gamificación puede ser una estrategia adecuada si se pretende potenciar el aprendizaje activo de los discentes. En este sentido, la aplicación de juegos educativos presenta como ventajas el fomento de la

creatividad, autonomía y crecimiento personal, actitudes que normalmente no se trabajan lo suficiente en el modelo educativo actual y que son especialmente importantes en la enseñanza de las ciencias (Melo y Hernández, 2014). En la literatura puede encontrarse algunos ejemplos de aplicación de la gamificación en el ámbito de la enseñanza-aprendizaje de la química (Marcano, 2015; Quintanal, 2016; Tajuelo y Pinto, 2021).

En el presente trabajo se describe una experiencia piloto de gamificación en un aula de 3º de ESO, para abordar el tema de reacciones químicas y estequiometría, incluyendo un estudio exploratorio del nivel de satisfacción de los estudiantes y de las dificultades de aprendizaje que pudieran persistir en el grupo tras la propuesta didáctica.

### Metodología

El grupo de clase en el que se aplicó la gamificación estaba constituido por 26 estudiantes (14 de género femenino), configurándose cinco subgrupos de 5 estudiantes y uno de 6. Los estudiantes fueron asignados a dichos subgrupos por el profesor y se tuvo en cuenta la disposición del aula, para maximizar la interacción de los estudiantes.

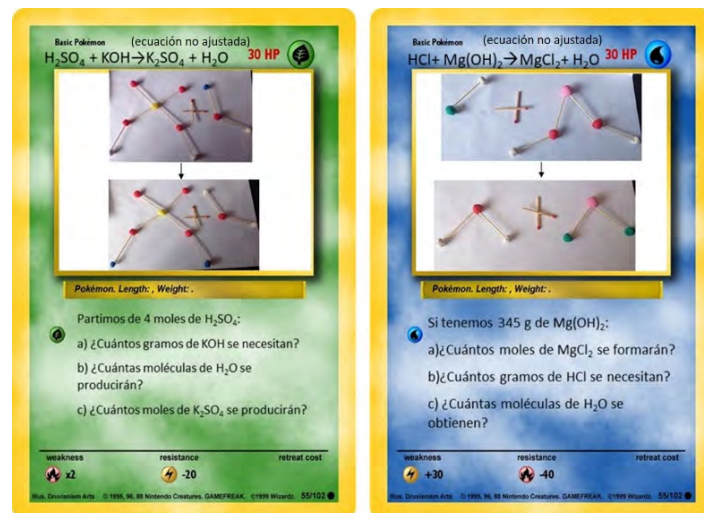
El tema de reacciones químicas y estequiometría se trabajó mediante una combinación de actividades, entre las que destacan el uso de simuladores, gamificación, experimentos de cátedra, etc. El presente artículo se centra en la estrategia de gamificación, en otras palabras, en el uso de un juego didáctico con la intención de facilitar de otra manera que los estudiantes fueran capaces de ajustar reacciones químicas por tanteo, representar las moléculas de las especies implicados y realizar, mediante factores de conversión, cálculos estequiométricos para calcular masas, número de moléculas o número de moles de las especies implicadas en una reacción química.

### Diseño del juego

A tenor de los propósitos anteriores se diseñó un juego de cartas teniendo en cuenta los siguientes factores: el bajo coste de preparación, los tiempos cortos del juego, la interacción social entre compañeros y la

práctica de habilidades tales como la resolución de problemas, la creatividad y la planificación.

El juego consta de un total de 16 cartas (ver ejemplo en la Figura 1), y en cada una de las cuales se recoge un problema de cálculos estequiométricos de diferente grado de dificultad (iniciación, medio, difícil).



**Fig. 1.** Ejemplo de cartas entregadas a los estudiantes.

Cada una de las cartas, véase Figura 1, muestra un encabezado que contiene la reacción química sin ajustar, una imagen central, en la cual figura la representación de las especies que intervienen, mediante un modelo de plastilina, y un problema de cálculos estequiométricos de tres apartados.

### Mecánica del juego

1. Se reparte a cada grupo un mazo de cartas, una hoja de respuestas entregable y se plantea el código de colores para cada uno de los elementos. Además, el profesor apuntará o proyectará en la pizarra el valor de las masas atómicas de cada uno de los elementos que intervienen en las reacciones.
2. Los miembros del grupo construirán con la plastilina, los átomos de los elementos implicados para poder representar las moléculas de reactivos y productos que intervienen en la reacción.
3. Un miembro del grupo sacará una carta del mazo. El grupo debe, en primer lugar, ajustar la reacción química de la tarjeta por tanteo, representando las moléculas de

reactivos y productos con los átomos de plastilina realizados.

4. Posteriormente, deben resolver el problema planteado y rellenar la ficha en la que indicarán la reacción química ajustada, un dibujo de las construcciones con las figuras de plastilina que representan la reacción química y el problema propuesto en la carta resuelto.
5. La ficha asociada a cada carta resuelta por el grupo puede utilizarse como instrumento de evaluación o bien dejar que los estudiantes se corrijan entre sí. En nuestro caso, se ha optado por proporcionarles las respuestas correctas una vez han terminado el ejercicio.
6. Se asignan los puntos de acuerdo con el nivel de dificultad de la carta de acuerdo con el criterio descrito en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Puntaciones del juego.

Nivel	Reacción bien ajustada	Representación molecular correcta	Resolución del problema: apartados bien resueltos		
			Uno	Dos	Tres
Iniciación	1	1	1	2	3
Medio	2	2	1	2	3
Avanzado	3	3	2	4	6

El equipo que consiga una mayor puntuación ganará la partida. La realización de la actividad y los resultados obtenidos en ella, en nuestro caso repercutió en la evaluación de la asignatura con un 25% en la nota correspondiente al trabajo en el aula.

#### Información recabada de los estudiantes

Una de las principales fuentes de información ha sido las respuestas proporcionadas por los estudiantes en el examen de evaluación de la asignatura, que se discutirán en el siguiente apartado. Estas respuestas se compararon con una tarea inicial anterior que sirvió para poder identificar potenciales problemas en la realización de cálculos estequiométricos. Ahora bien, para indagar más en la percepción y actitud de los estudiantes con respecto a las

actividades de gamificación, se diseñó un cuestionario ad hoc. Dicho cuestionario se divide en dos partes: 20 ítems, véase Tabla 2, dirigidos a recoger datos sobre la motivación (2, 7, 10, 11, 17 y 20), el aprendizaje colaborativo (1, 4, 8, 14 y 15), el aprendizaje individual (3, 9, 13, 16) y la metodología empleada (5, 6, 12, 18 y 19). Estos ítems se responden empleando una escala Likert de 5 opciones. Asimismo, se han añadido tres preguntas abiertas, relacionadas con los aspectos positivos y negativos de la actividad, así como la valoración en conjunto de ésta. Debe tenerse en cuenta que el cuestionario se ha diseñado con fines exploratorios, y consta en su mayoría de preguntas de elaboración propia, y algunas de ellas extraídas de la literatura, en especial aquellos ítems referidos al aprendizaje colaborativo y motivación (Fernández-Río et al., 2017).

#### Resultados y discusiones

##### *Análisis y comparación de la evaluación inicial y final*

Respecto a las respuestas de la prueba inicial, los estudiantes resolvieron el ejercicio en casa y sus respuestas se entregaron a través de *Google Classroom*. Cabe destacar que solo se recibieron 17 ejercicios de los 26 esperados, a pesar de que dicho ejercicio también computaba dentro del 25% asignado a las tareas de clase. La ausencia de estas respuestas no permitió conocer la situación inicial de los 9 estudiantes que no respondieron. Empero, sí se han analizado las respuestas al ejercicio proporcionado a los 26 estudiantes que se han presentado al examen final, señalando que solo dos estudiantes no completaron ninguno de los apartados del problema propuesto en la evaluación final.

En primer lugar, en la escritura y ajuste de reacción, la cuestión correspondiente a la prueba de evaluación ha sido respondido correctamente por 22 estudiantes (84,6%). Tan solo dos estudiantes no han sido capaces de ajustar la reacción correctamente pero sí han escrito correctamente la ecuación. Este hecho contrasta mucho con el resultado de la prueba inicial en el cual tan solo 6 estudiantes fueron capaces de ajustar la reacción química correctamente (23,1%). A priori podría plan-



tearse que la intervención didáctica ha podido influir positivamente en el aprendizaje de los estudiantes en lo referente al ajuste de reacciones químicas.

**Tabla 2.** Ítems del cuestionario tipo Likert proporcionado a los estudiantes referentes a los bloques de motivación, aprendizaje individual y metodología empleada.

Nº	Ítem
1	Se escuchan y respetan los puntos de vista de los compañeros dentro de los grupos
2	El juego ha resultado interesante
3	La actividad me ha ayudado a entender mejor los cálculos estequiométricos
4	Trabajando en los grupos formados he aprendido más que si hubiera trabajado individualmente
5	Las preguntas del examen están relacionadas con los contenidos que se han trabajado en la práctica
6	Los objetivos de la actividad son claros
7	Si se hicieran más juegos como éste, mi interés por la asignatura aumentaría
8	Considero más enriquecedor trabajar en los equipos de trabajo formados por el profesor que si los grupos se hubieran formado libremente
9	He aprendido mediante esta experiencia más que en una clase teórica
10	Creo que esta actividad es una pérdida de tiempo
11	Obtener una puntuación más alta en el juego me anima a superar al resto de los compañeros de otros grupos y a aprender más
12	La actividad me ha ayudado a preparar el examen de la asignatura
13	Estoy satisfecho con los resultados que he obtenido en el juego
14	El ambiente de la clase favorece el trabajo en grupo
15	Creo que mi participación dentro del grupo ha sido importante
16	Considero que juegos como este son muy necesarios para entender y practicar algunos temas de la asignatura
17	La actividad ha hecho que me resulte más atractiva la asignatura
18	Me gustaría hacer actividades de este tipo en otras materias o temáticas dentro de la misma asignatura
19	El uso de los modelos de plastilina para representar la ruptura y formación de enlaces en una reacción química me ha ayudado a comprender esto mejor que la clase teórica
20	Durante el juego, he sentido que tanto mis compañeros/as como yo estábamos implicados/as en resolver los problemas planteados

Posteriormente, se compararon las respuestas relacionadas con el cálculo de las masas moleculares. Un total de 10 estudiantes (38,5%), durante el examen, fueron capaces de calcular las masas moleculares de todos los

compuestos y expresar el resultado con las unidades correctas, mientras que en la prueba inicial tan solo lo hicieron 8 estudiantes (30,8%). A la vista de estos resultados se comprueba que un mayor número de estudiantes han conseguido calcular correctamente las masas moleculares de los compuestos implicados, después de realizar la intervención didáctica, si bien no se trata de un incremento tan acusado.

Tanto en la prueba de evaluación final como en la evaluación inicial se observan prácticamente las mismas dificultades de aprendizaje:

- Ausencia o imprecisión a la hora de expresar las unidades. En el examen final se obtuvieron 4 respuestas de este tipo (15,4%), mientras que en la tarea inicial solo hubo una (3,8%).
- Errores de tipo matemático derivados de multiplicar de manera incorrecta los subíndices de las especies. En el examen se recogieron 3 respuestas de este tipo (11,5%), mientras que en la actividad inicial fueron 5 estudiantes (19,2%) los que utilizaron este procedimiento.
- En el examen final hubo 4 respuestas en blanco (15,4%) mientras que en la prueba inicial este número llegó a duplicarse (9 respuestas, 34,6%).

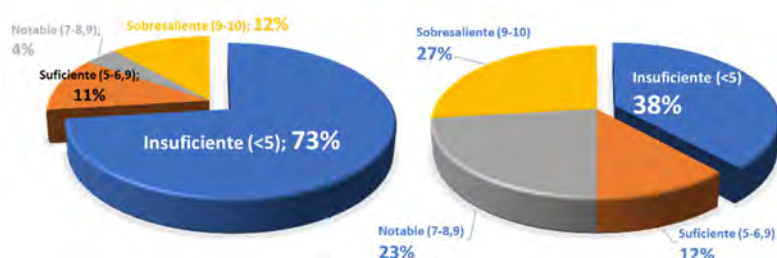
En los apartados correspondientes a la realización de cálculos estequiométricos durante la actividad inicial, se observa que tan solo 3 estudiantes (11,5%) fueron capaces de responder correctamente y con sus unidades. Este número tan bajo de aciertos ha sido uno de los motivos para aplicar la gamificación dentro del aula, como metodología alternativa para lograr que el alumnado aprenda a realizar los cálculos estequiométricos.

En cuanto a las cuestiones del examen referentes a dicho aspecto, a pesar de que se aprecia cierta mejoría en los resultados con respecto a la evaluación previa, sin llegar a ser una mayoría, se pudieron apreciar la persistencia de las siguientes dificultades:

- Errores en el empleo de la masa molecular. Se calcula de manera incorrecta o se emplea la masa molecular de otra sustancia.
- Confusión en la utilización de los factores de conversión, ya sea por inversión de alguno de los términos o por incapacidad de plantearlo.

En la Figura 2 se representa la distribución de calificaciones de la prueba inicial y final.

A la vista de la Figura 2, en la evaluación inicial se puede observar que tan solo un 37% de los estudiantes sabía resolver correctamente, al menos, la mitad de los apartados de un problema típico, con una calificación promedio de 3,0. Esto contrasta con los resultados del examen final donde dicho porcentaje llega casi a duplicarse (un 62%), con un aumento de 2,6 puntos respecto a la calificación promedio de la evaluación inicial, por lo que podríamos interpretar que la intervención didáctica ha sido positiva, con un incremento muy importante en el aumento de las respuestas correctas en el ajuste de reacción. No obstante, un 35% de estudiantes no completó el ejercicio de evaluación inicial y por tanto los datos deben tomarse con cautela. En este sentido, si se puede destacar que durante la prueba de evaluación se ha reducido el número de respuestas en blanco con respecto a la entrega del ejercicio inicial, lo que pudiera ser debido a un aumento de la motivación, ya que algunos estudiantes, que no habían participado en la prueba inicial sí han intentado responder a algunos apartados del examen final.



**Fig. 2.** Calificaciones obtenidas en la evaluación inicial (izda.) y final (dcha.).

### **Análisis de las respuestas del cuestionario de satisfacción (escala Likert)**

A tenor de las respuestas relativas a las percepciones del alumnado respecto a su motivación, hay que decir que ningún alumno/a considera que la actividad ha sido relevante para ellos, pero tampoco la valora como una pérdida de tiempo (véase Tabla 2, ítem 10). Asimismo, en todas las cuestiones de este bloque de preguntas, prácticamente ningún alumno/a presenta una actitud desfavorable.

De hecho, cabe destacar que se observa una mayoría (72%) en el ítem 20, relativa al compromiso y responsabilidad de los estudiantes a la hora de realizar la actividad, lo que ha podido contribuir a un aumento del interés por la asignatura, tal y como se desprende de la sentencia 7, la cual ha sido valorada por un 68% de los estudiantes de manera positiva. Aproximadamente la mitad de los estudiantes (52%) señalan que la competitividad con los otros equipos (pregunta 11) ha reforzado positivamente su aprendizaje, aunque también existe un porcentaje a tener en cuenta (36%) que mantiene una posición neutral respecto a esta cuestión. En este sentido, se observa una tendencia similar en la cuestión 17, en la cual un 48% de los encuestados afirma que la actividad les ha ayudado a modificar de manera positiva la visión de la asignatura, aunque un 44% afirman que ésta no se ha visto modificada en ningún aspecto y que su interés por la física y química no ha aumentado, pero tampoco ha disminuido, cuestión nada baladí.

Con relación a las percepciones sobre el trabajo en equipo, destaca que en todos los grupos (92%) se han respetado los puntos de vista de todos los componentes del equipo y que una mayoría de los encuestados (68%) sienten que su aportación dentro de los grupos ha sido correcta e importante, con ausencia total de respuestas desfavorables en ambas cuestiones.

De la misma manera, se ha comprobado que una mayoría de alumnos/as (48%) señala que el ambiente de la clase es el adecuado para la realización de este tipo de actividades, mas existe un porcentaje relevante de estudiantes (40%) que no son capaces de dar una valoración ni positiva ni negativa al respecto de esta cuestión. Estos resultados pueden convertirse en un aspecto relevante relacionado con que el 68% de los encuestados afirme que prefiera trabajar la actividad colaborativamente y no de forma individual, si bien casi la cuarta parte del alumnado (24%) no muestra ninguna preferencia especial hacia el trabajo en equipo.

Acerca del grado de conformidad con los equipos formados por el profesor de la

asignatura, mientras que la mitad del alumnado (48%) afirma que no tiene preferencias a la hora de formar los grupos, un porcentaje bastante relevante (32%) sostiene que ellos hubieran preferido formar los grupos de trabajo.

Con respecto a las percepciones individuales del estudiantado acerca de su aprendizaje individual (cuestiones 3, 9,13 y 16) y de la metodología educativa empleada (ítems 5, 6, 12,18 y 19), la mayoría de ellos (88%) indica que el empleo de este tipo de juegos resulta muy positivo para el aprendizaje y la comprensión de conceptos dentro de la propia asignatura (ítem 16). Este resultado es coherente con la pregunta 18, en la cual un 92% de los estudiantes afirman que les gustaría realizar experiencias de gamificación en otras materias o en otras temáticas dentro de la misma asignatura, existiendo una ausencia total de respuestas negativas a dicha cuestión.

Un 64% de los alumnos/as consideró que los objetivos que planteaba la actividad eran claros (ítem 6), mientras que un 8% de las respuestas apuntan que algunos estudiantes, aunque sean una pequeña minoría, tuvieron dificultades a la hora de comprender qué se buscaba en la actividad. Este resultado está en consonancia con la satisfacción de los resultados obtenidos (cuestión 13), según los cuales una mayoría de los estudiantes (66%) se siente satisfecha con los resultados obtenidos, mientras que tan sólo un 8% no está conforme con su desempeño en la actividad.

En lo relativo a los resultados académicos, se observa que una mayoría de los discentes (71%) afirma que el uso de los modelos de plastilina para representar la ruptura y formación de enlaces en una reacción química, les ha ayudado a comprender este proceso inherente a las reacciones químicas, mejor que la clase teórica (pregunta 19), y que casi la mitad de los estudiantes (48%) sostiene que la actividad les ha ayudado a comprender mejor la realización de los cálculos estequiométricos (pregunta 3). Estas respuestas están de acuerdo con la pregunta 9, en la cual un 56% de los estudiantes afirman que han sentido que su grado de aprendizaje ha sido mayor que el obtenido en

una clase más tradicional, a pesar de que hay un 12% que se decantan más por esta última.

Por último, es necesario destacar que a la vista de los resultados de las preguntas 5 y 12, sorprendentemente, la mayoría de los estudiantes no ha sido capaz de establecer ningún tipo de relación entre los problemas planteados en el juego y el ejercicio propuesto en la prueba de evaluación escrita. Y esto claramente hay que mejorarlo puesto que si nos referimos a las repercusiones a la hora de preparar el examen (ítem 12), un 36% de los estudiantes considera que la actividad no ha tenido ningún tipo de repercusión. De hecho, un 40% de los alumnos/as piensa que los contenidos trabajados durante la gamificación no parecen tener relación con los contenidos evaluados en el examen (cuestión 5); solamente alrededor de la tercera parte del alumnado (32%) sí considera que las cuestiones planteadas en la actividad guardaban relación con aquellos evaluados en el examen.

### ***Análisis de las respuestas a las preguntas abiertas***

Con referencia a los aspectos positivos de la experiencia de gamificación, se muestra que los aspectos más valorados han sido: la utilización de la plastilina para la representación de los modelos (32%), junto con el trabajo en equipo con otros estudiantes en lugar del aprendizaje individual (32%), y que ha supuesto una forma más divertida y eficaz de aprender (28%).

Sobre los aspectos de mejora de la propia actividad, la respuesta más repetida es la demora en la preparación de los materiales (28%), seguida por la elección de los equipos (16%) ya que los alumnos/as preferirían haberlos configurado ellos mismos, disminuir la dificultad de los ejercicios (16%) así como extender el número de sesiones para realizar la actividad (8%).

La última cuestión abierta pretendía que los estudiantes autoevaluaran la actividad con una nota numérica. En general, las calificaciones proporcionadas por los estudiantes, un 82%, valoran la actividad con una calificación igual o superior a 5, con un promedio global de 7,7.



## Conclusiones

En este trabajo se ha presentado una experiencia de aprendizaje basada en un juego didáctico para abordar aspectos fundamentales de la estequiometría, tales como ajustar reacciones químicas o relacionar diferentes cantidades de reactivos o productos.

Tras llevar el juego a la práctica, se ha podido comprobar el desempeño de los estudiantes en un problema típico planteado en la prueba de evaluación, estableciendo una comparación con una prueba inicial a dicha experiencia, observándose una mejoría en la expresión y ajuste de ecuaciones químicas, que ha repercutido en que una mayoría de estudiantes (84,6% del total) hayan sido capaces de responder correctamente a esa cuestión. Con respecto a la realización de los cálculos que relacionan distintas magnitudes ha existido un ligero aumento de respuestas correctas, si bien, este ha sido menos acusado que en el caso anterior y hay que seguir trabajando en esta línea.

A través de la lectura de los cuestionarios de satisfacción, se ha identificado, como se esperaba, que muchos de los estudiantes prefieren el aprendizaje colaborativo frente al individual, dado que el ambiente es favorable para este tipo de trabajo. De igual manera se percibe un aumento de la motivación de los alumnos/as, incidiendo en que un 40%, estiman que se ha modificado de manera positiva su visión hacia la asignatura de Física y Química.

Por último, se ha observado un aumento en las calificaciones de la prueba final de evaluación respecto a los resultados de la prueba inicial. De todas maneras, no es posible determinar si se debe a la gamificación per se, o a la combinación de actividades y lecciones magistrales en su conjunto. Por lo tanto, es necesario plantear un diseño experimental más riguroso teniendo en cuenta un grupo de control y un grupo experimental para investigar en profundidad el impacto de la estrategia empleada en el rendimiento académico de los estudiantes. No obstante, los autores del presente trabajo creen que la experiencia descrita puede ser un ejemplo interesante, aunque mejorable, para

los docentes de química de cara a facilitar el aprendizaje de las reacciones químicas y los cálculos estequiométricos respectivos.

## Referencias

BouJaoude, S. y Barakat, H. (2003). Students' problem-solving strategies in stoichiometry and their relationships to conceptual understanding and learning approaches. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, 7(3).

Duit, R. (2006). La investigación sobre la enseñanza de las Ciencias. Un requisito imprescindible para mejorar la práctica educativa. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(30), 741-770.

Fernández-Rio, J., Cecchini, J., Méndez-Giménez, A., Méndez-Alonso, D. y Prieto Saborit, J. (2017). Diseño y validación de un cuestionario de medición del aprendizaje cooperativo en contextos educativos. *Anales de Psicología*, 33, 680-688.

Fernández González, J. y Elortegui Escartín, N. (1996). Qué piensan los profesores de cómo se debe enseñar. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 14(3), 331-342.

Marcano Godoy, K. A. (2015). Aplicación de un juego didáctico como estrategia pedagógica para la enseñanza de la estequiometría. *Revista de Investigación*, 39(84), 181-204.

Melo Herrera, M. y Hernández Barbosa, R. (2014). El juego y sus posibilidades en la enseñanza de las ciencias naturales. *Innovación educativa*, 14 (66), 4164.

Quintanal Pérez, F. (2016). Gamificación y la Física–Química de Secundaria. *Education in the Knowledge Society*, 17(3), 13-28.

Salemi, M. (2006). An Illustrated Case for Active Learning. *Southern Economic Journal*, 68(3), 721-731.

Tajuelo L. y Pinto G. (2021) Un ejemplo de actividad de escape room sobre física y química en educación secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(2), 2205.

Velázquez Alonso, M. (2019) *Lego Reacciones Químicas. BioUp: El Blog de Marta Velázquez Alonso*, consultado a 20 de mayo de 2022, en la URL:

<https://bioweird.wixsite.com/blogmartavelazquez/fisica-y-quimica>.

**María Gómez Fernández**

*IES Juan Gris de Móstoles, Madrid.*

*maria.gomez.f1212@gmail.com*

**Juan Peña Martínez**

*Departamento de Didáctica de las Ciencias*

*Experimentales, Sociales y Matemáticas.*

*Facultad de Educación – Centro de Formación del*

*Profesorado, Universidad Complutense de*

*Madrid. jpe01@ucm.es*

### ◆ Año Internacional de la Ciencia y la Tecnología Cuántica

El 19 de mayo de este año, el Consejo Ejecutivo de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) adoptó por aclamación la iniciativa promovida por un grupo de 59 países de las diferentes regiones del mundo, encabezado por México, para declarar 2025 como el Año Internacional de la Ciencia y Tecnología Cuántica (IYQ2025, por sus siglas en inglés).



**AÑO INTERNACIONAL DE LA  
Ciencia y Tecnología  
Cuántica**

Los siguientes pasos son la preparación del proyecto para la Asamblea General de la ONU; la proclamación formal (estimada para febrero de 2024) y después, en el transcurso de ese mismo año, la preparación y organización de eventos y actividades, para en enero de 2025, dar el lanzamiento del año en la sede de la UNESCO, en París. Sin duda, esto significará una

gran oportunidad para la enseñanza y divulgación de un capítulo tan importante de la física moderna, y que ha alumbrado tantas aplicaciones tecnológicas. Para conocer más del tema y estar atento a las novedades, la dirección web es:

<https://quantum2025.org/es/>

**Gabriel Pinto**

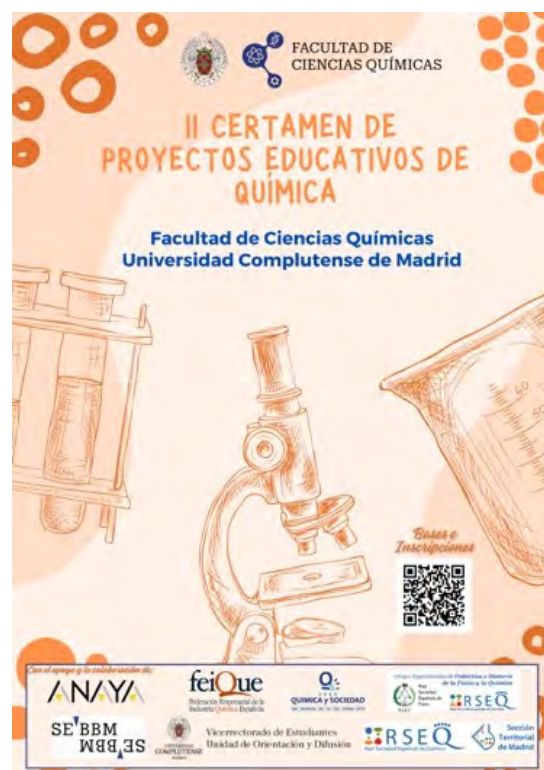
*Universidad Politécnica de Madrid*

*G. E. de Didáctica e Historia, RSEF-RSEQ*

### ◆ II Certamen de Proyectos Educativos de Química en la Universidad Complutense de Madrid

Organizado por la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Complutense de Madrid y que cuenta con el apoyo del GEDH, entre otras entidades. Se dirige a grupos de docentes y estudiantes de Secundaria y Bachillerato para la presentación de proyectos y actividades relacionadas con la química y disciplinas afines. La inscripción finaliza el 16 de febrero de 2024.

Más información: <https://short.upm.es/boms7>



**Belén Yélamos López**

*Facultad de Ciencias Químicas de la  
Universidad Complutense de Madrid.*

## 1 LA QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS

La nutrición es un campo de la ciencia que estudia los procesos por los cuales un organismo biológicamente activo utiliza y asimila los alimentos. Esto es resultado de la integración de procesos bioquímicos y fisiológicos, por los cuales los nutrientes contenidos en el alimento contribuyen a que el organismo crezca y se desarrolle adecuadamente, manteniendo su integridad estructural y funcional. En este proyecto, un grupo de alumnas de 1º de bachillerato de ciencias del IES Alba Plata de Fuente de Cantos (Badajoz) determina de forma cualitativa la presencia de biomoléculas en los alimentos. de investigación determinaremos la presencia de moléculas de interés biológica en los alimentos.

Para la realización del trabajo se seleccionaron 15 muestras de alimentos de uso cotidiano y se analizaron mediante diferentes pruebas, la presencia de biomoléculas orgánica: carbohidratos, lípidos, proteínas y vitaminas. Las muestras objeto de estudio fueron: huevo (clara y yema), cebolla, patata, zumo de naranja, salchicha, zanahoria, pan de molde, tomate, limón, sardina en lata, queso fresco, leche, jamón de york y manzana. Se seleccionaron alimentos con funciones formadoras, energéticas y reguladoras de los 6 grupos de alimentos.

Las muestras sólidas fueron cortadas en porciones pequeñas y trituradas con un mortero. Para facilitar su trituración y la extracción de los compuestos se añadió agua en el mortero y en algunos casos un poco de ácido.

Para poder determinar la presencia de hidratos de carbono se realizaron la prueba de Fehling y Lugol (Moreno Jaramillo, 2009).

*La prueba de Fehling nos permite determinar la presencia de azúcares reductores.* Este carácter reductor puede ponerse de manifiesto por medio de una reacción redox llevada a cabo entre ellos y el sulfato de Cobre (II). Las soluciones de esta sal tienen color azul. Tras la reacción con el glúcido reductor se forma óxido de Cobre (I) de color rojo. De este modo, el cambio de color indica que se ha producido la

citada reacción y que, por lo tanto, el glúcido presente es reductor.

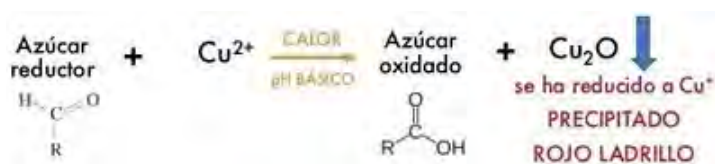


Fig. 1. Prueba de Fehling.

Para la determinación de dichos azúcares reductores ponemos en una gradilla 15 tubos de ensayos cada uno de ellos perfectamente identificado. A cada uno de los tubos se le añadió 1 ml de la muestra a estudiar. A continuación, añadimos 1 ml de solución de Fehling A y 1 ml de Fehling B y calentamos al baño maría hasta ebullición. Para finalizar, observamos si había tenido lugar algún cambio de color. La reacción será positiva si la muestra se vuelve de color rojo y será negativa si queda azul o cambia a un tono azul-verdoso.

La prueba de lugol nos permite determinar la presencia de almidón en los alimentos. El almidón es un polisacárido vegetal formado por dos componentes: la amilosa y la amilopectina. La primera se colorea de azul oscuro en presencia de yodo debido no a una reacción química sino a la adsorción o fijación de yodo en la superficie de la molécula de amilosa, lo cual sólo ocurre en frío. Como reactivo se usa una solución denominada lugol que contiene yodo y yoduro potásico (5 g de  $\text{I}_2$  y 10 g de KI diluidos con 85 ml de agua destilada). La reacción será positiva si la muestra se vuelve de violeta oscuro y será negativa si queda de color amarillo.

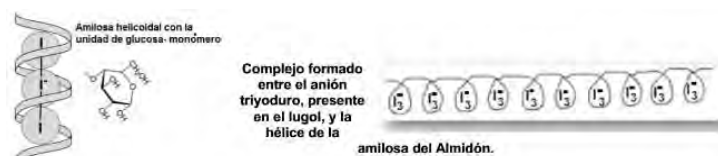


Fig. 2. Prueba de lugol.

Para la determinación de polisacáridos ponemos en una gradilla 15 tubos de ensayos cada uno de ellos perfectamente identificado. A cada uno de los tubos le añadimos 1 ml de la muestra a estudiar y a continuación adicionamos 7 u 8 gotas de la disolución de lugol y agitamos. Para finalizar, observamos si ha tenido lugar algún cambio de



color. La reacción será positiva si la muestra se vuelve de color azul-negro y será negativa si queda amarillo. En las muestras sólidas se añadió directamente el lugol como ensayo paralelo al realizado en disolución.

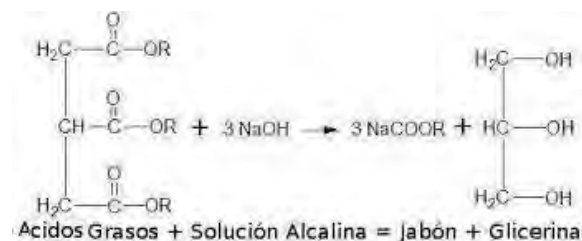
En lo que respecta a la determinación de lípidos se llevó a cabo por tres métodos diferentes. En este trabajo realizaremos la prueba de Sudán III, de solubilidad y de saponificación (Moreno Jaramillo A., 2009).

El Sudán III es un colorante que se utiliza para detectar específicamente las grasas, porque es insoluble en agua y en cambio es soluble en las grasas. Para su determinación ponemos en una gradilla dos líneas o bloques de tubos cada una de ellas con 15 tubos de ensayos perfectamente identificados. A cada uno de los tubos le añadimos 2 ml de la muestra a estudiar y añadimos 4 o 5 gotas de solución alcohólica de Sudán III en una de las líneas y en la otra línea añadimos 4-5 gotas de tinta roja. Agitamos y dejamos reposar. Si toda la muestra se teñía, se trataba de una muestra con grasa; si la tinta se iba al fondo y la muestra no se teñía, es que no tenía grasas. En las muestras sólidas se añadió directamente el sudan III como ensayo paralelo al realizado en disolución.

Los lípidos son insolubles en disolvente polares, de tal manera, que cuando se agitan fuertemente el lípido se separa en pequeñísimas gotitas formando una "emulsión" de aspecto lechoso, que es transitoria, pues desaparece en reposo. Por el contrario, las grasas son solubles en los llamados disolventes orgánicos apolares. Para su determinación ponemos en una gradilla ponemos dos líneas o bloques de tubos cada una de ellas con 15 tubos de ensayos perfectamente identificados. A cada uno de los tubos le añadimos 2 ml de la muestra a estudiar. A continuación, añadimos 2 ml de tolueno en una de las líneas y en la otra línea añadimos 2 ml de agua. Agitamos y dejamos reposar. Si toda la muestra se ha disuelto en benceno es que contiene grasa, y si se disuelve totalmente en agua es que no contiene grasas.

Las grasas reaccionan en caliente con el hidróxido sódico o potásico descomponiéndose en los dos elementos que la forman: glicerina y los ácidos grasos. Estos se combinan con los iones

sodio o potasio del hidróxido para dar jabones, que son en definitiva las sales sódicas o potásicas de los ácidos grasos.



**Fig. 3.** Prueba de saponificación.

Para su determinación ponemos en una gradilla 15 tubos de ensayos cada uno de ellos perfectamente identificado. A cada uno de los tubos le añadimos 2 ml de la muestra a estudiar, 2 ml de una solución de hidróxido sódico al 20 %, agitamos enérgicamente y colocamos los tubos al baño María de 20 a 30 minutos. Transcurrido este tiempo, observamos si se habían formado 3 fases o capas: la capa inferior clara, que contiene la solución de NaOH sobrante junto con la glicerina formada; la superior amarilla de aceite no utilizado, y la intermedia, de aspecto grumoso, que es el jabón formado.

Para saber si un alimento contiene proteínas realizamos la prueba de coagulación de proteínas, la prueba de Biuret y la prueba de xantoproteínas (Moreno Jaramillo, 2009).

Las proteínas, debido al gran tamaño de sus moléculas, forman con el agua soluciones coloidales. Estas soluciones pueden precipitar con formación de coágulos al ser calentadas a temperaturas superiores a los 70°C o al ser tratadas con soluciones salinas, ácidos, alcohol, etc. La coagulación de las proteínas es un proceso irreversible y se debe a su desnaturalización por los agentes indicados, que al actuar sobre la proteína la desordenan por la destrucción de su estructura terciaria y cuaternaria. Para su determinación ponemos en una gradilla 15 tubos de ensayos cada uno de ellos perfectamente identificado. A cada uno de los tubos le añadimos 2 ml de la muestra a estudiar. A continuación, calentamos los tubos al baño María y adicionamos 2 ml de HCl concentrado. Si la

muestra se vuelve insoluble y tiene como pequeños grumos nos indica que la muestra contiene proteínas.

Entre las reacciones coloreadas específicas de las proteínas, que sirven por tanto para su identificación, destaca la reacción del Biuret. Esta reacción la producen los péptidos y las proteínas, pero no los aminoácidos ya que se debe a la presencia del enlace peptídico CO-NH que se destruye al liberarse los aminoácidos. El reactivo del Biuret lleva sulfato de Cobre(II) y sosa, y el Cu, en un medio fuertemente alcalino, se coordina con los enlaces peptídicos formando un complejo de color violeta (Biuret) cuya intensidad de color depende de la concentración de proteínas. Los iones cúpricos forman un complejo de coordinación con los pares de electrones no compartidos del N, presentes en los aminoácidos de las proteínas. La intensidad de coloración es directamente proporcional a la cantidad de proteínas (Fernández Reyes y Galván Cejudo, ).

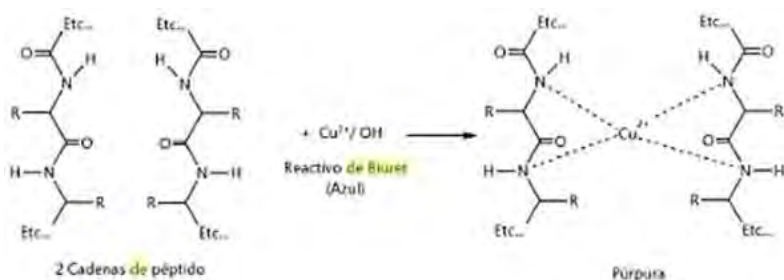


Fig. 4. Prueba de Biuret.

Para su determinación ponemos en una gradilla 15 tubos de ensayos cada uno de ellos perfectamente identificado. A cada uno de los tubos le añadimos 4-5 gotas de solución de CuSO<sub>4</sub> al 1% y 3 ml de solución de NaOH al 20%. Agitamos el tubo para que se mezcle bien y observamos los resultados.

Algunos compuestos aromáticos reaccionan con ácido nítrico, generándose compuestos nitro y nitroso de color amarillo. Estos compuestos en medio básico generan un color amarillo-naranja intenso. Los aminoácidos tirosina y triptófano dan resultados positivos a este ensayo, mientras la fenilalanina no reacciona a pesar de tener un anillo bencénico en su estructura.

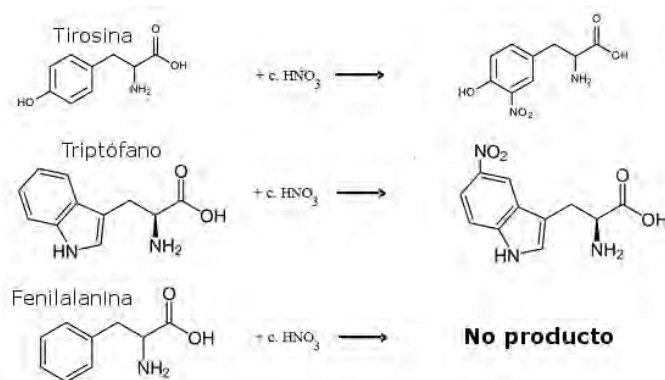


Fig. 5. Prueba de Xantoproteínas.

Para su determinación ponemos en una gradilla 15 tubos de ensayos cada uno de ellos perfectamente identificado. A cada tubo le añadimos 0,5 ml de la muestra y 0,5 ml de ácido nítrico concentrado. Posteriormente calentamos los tubos a baño María por 3 minutos y dejamos enfriar. A continuación, se añadieron 2 ml de una disolución de hidróxido de sodio al 10%, observándose un precipitado de color blanco que se redisolvió dando un color amarillo intenso. La formación de color se toma como ensayo positivo (Quimifácil, 2019).

En lo que respecta a los resultados obtenidos en dicho estudio se encuentra recogidos en la Tabla 1, 2, y 3.

En la tabla 1 se encuentran recogidos los resultados obtenidos de la determinación de carbohidratos. Tras su análisis podemos observar que solo 4 de los alimentos estudiados presentan polisacáridos (almidón) y son: la salchicha, la pechuga de pavo, el pan y la patata. De las 4 muestras la que presentó una coloración menor fue la de salchicha.

Respecto a la presencia de glúcidos o azúcares reductores podemos observar que solo 4 alimentos no contienen, y son: la patata, la sardina y el huevo (yema y clara). La cebolla presenta glucosa, fructosa y sacarosa. La salchicha presenta dextrosa (glucosa) que es un monosacárido. La leche y el queso presentan lactosa que es un disacárido formado por la unión de una molécula de glucosa y otra de galactosa. La manzana, presenta fructosa, glucosa y galactosa. El tomate contiene fructosa y galactosa. El limón y la zanahoria y la naranja

presentan fructosa, glucosa y sacarosa. El fiambre de pavo, presenta dextrosa (glucosa) y fécula de patata (almidón).

**Tabla 1.** Resultados de las pruebas de determinación de carbohidratos.

ALIMENTOS	PRUEBA DE FEHLING	PRUEBA DE LUGOL
Leche	Positivo	Negativo
Queso fresco	Positivo	Negativo
Salchicha	Positivo	Positivo
Cebolla	Positivo	Negativo
Zuma de naranja	Positivo	Negativo
Pan	Positivo	Positivo
Patata	Negativo	Positivo
Clara de Huevo	Negativo	Negativo
Yema de Huevo	Negativo	Negativo
Manzana	Positivo	Negativo
Tomate	Positivo	Negativo
Limón	Positivo	Negativo
Sardina en lata	Negativo	Negativo
Pechuga de pavo (fiambre)	Positivo	Positivo
Zanahoria	Positivo	Negativo

En la tabla 2 se encuentran recogidos los resultados obtenidos de la determinación de lípidos. En algunas de las pruebas fue necesario hacer algunos tratamientos previos al ensayo para poder trabajar mejor con la muestra (calentamientos...). Tras su análisis podemos observar que la cebolla, el zumo de naranja, la patata, clara de huevo, manzana, tomate, limón y zanahoria no presentan lípidos. Las muestras de pan, salchicha y pechuga de pavo eran un poco dudosas. Hemos podido comprobar en bibliografía que contienen lípidos, pero es posible que al disolverlo solo en agua no hayamos podido acceder a todo el contenido graso. Para facilitar la extracción adicionamos un poco de alcohol.

**Tabla 2.** Resultados de las pruebas de determinación de lípidos.

ALIMENTOS	PRUEBA SUDAN III	PRUEBA DE SOLUBILIDAD	PRUEBA DE SAPONIFIC.
Leche	Positivo	Positivo	Positivo
Queso fresco	Positivo	Positivo	Positivo
Salchicha	Positivo	Positivo* <sup>1</sup>	Positivo* <sup>2</sup>
Cebolla	Negativo	Negativo	Negativo
Zuma de naranja	Negativo	Negativo	Negativo
Pan	Positivo	Positivo * <sup>1</sup>	Negativo
Patata	Negativo	Negativo	Negativo
Clara de Huevo	Negativo	Negativo	Negativo
Yema de Huevo	Positivo	Positivo	Positivo
Manzana	Negativo	Negativo	Negativo
Tomate	Negativo	Negativo	Negativo
Limón	Negativo	Negativo	Negativo
Sardina en lata	Positivo	Positivo	Positivo
Pechuga de pavo (fiambre)	Positivo	Positivo	Positivo* <sup>2</sup>
Zanahoria	Negativo	Negativo	Negativo

\*1 Repetimos el experimento con varios disolventes de baja polaridad, porque no estaba muy claro (se formaba como una fase intermedia).

\*2 Tuvimos que hacer varios ensayos con diferentes cantidades de NaOH.

En la tabla 3 se encuentran recogidos los resultados obtenidos de la determinación de proteínas. Tras su análisis, podemos observar que según la prueba de Biuret, de coagulación y xantaproteína 7 alimentos no presentan proteínas en su composición y son: la cebolla, el zumo de naranja, la patata, la manzana, el tomate, el limón y la zanahoria. Un huevo contiene proteína, repartida entre la clara y la yema. En la clara se encuentran las proteínas ovoalbúmina, ovomucina y lisozima; el resto de la proteína se encuentra en la yema en forma de lipoproteínas. La leche y el queso presentan principalmente caseínas, pero también contienen, aunque en un menor porcentaje, lactoglobulina, lactoalbúmina, albúmina sérica, inmunoglobulinas glicomacropép-



tidos entre otras. La salchicha presenta aminoácidos como el ácido aspártico, ácido glutámico, alanina, arginina, cistina, fenilalanina, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, prolina, serina, tirosina... En ocasiones, las salchichas Frankfurt se emplea carne con mucho tejido conjuntivo (componente mayoritario de tendones, cartílagos, nervios...) rico en una proteína denominada colágeno. El pan presenta proteínas de gluten, como gliadinas, gluteninas, albuminas y globulinas.

**Tabla 3.** Resultados de las pruebas de determinación de proteínas.

ALIMENTOS	PRUEBA DE COAGULACIÓN	PRUEBA DE BIURET	PRUEBA DE XANTOPROTEINA
Leche	Positivo	Positivo	Positivo
Queso fresco	Positivo	Positivo	Positivo
Salchicha	Positivo	Positivo	Positivo
Cebolla	Negativo	Negativo	Negativo
Zuma de naranja	Negativo	Negativo	Negativo
Pan	Positivo	Positivo	Positivo
Patata	Negativo	Negativo	Negativo
Clara de Huevo	Positivo	Positivo	Positivo
Yema de Huevo	Positivo	Positivo	Positivo
Manzana	Negativo	Negativo	Negativo
Tomate	Negativo	Negativo	Negativo
Limón	Negativo	Negativo	Negativo
Sardina en lata	Positivo	Positivo	Positivo
Pechuga de pavo (fiambre)	Positivo	Positivo	Positivo
Zanahoria	Negativo	Negativo	Negativo

Tras analizar la presencia de biomoléculas en diferentes alimentos podemos sacar como conclusión de que nos encontramos con alimentos muy completos nutricionalmente. Tener información o conocer de la composición de los alimentos que ingerimos es de suma importancia sobre todo por el elevado número de intolerancias y alergias alimentarias. Algunas etiquetas aportan poca información sobre la composición del alimento o

ciertas sustancias vienen descritas con nombre científicos poco usuales.

### Bibliografía

Adilac (Asociación de intolerantes a la lactosa de España). <https://lactosa.org/>

Análisis cualitativo de proteínas. <https://quimicafacil.net/manual-de-laboratorio/analisis-cualitativo-de-proteinas/>. Fecha de consulta 2023-02-28

Análisis cualitativo de proteínas. <https://quimicafacil.net/manual-de-laboratorio/analisis-cualitativo-de-proteinas/>. 2019-03-13. Web.

FACE (Federación de Asociaciones de Celiacos de España).

Fernández Reyes E. y Galván Cejudo A. Métodos para la cuantificación de proteínas. Universidad de Córdoba.

<https://celiacos.org/enfermedad-celiaca/que-es-el-gluten/>

Labayen I. y Martínez J. A. 2003. Bacterias probióticas y deficiencia de lactasa. Gastroenterol Hepatol;26 (Supl 1): 64-72.

Moreno Jarillo A. 2009. Prácticas de reconocimiento de glúcidos, lípidos y proteínas para alumnos de secundaria. Revista digital innovación y experiencias educativas.

Sepúlveda Velázquez, G. 2011. Las enseñanzas de las biomoléculas con énfasis en los carbohidratos mediante un enfoque químico en la nutrición a nivel medio superior. Tesis doctoral. Universidad pedagógica Nacional.

Zhongwei Fang. 2017. Métodos analíticos para la determinación de vitamina C en alimentos. Facultad de farmacia. Universidad complutense. Trabajo fin de grado.

Este trabajo no habría sido posible sin el trabajo realizado por las alumnas Arancha Ruz, Andrea Figuera, Blanca Cotano, Alba Álvarez y Paula Villar.

**Estrella Prior**

*IES Alba Plata, Fuente de Cantos, Badajoz*

## **ESTUDIO INTERNACIONAL DE LA IUPAC SOBRE ENSEÑANZA PRÁCTICA DE LA QUÍMICA EN EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA Y BACHILLERATO**

La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) ha desarrollado un interesante proyecto de investigación internacional sobre enseñanza de la química con especial atención a su dimensión práctica, verde y sostenible que cuenta con participación española. Como instrumento de recogida de información se ha diseñado una encuesta dirigida a docentes de Física y Química de Enseñanza Secundaria del territorio nacional que impartan actualmente docencia en Educación Secundaria Obligatoria y/o Bachillerato en centros públicos, privados o concertados.

Para aquellos docentes interesados en participar:

1. La encuesta está disponible en castellano en el siguiente enlace o en el código QR que se recoge en la Figura 1.

[https://researchsurveys.deakin.edu.au/jfe/form/SV\\_4OSWJdxyb8VWGBU?fbclid=IwAR2tomyTNM9Vc0j2eqbkLaKiZedhsVI8dO8txFt3vkctPdSdJSe3cmKNNE](https://researchsurveys.deakin.edu.au/jfe/form/SV_4OSWJdxyb8VWGBU?fbclid=IwAR2tomyTNM9Vc0j2eqbkLaKiZedhsVI8dO8txFt3vkctPdSdJSe3cmKNNE)



**Fig. 1.** Utiliza este QR para acceder a la encuesta.

La encuesta ha sido diseñada y adaptada al contexto educativo español a fin de obtener información sobre:

- La formación del profesorado de Física y Química de Enseñanza Secundaria.
- La opinión del profesorado sobre la realización de prácticas de laboratorio de química y los factores que impulsan y condicionan su realización.
- La realización de prácticas de laboratorio de química que aborden la química verde y sostenible y/o que atiendan a los principios de estas.
- El intercambio de buenas prácticas para la enseñanza experimental de la química.

2. El profesorado que realice la encuesta podrá solicitar un certificado de participación en el estudio.

3. Se solicita al profesorado que comparta la encuesta y el proyecto con otros compañeros docentes a fin de lograr la mayor cantidad de información posible sobre el estado actual de la enseñanza de la química en España.

4. Se recomienda visitar la página web del proyecto:

<https://eschemistry.org/iupac-survey/>

En esta página web se irá incorporando información de interés, incluyendo una recopilación de prácticas docentes compartidas por profesorado de todo el mundo. Aquellos docentes interesados en compartir actividades prácticas sobre enseñanza de la química podrán hacerlo siguiendo las instrucciones que figuran al término de la encuesta.



**Fig. 2.** España ha sido uno de los once países, y el primero de habla hispana, en iniciar la encuesta al profesorado el pasado 1 de noviembre, contando con la participación de más de 270 docentes de toda España tan solo 24 horas después de la apertura.

5. Para cualquier cuestión o aclaración, puede escribirse un correo electrónico al coordinador nacional del proyecto en España, el profesor Luis Moreno Martínez, a la dirección: [luis.morenomartinez@educa.madrid.org](mailto:luis.morenomartinez@educa.madrid.org)

Esperamos que esta iniciativa sirva para dar voz al profesorado de Enseñanza Secundaria, conectar la investigación educativa en química y la práctica docente y contribuir, entre todos, a la mejora de la enseñanza de una ciencia tan apasionante y necesaria como la química.

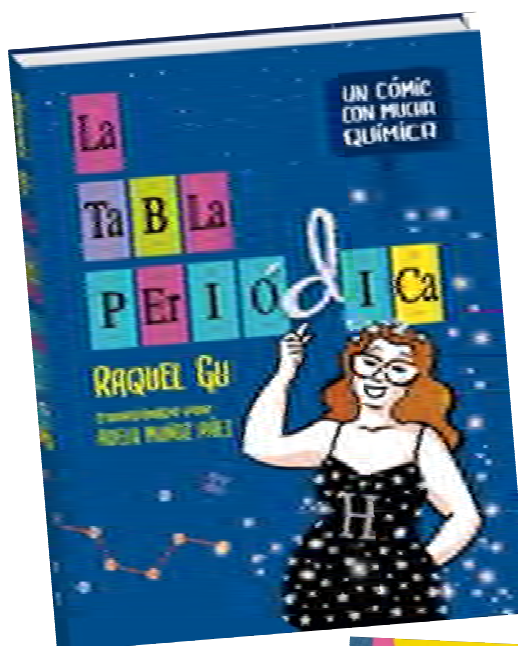
**Luis Moreno Martínez**

*Departamento de Física y Química  
CEIPS Vicente Aleixandre,  
Comunidad de Madrid*

*G. E. de Didáctica e Historia, RSEF-RSEQ  
[luis.morenomartinez@educa.madrid.org](mailto:luis.morenomartinez@educa.madrid.org)*



## LIBROS RECOMENDADOS



## CURSOS Y JORNADAS

### ◆ VIII Congreso Internacional de Docentes de Ciencia y Tecnología. Jornadas sobre investigación y didáctica STEM

Se celebrará del 9 al 12 de abril de 2024 en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Complutense de Madrid. Con un precio especial de 60 € a miembros de la RSEF o la RSEQ, es una consolidada iniciativa para el intercambio de experiencias educativas. Posee el aliciente extra de que las ponencias se publican, unos meses después, en un libro editado por Editorial SM. Información:

<https://www.epinut.org.es/CDC/8/index.htm>

### ◆ XXXIX Reunión Bienal de la RSEF

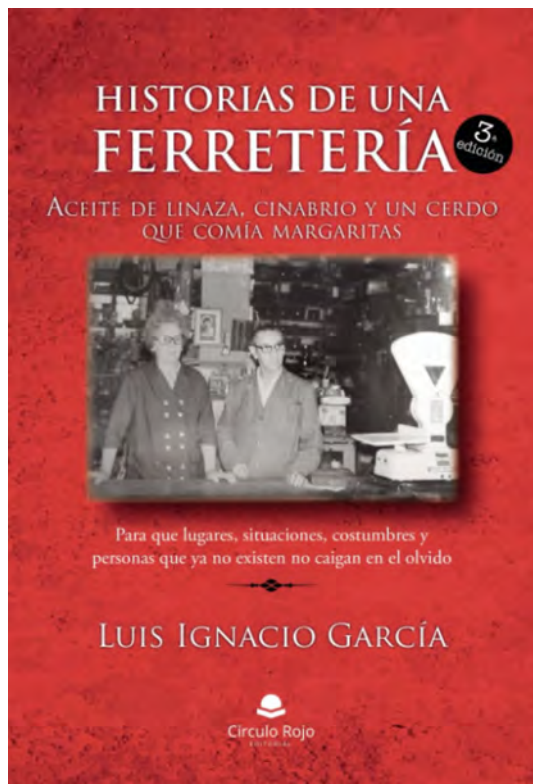
Está programada para celebrar entre el 15 y el 19 de julio en San Sebastián. A falta de concretar detalles, desde el GEDH hemos solicitado (como en ocasiones anteriores) la celebración de un simposio de una tarde sobre "Didáctica e Historia de Física" 15-19 de julio de 2024. <https://bienalfisica.org/>





### ◆ Historias de una ferretería, de Luis Ignacio García

El profesor emérito Luis Ignacio García, muy conocido por su página web <https://fisquiweb.es/> en la que con gran entusiasmo trata temas de química de enseñanza secundaria, ahora nos ilustra con este libro donde nos describe la vida de su pueblo de Luanco (Asturias) en el comienzo de la segunda mitad del siglo XX y que es similar a lo que ocurría en cualquier pueblo de España. Como decía un compañero mío, no nos educamos en la televisión, nos educamos en la calle y en casa, buscando soluciones a todos los problemas que nos planteábamos en nuestros ambientes.



Se titula *Historias de una Ferretería* porque comienza con gran gracejo describiendo todo lo que se ha encontrado en la ferretería que regentaban sus padres y nos describe desde la bomba aspirante que se usaba en los años cuarenta para servir el aceite hasta restos de instrumentos de un barco donde había estado

su padre en los años jóvenes antes de montar la ferretería. La tienda incluía también un recinto conocido como cuarto de pintura en el que había productos como albayalde blanco, compuesto de plomo, que hasta pintores como Goya utilizaron sin ninguna precaución a pesar de su toxicidad y que se utilizaba hasta en cosmética. Es curiosa la descripción de los compuestos de cadmio, mercurio, etc. que se usaban para dar color. Incluye cómo obtuvo gotitas de mercurio y como consiguió fabricar pólvora con gran disgusto de los vecinos. El libro se completa con 12 capítulos en los que se describe también: el barrio, el trabajo en la tienda, sus familiares, el lugar donde estaba situada la tienda (el Corral) junto al mar con todos los fenómenos marinos, los lugares de ocio, las vivencias de tipo religioso, la llegada de la televisión.

Termina con dos capítulos uno sobre su escuela con los famosos dictados que servían para aprender a escribir y se utilizaba la enciclopedia Álvarez con contenidos que permitían aprender Historia y Geografía y no pasaba como con los libros de ahora llenos de imágenes que con frecuencia no tiene nada que ver con el texto, su instituto y las vacaciones verano. El otro sobre el Instituto Santísimo Cristo del Socorro en el que supero a los nueve años (uno antes de lo legislado) el examen de ingreso que era un Instituto Técnico de Enseñanza Media donde se impartía Bachillerato Laboral en el que además de las materias de ciencias y letras había unos talleres a los que se asistía con un mozo azul oscuro en los que se trabajaba metal y carpintería. También se disponía de un laboratorio donde se podían ver aparatos de Física y contemplar reacciones químicas, como comprobar la avidez del sulfúrico por el agua o las burbujas de hidrógeno cuando se echaba una lámina de cinc dentro del sulfúrico.

**Manuela Martín Sánchez**

*Grupo Especializado de Didáctica e Historia,  
común a las RSEF y RSEQ*

## ◆ Aprendizaje basado en la investigación, de Marina P. Arrieta Dillon y Victoria Alcázar Montero

La Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid acaba de publicar el libro “Aprendizaje basado en la investigación”. Es una obra colectiva con 55 autores, coordinados por las profesoras Marina P. Arrieta Dillon y M. Victoria Alcázar Montero. Con una extensión de 129 páginas, hay 23 capítulos, agrupados en tres secciones. Es ideal para profesores de las distintas etapas educativas que deseen introducir la metodología experiencial recogida en el propio título del libro, en su práctica docente.

Como se anuncia en su prólogo, “este libro surge de la motivación de compilar distintas estrategias docentes sobre el Aprendizaje Basado en la Investigación (ABI) aportadas por docentes de las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas”. El ABI, entre otros aspectos, como el fomento de la implicación activa del alumnado en su propio aprendizaje, pretende mejorar la transferencia de la actividad investigadora. Como tantas veces en educación, no se trata de una metodología o estrategia aislada, ni debe confundirse con la enseñanza tradicional, más rutinaria, llevada a cabo en las prácticas de laboratorio. Así, la primera sección, “Innovación docente en ABI: experiencias en el aula”, recoge 9 capítulos en los que se describen casos en los que se implementa esta metodología junto con aspectos de aula invertida, gamificación, aprendizaje basado en problemas y realidad aumentada, por poner algunos ejemplos.

La segunda sección se refiere a la “Innovación docente en ABI mediante experiencias en el laboratorio y otros escenarios”. A través de 7 capítulos se describen experiencias con talleres divulgativos en los que se unen arte y ciencia, ferias científicas llevadas a cabo en centros de educación secundaria por aprendizaje cooperativo, un *escape room* incorporado a prácticas de laboratorio, y otras actividades interesantes, como el desarrollo de

herramientas para la mejora del aprendizaje experimental en el laboratorio con alumnos que presentan algún tipo de dificultad visual.

La última sección se dedica a la “Innovación docente ABI implementando aspectos de economía circular”, mediante lo que se otorga importancia a un modelo de producción y de consumo responsables con el medio ambiente. Los casos abordados son la aplicación de la termodinámica de mezclas para buscar disolventes más sostenibles a partir de residuos agroalimentarios, el desarrollo de plásticos biobasados y biodegradables, la revalorización de residuos plásticos generados en un campus, el diseño de dispositivos de laboratorio ‘a la carta’ mediante impresión 3D de residuos plásticos, el reciclado de papel y cartón, y la revalorización de

residuos alimentarios generados en un centro educativo. En todos estos ejemplos se pretende la aplicación de la estrategia ABI en escenarios familiares para el alumnado, como es su propio centro formativo, para fomentar la economía circular y otros conceptos involucrados en los objetivos de desarrollo sostenible (ODS).

El libro es accesible de forma gratuita en la dirección <https://short.upm.es/i608h>.

En resumen, se considera que el libro aquí reseñado es un buen ejemplo de experiencias de ABI, descritas por profesorado de diferentes etapas educativas (educación secundaria, formación profesional y enseñanzas universitarias), lo que enriquece su perspectiva. Con seguridad, esta obra puede ser de utilidad para docentes que deseen implementar casos concretos de “situaciones de aprendizaje” (siguiendo la reciente nomenclatura en la legislación sobre educación) para el fomento de la adquisición de competencias específicas y transversales.

**Gabriel Pinto Cañón**

*Universidad Politécnica de Madrid,  
G. E. de Didáctica y de Historia, RSEF-RSEQ*



## ◆ Historia de la tecnología a través de veinte objetos, de Pedro Ruíz-Castell

Es más que aceptado por quienes se dedican a la historia de la ciencia y la tecnología que los objetos hablan. Testigos directos de épocas pretéritas y agentes activos en no pocos procesos, son capaces de narrar historias sobre sus usos y su contexto. Relegados a meros elementos decorativos en las clásicas historias de la ciencia, los estudios históricos y sociales sobre ciencia y tecnología de las últimas décadas trasladaron los objetos de la periferia al centro de las narrativas históricas sobre ciencia, proporcionando las preguntas pertinentes para hacerles hablar. Así, la cultura material de la ciencia y la tecnología es hoy un elemento clave para la investigación en historia de la ciencia. Sin embargo, esa importancia atribuida a los objetos sigue siendo menor en ciertos contextos que siguen primando la historia de la ciencia como la historia de las ideas científicas. Tal y es el caso de las lecturas de divulgación científica o de los materiales educativos. Historia de la tecnología a través de veinte objetos, libro publicado por la Institució Alfons El Magnànim, contribuye a paliar esta situación. Su autor, Pedro Ruíz-Castell, profesor de Historia de la Ciencia de la Universitat de València e investigador del Instituto Interuniversitario López Piñero, realiza un excelente trabajo de síntesis de las principales perspectivas y resultados de investigación en el ámbito de la historia de la tecnología de las últimas décadas a partir de veinte artefactos: del fuego primitivo a los modernos ordenadores, pasando por la rueda, el papiro, el hormigón, el estribo, el reloj mecánico, la brújula, la imprenta, la selfactina, la máquina de vapor, la bombilla, el plástico, la radio, la fotografía, el teléfono, el motor de combustión interna, el frigorífico, la bomba atómica o el transistor. Esta veintena de artefactos, cada uno de los cuales protagoniza su propio capítulo, ofrecen números relatos que abordan múltiples cuestiones en las que ciencia, tecnología e historia se entremezclan. Se trata de relatos innovadores que ofrecen lecciones que harán al lector cuestionar numerosas ideas previas. Así, el lector del libro podrá descubrir



las limitaciones de asumir la invención de la rueda como hito civilizador, que no siempre las innovaciones técnicas más eficaces son las más aceptadas, que los orígenes de ciertas industrias no pueden entenderse desligados de la promoción de ciertos valores, que no siempre el humo producido por la actividad industrial ha sido considerado negativamente, que el carisma de algunos inventores resultó clave para la popularización de sus ingenios o que no podríamos disfrutar de las ventajas del frigorífico sin la labor de mujeres como Mary Engle Pennington, Margaret L. Brisbane o Caroline Westcott Romney, entre otras muchas. A través de las páginas del libro, el lector podrá encontrar argumentos para cuestionar la imagen de la tecnología como mera ciencia aplicada, descubriendo lo porosas que pueden ser las lindes entre ciencia y tecnología (lo que ha llevado a hablar de tecnociencia), pero también entre ciencia, innovación y política; que en ocasiones es la tecnología la que propicia avances científicos o que la colectividad de los grandes proyectos científico-técnicos del siglo XX esconde también importantes procesos de invisibilización de responsabilidades.



Constituye una obra de gran interés para públicos con inquietudes por la ciencia y la tecnología, pero también por las humanidades, ya que no solo muestra la importancia de la ciencia y la técnica en la historia de la humanidad, sino también el papel de la historia para comprender plena y críticamente el desarrollo científico-tecnológico.

Obligada referencia para aquellos docentes STEM y no STEM interesados en imbricar “ciencias y letras” a través de la tecnología, nos invita a recorrer la historia de la humanidad a

través de objetos que, cuando hablan, ofrecen relatos novedosos sobre el pasado que nos ayudarán a comprender y pensar nuestro presente.

**Luis Moreno Martínez**  
CEIPS Vicente Aleixandre,  
Comunidad de Madrid  
G. E. de Didáctica e Historia, RSEF-RSEQ



Desde este Boletín Faraday, los miembros de su Comité Editorial y de la Junta de Gobierno del Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química, común a las Reales Sociedades Españolas de Física y de Química, deseamos a todos salud, paz y bien en esta próxima Navidad, y los mejores deseos para el nuevo año, 2024.

*La sagrada Familia y San Juan  
Bautista Niño, 1790-1798.  
José Vergara.  
Óleo sobre lienzo.  
Museo Goya, Zaragoza.*





## INFORMACIÓN DEL GEDH

Para seguir realizando actividades como las descritas en este Boletín, **se necesita la colaboración de personas entusiastas.**

Desde aquí se anima a la implicación tanto de los actuales socios del Grupo como de posibles nuevos. Se sugiere ver información y cuotas (reducidas para docentes no universitarios) en las webs <https://bit.ly/2FjCPMx> <http://rsef.es/> y <https://rseq.org/> o en el correo [gedh@rseq.org](mailto:gedh@rseq.org)

*Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química*



<b>Reseña sobre el Boletín:</b>	<a href="https://bit.ly/3m2FLIV">https://bit.ly/3m2FLIV</a>
<b>Números anteriores:</b>	<a href="https://gedh.rseq.org/boletin/">https://gedh.rseq.org/boletin/</a>
<b>Contacto y envío de textos:</b>	<a href="mailto:gedh@rseq.org">gedh@rseq.org</a>
<b>ISSN:</b>	2990-0271

### Comité editorial de Faraday: Boletín de Física y Química (segunda época)

#### Editor:

- *Gabriel Pinto Cañón (Universidad Politécnica de Madrid)*

#### Editores Asociados:

- *Manuela Martín Sánchez (Universidad Complutense de Madrid)*
- *Luis Moreno Martínez (CEIPS Vicente Aleixandre, Miraflores de la Sierra, Madrid)*

#### Miembros:

- *Victoria Alcázar Montero (Universidad Politécnica de Madrid)*
- *Ana María Gayol González (CEE Pontevedra)*
- *Nuria Muñoz Molina (Colegio La Inmaculada, Algeciras, Cádiz)*
- *Marisa Prolongo Sarria (I.E.S. Torre del Prado, Málaga)*
- *Héctor Reyes Martín (Colegio Internacional J. H. Newman, Madrid)*
- *Alejandro Rodríguez-Villamil Hernández (IES Francisco Montoya, Las Norias de Daza, El Ejido, Almería)*
- *José Juan Sirvent Carbonell (Colegio Maristas Sagrado Corazón, Alicante)*



**FARADAY:**  
**BOLETÍN DE FÍSICA Y QUÍMICA**  
- Segunda época -  
ISSN: 2990-0271

