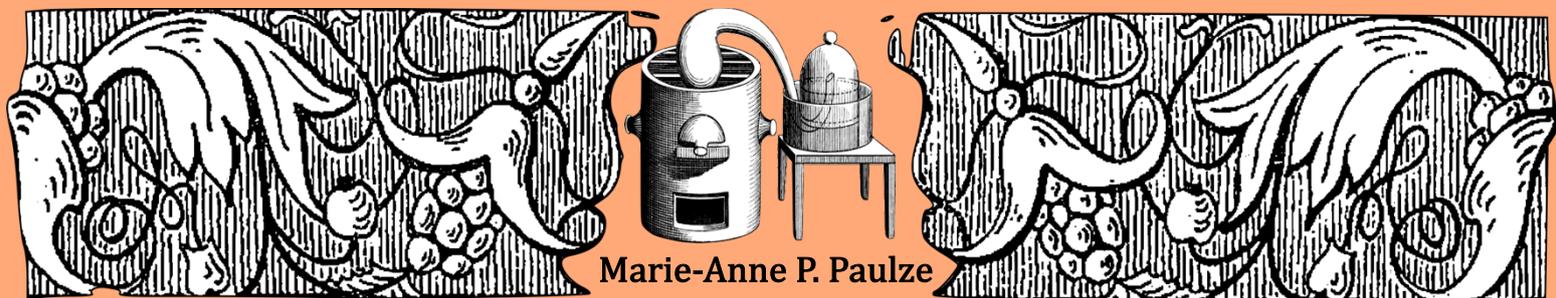
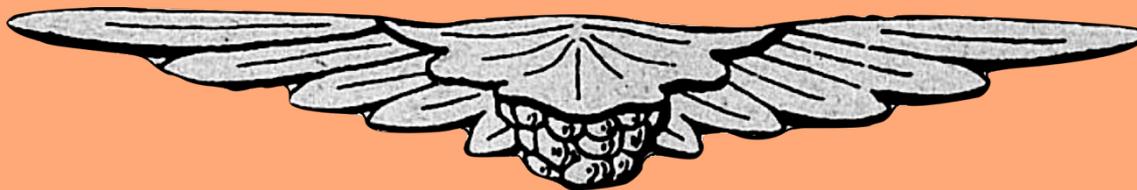


FARADAY



Marie-Anne P. Paulze

BOLETÍN DE FÍSICA Y QUÍMICA - Segunda época -



Año 2023
Junio, N° 39

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

Comenzamos anunciando que nuestro *Boletín Faraday* posee ya una identificación formal como publicación periódica. Tras la petición correspondiente al Centro Nacional Español del ISSN (*International Standard Serial Number*) de la Biblioteca Nacional de España, se notificó, el pasado 4 de mayo, que el número de ISSN asignado es el 2990-0271. El ISSN es un número de ocho dígitos que identifica títulos de publicaciones seriadas y otros recursos continuados, independientemente del soporte (en nuestro caso es *online*). Aparte de esto, otro curso está en el ocaso, y se vislumbra ya el nuevo, 2023/24 que, para no variar, será intenso en cuanto a novedades legislativas, por culminarse la aplicación de la LOMLOE en educación no universitaria y la articulación de la LOSU para la Universidad. En todo ello influirán también las elecciones generales que se celebran el 23 de julio. En este número del *Boletín Faraday* ofrecemos artículos para informar y fomentar la reflexión sobre temas que conciernen a los que estamos implicados en la aventura apasionante de la didáctica y la historia de la física y la química... ¡muchísimas gracias a los autores!. Y, lo más importante ahora: ¡Muy feliz verano!

Índice de contenidos

<u>Pág.</u>	<u>Título del trabajo o contribución y autoría</u>
2-3	La RSEQ premia la labor de Almudena de la Fuente (Gabriel Pinto)
3-4	Premio Salvador Senent (IX convocatoria) al Dr. Mario González Jiménez (G. Pinto).
4-5	Premios a la Labor Educativa «Física y Química para el Desarrollo Sostenible» (G. Pinto).
5-7	ACS Award in Chemical Education Teaching and Research: María T. Oliver-Hoyo (Carmen V. Gauthier).
7-10	Claves y fundamentos para una divulgación científica eficaz: ¿Cómo tenemos que contar la ciencia? (Adrián Fuente-Ballesteros, Ana M. Ares y José Bernal).
10-11	Comunicación y difusión del conocimiento científico entre jóvenes investigadores (Adrián Fuente-Ballesteros).
11-15	Encuentros con ciencia: Taller de experiencias en el laboratorio para aumentar el nivel de cultura científica en educación primaria (A. Fuente-Ballesteros, Ana M. Ares y José Bernal).
15-18	El GEDH, un colaborador inestimable en las XVII Jornadas Internacionales de Ciencia en la Calle, <i>Diverciencia</i> , de Algeciras (Nuria Muñoz Molina).
19-20	Feria 'Madrid es Ciencia' (Marisa Prolongo).
20-21	El GEDH en la Bienal de la RSEQ (G. Pinto).
22-25	LXX aniversario del fallecimiento de Enrique Moles, icono de la química española (Luis Moreno Martínez).
26-29	El limitante sí que importa (José Juan Sirvent Carbonell).
29-32	Poniendo en práctica el método científico a través del estudio de la eficacia de purificadores de aire con filtros HEPA en centros educativos (Estrella Prior Santana).
32	¡Reserva un día muy especial: 6/10/23!
33-35	Recordando a Miguel A. Catalán (Gabriel Barceló Rico-Avello)
36-39	La cena de Navidad: De noche, todos los gatos son pardos (reacciones de pardeamiento (Carlos Moreno Borrallo).
39-40	Cursos y jornadas (Natasa Brouwer, Iwona Maciejowska y José María Pastor Benavides).
41-43	Reseñas bibliográficas (G. Pinto)
44	Información del GEDH y Comité Editorial de <i>Faraday: Boletín de Física y Química</i> (2ª época).



LA RSEQ PREMIA LA LABOR DE ALMUDENA DE LA FUENTE

La Dra. Almudena de la Fuente Fernández, secretaria de nuestro GEDH, ha sido galardonada recientemente con el *Premio a tareas educativas y divulgativas a profesores de enseñanzas preuniversitarias*, dentro de la Convocatoria de Premios de la RSEQ de 2023.



La Dra. Almudena de la Fuente.

Según se indicaba en la convocatoria, el premio “está destinado a distinguir a quienes hayan realizado tareas de divulgación y/o educativas en colaboración con estudiantes en cursos preuniversitarios (educación secundaria o bachillerato)” y “se valorará preferentemente el carácter educativo de la actividad”. En este sentido, además de a través de sus numerosos escritos en artículos y revistas, Almudena ha desempeñado una labor extraordinaria en estos campos, como ha reconocido el jurado de los premios. Dentro de su labor desarrollada, se puede destacar:

- Además de la licenciatura en Ciencias Químicas y la formación inicial como profesora de Enseñanza Secundaria, ha realizado un curso de *Especialista Universitario en Aplicaciones Educativas de las Tecnologías de la Información y la Comunicación*, un *Máster en Innovación e Investigación en Educación* y un *Doctorado en Educación* (Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales).

- Desde 1992 ha ejercido como profesora de física y química de ESO y Bachillerato (inicialmente BUP y COU) en centros de la

Comunidad de Madrid, fundamentalmente en el Colegio Nuestra Señora de los Ángeles del distrito de Villaverde. En dicho centro, donde en los últimos 27 años ha venido ejerciendo además funciones de tutora, las de miembro del equipo de innovación educativa y jefa del Departamento de Ciencias, trabaja con alumnado de diversas nacionalidades y nivel socioeconómico medio-bajo, motivando hacia el aprendizaje de la física y la química a través de distintos recursos didácticos, como <https://sites.google.com/nsangeles.es/fqbachillerato> (donde publica sus materiales educativos); la celebración de Ferias de la Ciencia interniveles; la creación del *Rincón de las Ciencias* para divulgar los trabajos realizados por los alumnos; y la elaboración de una Tabla Periódica de 7 metros de longitud con la participación de todos los estudiantes de ESO y Bachillerato. Además, ha desempeñado tareas de preparación de alumnos seleccionados para las Olimpiadas Nacionales de Física y Química organizadas por las RSEF y RSEQ, respectivamente.

- Desde 2019, forma parte del *Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas de la Facultad de Educación y Formación del Profesorado de la Universidad Complutense de Madrid*. Su principal actividad como profesora asociada es la docencia en *Fundamentos y Didáctica de la Física* en el Grado de Maestro de Educación Primaria, con lo que contribuye también a la divulgación de la física en los niveles iniciales.

- Dentro de su labor investigadora y divulgativa, su principal línea de investigación gira en torno a la evaluación educativa en química, en especial en lo referente a las pruebas de acceso a la Universidad, habiendo realizado el primer estudio a nivel nacional sobre estas pruebas, con participación de cerca de 500 profesores. Ha publicado artículos en *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice* (Q1 en revistas de Educación), *Revista Española de Física y Anales de Química*, entre otras publicaciones del área.

- Ha sido ponente en diversos congresos relacionados con la Didáctica de las Ciencias Experimentales, como el *Congreso Internacional de Docentes de Ciencia y Tecnología*, *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experi-*

mentales, y en los simposios organizados por el *Grupo Especializado en Didáctica e Historia de la Física y la Química* (GEDH), común a las *Reales Sociedades Españolas de Física y de Química*, en las Bienales de Química celebradas en 2017, 2019 y 2022. En esta última, intervino como conferenciante invitada con una ponencia titulada “*LOMLOE: Retos en la enseñanza y evaluación de la química preuniversitaria*”.

- Desarrolla una importante labor en pro del profesorado de ciencias a través del GEDH, del que es secretaria. Como miembro de este Grupo, ha participado en numerosas actividades de divulgación relacionadas con la enseñanza de la física y la química (organización de jornadas, concursos, etc.) y en la revisión de los nuevos currículos de estas materias.

- Ha complementado toda esta labor educativa con participaciones en cursos de profundización en la física y en la química, seminarios, etc.

En resumen, tras una labor así y por sus cualidades humanas no nos resta más que dar la enhorabuena a Almudena por su merecido premio.

Gabriel Pinto Cañón

Universidad Politécnica de Madrid



PREMIO SALVADOR SENENT (IX CONVOCATORIA)

El 21 de abril de 2023, el jurado que valoró las candidaturas presentadas otorgó el 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, al **Dr. 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), y accesible en <https://bit.ly/3mWh3aS>.

El premio (<https://bit.ly/3Amzf0s>), que ha constituido su novena edición, se convoca con carácter bienal, por el *Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química* (GEDH), común a las *Reales Sociedades Españolas de Física* (RSEF) y de *Química* (RSEQ),

para resaltar los trabajos sobre estas áreas y fomentar el interés para publicar en la *Revista Española de Física* y en *Anales de Química*. Se creó en honor del Prof. Salvador Senent, fundador (1986) y primer presidente del GEDH. Consiste en 1.000 € y diploma acreditativo.



El Dr. Mario González Jiménez.

El Dr. González Jiménez estudió la licenciatura en Química en la Universidad de Salamanca (2002-2007) y pasó un curso en la Universidad Técnica de Dresde (Alemania) con una beca Erasmus. Realizó su tesina en la Universidad Humboldt de Berlín, bajo la dirección del Prof. Niko Ernsting. Regresó a Salamanca para hacer su tesis doctoral con los profesores Julio Casado y Emilio Calle, en el grupo de Cinética Química de la Facultad de Química. Durante el doctorado, realizó una estancia con el Prof. José Rueff de la Universidad Nova de Lisboa. En 2013 se trasladó a la Universidad de Glasgow y, desde entonces, trabaja en el grupo del Prof. Klaas Wynne, como investigador asociado en la Facultad de Química y en la de Biodiversidad, Una Salud y Medicina Veterinaria. Allí, aplica técnicas de espectroscopía vibracional (IR, Raman y Efecto Kerr Óptico) al estudio de problemas variados, como física de la nucleación y cristalización, dinámica del ADN y de proteínas, diseño de nuevos materiales y materiales ópticos, y desarrollo de herramientas para la lucha contra la malaria, el

dengue y la oncocerosis. Colabora, desde su fundación, con la Sociedad de Científicos Españoles en el Reino Unido, de la que fue director en Escocia entre 2017 y 2020. Dedicó parte de su tiempo libre a la participación en festivales de ciencia para niños por toda Escocia, así como a investigar y a escribir sobre historia de la ciencia, principalmente en la revista Principia (<https://principia.io/>).

El artículo premiado trata sobre Elmer Imes (1883-1941), la primera persona que caracterizó el espectro infrarrojo del cloruro de hidrógeno. Sus resultados pusieron fin al debate de la cuantización de los movimientos moleculares. A pesar del reconocimiento que logró por ello, su carrera científica fue alterada por las barreras que sufrían los ciudadanos afroamericanos en los Estados Unidos de la era Jim Crow. Se explora la biografía de Imes y la influencia de su trabajo, mostrando cómo ambos son un reflejo de la vida de aquellos que sufrían la segregación y el racismo a diario.

Aparte de la felicitación al premiado **se anuncia que, en unos meses, se procederá a convocar la 10ª edición de este premio**, ya ampliamente consolidado en las áreas de didáctica e historia de la física y de la química.

Gabriel Pinto Cañón

Universidad Politécnica de Madrid

 **PREMIOS A LA LABOR EDUCATIVA «FÍSICA Y QUÍMICA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE»**

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



PREMIOS A LA LABOR EDUCATIVA:

«FÍSICA Y QUÍMICA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE»

El 9 de mayo de 2023, el jurado que valoró las candidaturas presentadas a los “Premios a la labor educativa: «FÍSICA Y QUÍMICA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE»” (ver bases en: <https://short.upm.es/7kcrc>), aprobó por unanimidad la concesión de estos premios:

Primer premio

Benigno Palacios Plaza, “Una molécula, Un objetivo”, Colegio Santo Domingo Savio, Madrid.

Segundo premio

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.

Menciones de honor

- 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, Ceste (Valencia).

- Miriam Pascual Martín y Luis Miguel Cabezas Clavo, “Física y Química para el desarrollo sostenible: 17 razones”, IES Ramón y Cajal, Valladolid.

Con esta iniciativa, se 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. Participaron docentes de toda España, que presentaron trabajos de gran calidad, lo que dificultó la labor del jurado. Los premios se entregarán en Madrid, el 6 de octubre de 2023. ¡Enhorabuena a los galardonados y a todos los participantes!

Gabriel Pinto Cañón

Universidad Politécnica de Madrid



AMERICAN CHEMICAL SOCIETY

Each year the American Chemical Society (ACS) recognizes the contributions of distinguished scientists to the various subdisciplines of chemistry. One of these awards is the “ACS Award for Achievement in Research for the Teaching and Learning of Chemistry.” This year’s recipient is **Dr. Maria Oliver-Hoyo**. The award recognizes her contributions to the development, implementation, and assessment of teaching pedagogies in chemistry. She was honored at the ACS Spring 2023 National Meeting with a symposium organized by Dr. Gabriela Weaver and presentation of the award at the ACS Awards ceremony on March 28, 2023. This brief communication will highlight the areas of Dr. Oliver-Hoyo’s research and the impact her work has had both nationally and internationally.

The symposium followed Dr. Oliver-Hoyo’s teaching career and the impact she has had in the field of chemistry and society. Several of her former students presented talks related to their areas of research and the influence that Dr. Oliver-Hoyo has had on their careers, specifically recognizing her outstanding mentoring skills. Other guest speakers spoke at the symposium on the impact she has had nationally and internationally.

The first speaker was Dr. DeeDee Allen, her first Ph.D. student and currently a senior chemistry professor at Wake Technical Community College in North Carolina. Dr. Allen discussed her career trajectory and the underlying chemistry curriculum foundations on which her research is based. Dr. Allen developed the

activities that were used for the Concept Advancement through Chemistry Lab-Lecture (cAcL2) which is an adaptation of the Student-Centered Activities for Large Enrollment-Undergraduate Programs commonly known as SCALE-UP [1]. In SCALE-UP the lecture and laboratory are combined into one session, where the instructor gives mini-lectures after an activity is completed. In addition, to developing these activities, they also investigate the gains in student mastering of concepts as well as the development of higher order cognitive skills.



Maite and her five PhD students

The second speaker was Dr. Deborah Bromfield Lee, currently an associate professor of chemistry at Florida Southern College in Florida. Dr. Bromfield Lee’s presentation was centered on the development of sensorial experiments. Her Ph.D. research involved modifying traditional experiments in the organic chemistry laboratory that solely relied on the sense of sight to incorporate other senses [2]. They also developed assessment tools to investigate the impact of multi-sensorial experiments on student learning. This presentation was followed by a presentation by Dr. Caroline Sloan, a science test specialist at Accessible Teaching, Learning, and Assessment Systems (ATLAS) at the University of Kansas.

Dr. Sloan spoke on the development of a Visual-Spatial Chemistry Specific assessment tool that tests eight distinct visual perceptual skills considered necessary for student success in chemistry [3]. The tool is based on a foundational framework, where no content knowledge is required to solve the questions. They validated the tool using two statistical analysis techniques: Principal Component

Analysis (determining the number of factors) and Item Response Theory (defining each question's difficulty and discrimination) as well as student interviews. They found the approach that resulted in the most questions being answered correctly was an approach involving the building and handling physical representations of the chemical models in the questions.

Dr. Kat Cooper, also a former student and, currently a faculty member at the North Carolina School of Sciences and Mathematics, was the third speaker. Her talk focused on the teaching of various courses from biochemistry to AP chemistry. Dr. Cooper's research is centered on the development of three dimensional models to probe the understanding of macromolecular structure and function in an undergraduate biochemistry course. By providing students with the physical models, the students were able to gain a better understanding of hydrogen bonding interactions in macromolecules [4]. Dr. Cooper noted the skills she developed working with Dr. Oliver-Hoyo were instrumental in her success in becoming an independent researcher and in her current job as a teacher and in developing new curricula for the highly talented students at her institution.



Receiving the award

The next former student to speak was Dr. Lyniesha Wright, a post-doctoral fellow at the University of North Carolina Greensboro. She discussed the different visualization tools available to teach spectroscopy, particularly

infrared spectroscopy and $^1\text{H-NMR}$ spectroscopy. The visualization tools are intended to assist students in developing higher order thinking skills rather than simply memorizing the location where peaks may appear. For example, the IR tool introduces concepts such as reduced mass, electronegativity, bond polarity, and bond dipole which can then be related to peak position and peak intensity [5]. The last student to join the symposium via video was Dr. Emmanuel Echeverri, post-doctoral researcher at the University of Louisville. He discussed the tools they developed using virtual reality, augmented reality, and visual-spatial-skills used in teaching stereochemistry concepts.



Maite with her husband (Luis) and her son (Luis Manuel)

Finally, colleagues from the Chemical Education Research (CER) community spoke on Dr. Oliver-Hoyo's contributions to the field both nationally and internationally. She has promoted the use of Scale-Up in Spain and in Uruguay. In Spain through the collaboration with Dr. Gabriel Pinto and in Uruguay as part of the "Catedra Fulbright" where she trained future high school teachers and university professors. The symposium culminated with the awardee address, where she not only spoke about her

research but also the challenges, major milestones in her career, key players in her career journey, and family. The symposium was truly a shared journey with her former students, colleagues and friends. Congratulations Dr. Oliver-Hoyo!



Maite and Carmen (author of this article) at the symposium

References:

1. M.T. Oliver-Hoyo, D. Allen, W. F. Hunt, A. Pitts, *J. Chem. Ed.*, 2004, 81 (3), 441 – 448
2. D. C. Bromfield-Lee, M. T. Oliver-Hoyo, *J. Chem. Ed.*, 2009, 86 (1), 82 –84
3. M. T. Oliver-Hoyo, C. Sloan, *J. Res. Sci. Teach.*, 2014, 51 (8), 963 – 981
4. A. K. Cooper, M. T. Oliver-Hoyo, *Biochem. Mol. Biol. Educ.*, 2017, 45(6), 491 – 499. DOI 10.1039/c6rp00109b
5. L. C. Wright, M. T. Oliver-Hoyo, *J. Chem. Ed.*, 2019, 96 (5), 1015 –1021. DOI 10.1021/acs.jchemed.8b00805.

Carmen Valdez Gauthier, Ph.D., ACS Fellow
The Jessie Ball DuPont Chair in Natural Sciences
Professor of Chemistry. Department of
Chemistry, Biochemistry, and Physics
Florida Southern College

◆ Claves y fundamentos para una divulgación científica eficaz: ¿cómo tenemos que contar la ciencia?

Resumen: La divulgación científica trata de acercar la ciencia al público en general no especializado y se entiende como toda actividad de difusión que beneficia, culturiza y enriquece a la sociedad. Divulgar la ciencia promueve la curiosidad, ayuda a comprender la realidad en la que vivimos y ofrece habilidades para que los ciudadanos puedan construir su propia opinión y participar en las cuestiones asociadas al avance de la ciencia. Dada su importancia en nuestros días cabe preguntarnos si realmente sabemos cómo contar ciencia de una manera eficaz. El presente artículo da respuesta a esta cuestión subrayando varios aspectos claves que se deben considerar a la hora de realizar comunicación científica de forma divulgativa y simultáneamente, se presentan algunas reflexiones y consejos derivados de ello. Además, conocida la diversidad y multitud de formatos de comunicación disponibles, se recogen ejemplos de plataformas y medios donde se pueden realizar este tipo de actividades de transferencia de conocimiento.

Palabras clave: divulgación científica; comunicación; ciencia; difusión; conocimiento.

KEYS AND FUNDAMENTALS FOR AN EFFECTIVE SCIENCE COMMUNICATION: HOW SHOULD WE CONVEY SCIENCE?

Abstract: Science dissemination aims to bring science closer to the non-specialist general public and is understood as any dissemination activity that benefits, educates, and enriches society. Disseminate science promotes curiosity, helps to understand the reality in which we live, and offers skills so that citizens can build their own opinion and participate in the issues associated with the science advance. Given its importance today, it is worth asking whether we really know how to convey science effectively. This article provides an answer to this question by highlighting several key aspects that should be considered when communicating science in an informative way

and, at the same time, it tackles some reflections and advice correlated. Moreover, given the diversity and multitude of communication formats available, examples of platforms and media where this type of knowledge transfer activities can be carried out are given.

Keywords: dissemination; knowledge; science dissemination; communication.

Comunicar y contar la ciencia son elementos fundamentales y a la vez armas de doble filo que cada vez están cobrando mayor relevancia en la sociedad en la que vivimos. La divulgación tiene importancia de cara al desarrollo científico del país, por ello debería ser un objeto de estudio en las enseñanzas secundarias, profesionales y universitarias para en la medida de lo posible favorecer la articulación de los potenciales divulgadores futuros. Pese a ello, a veces nosotros mismos no somos conscientes del impacto que las palabras científicas, bien sean verbalizadas o escritas, pueden tener, ¿acaso nos es costoso explicar a los amigos o familia a qué nos dedicamos, qué hacemos en el laboratorio, sobre qué tema investigamos o la satisfacción que sentimos al ser aceptada una publicación?

Desafortunadamente la divulgación científica no es una cuestión prioritaria en las agendas políticas, sobre todo en términos de apoyo público a la investigación y el desarrollo, así como el reconocimiento que se merece. Sin embargo, esta mentalidad está en continuo cambio hacia nuevas perspectivas. De hecho, las encuestas de percepción social de la ciencia, que la *Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología* (FECYT) elabora, reflejan una imagen positiva de la ciudadanía en términos de ciencia, tecnología, economía, educación y, medio ambiente; aunque si bien es cierto, dos de cada tres españoles consideran que la investigación científica se encuentra retrasada en relación a la media de la Unión Europea.

El término divulgación científica puede resultar ajeno, entendido fuera de contexto, malinterpretado o abstracto, ¿qué es eso de divulgación o llevar a cabo acciones de diseminación científica? Evidentemente nos queda mucho

camino por recorrer, y aunque para algunos todavía suene lejano, la comunicación en ciencia es una realidad inminente en la que estamos sumergidos con frecuencia en las noticias, y más a día de hoy en las redes sociales. De cualquier modo, divulgar es importante para la ciencia y los científicos y hay que saber cómo hacerlo eficazmente. Por ello, se pueden describir cinco pasos esenciales que hay que tener presentes al igual que la técnica de las cinco w (what, who, when, where, why, how): ¿Qué quiero transmitir? ¿a quién? ¿dónde y cuándo? ¿por qué quiero hacerlo y cuál es mi intención? ¿cómo voy a lograrlo?

En primer lugar, se presenta i) el análisis de la audiencia. Al hablar de divulgación científica no solamente hemos de restringirlo a expertos en el ámbito puramente académico y científico, sino más bien a todo el público en general y en concreto a lo que se denomina gente de la calle. Este colectivo puede agrupar a personas dispares como niños, adolescentes, universitarios, adultos o personas de la tercera edad. Sea cual fuere el público objetivo, se debe realizar previa a la comunicación un análisis de la audiencia apropiando el mensaje en función de esta ¿la codificación del mensaje será la misma si nos dirigimos a alumnos de infantil o a empresarios? Sin lugar a duda, no. Otro componente que puede pasarse por alto pero que no es trivial es ii) la puesta en escena que aporta valiosa información y ayuda a comprender el mensaje. En esta etapa se incluye lo relativo al lenguaje no verbal (gesticulación y contacto visual), rango y proyección bocal, transmisión de entusiasmo y el vestuario. Es un hecho indiscutible que a través de la vestimenta se pueden expresar indudablemente rasgos de personalidad; se trata de un sistema de signos que comunica al oyente y cuya elección adecuada (color, forma, contraste) y acorde a la situación será un trampolín adicional hacia el triunfo en la comunicación científica. Paralelamente, no podemos olvidar en esta categoría de mencionar los recursos, es decir todo el conjunto de materiales que pueden acompañarnos físicamente como objetos que se quieran mostrar, materiales científicos o el apoyo a través de medios audiovisuales,

principalmente presentaciones. Ahora bien, aquello que se va a contar vendrá dado a través de un iii) planteamiento del mensaje y elaboración de un borrador, que ya vaya a ser producción oral o escrita, debe siempre redactarse estructurando lo que se conoce como *elevator pitch*. Este anglicismo ampliamente utilizado en el emprendimiento hace referencia a elaborar un discurso breve sobre un proyecto o idea con el objetivo de contarlo frente a potenciales clientes. En términos generales, la fórmula ideal se puede resumir en los siguientes ítems: a) introducción llamativa, b) presentación (¿quién eres?), c) problema, d) solución y propuesta de valor diferencial, e) pruebas y logros y f) cierre (call-to-action). Este desglose puede alterarse fácilmente en forma y orden según las circunstancias, incluso eliminar alguna fase ya que existen cientos de modalidades. Por ejemplo, en ocasiones no será necesaria una presentación de nosotros mismos porque tal vez otra persona ya lo haya hecho. Respecto al comienzo, los expertos recomiendan el uso de frases afirmativas, preguntas (retóricas) o el uso de datos o estadísticas. En el argumento principal suelen utilizarse elementos significativos, es decir, información que se relacione con los intereses de la audiencia, entre los que destacan temas como el amor de una madre, la muerte, las tradiciones, la amistad, las enfermedades, la familia, las personas famosas, o temas de actualidad o tendencia. Estos detalles harán conectar aún más al público con el mensaje. Finalmente, el cierre es interesante desarrollarlo en formato circular, de manera que de algún modo las últimas frases hagan alusión al contenido comentado al principio y así no se perderá el hilo narrativo. Bien, una vez organizado el texto en sus distintos párrafos se debe iv) analizar el texto escrito. Esto se basa en releer, seleccionar, reducir y evitar la jerga científica, pero simultáneamente ser rigurosos ya que a veces se intenta simplificar y generalizar demasiado la investigación. Se debe valorar si el mensaje se transmite en un ambiente distendido o si por el contrario se trata de una competición con un jurado especializado o no. Se incluye también en este punto la revisión de

las faltas de ortografía en caso de comunicación escrita. Para lograr todo ello se puede hacer uso de la búsqueda de segundas opiniones. Hemos de preguntarnos entonces sí: ¿se diferencian las partes principio, nudo y desenlace?, ¿existe una clara secuencia lógica en la narrativa? ¿se ha invertido el tiempo suficiente en cada elemento clave del discurso o alguna parte ha sido demasiado larga? Además, cronometrar el tiempo empleado en el discurso, si la comunicación lo requiere, es una herramienta muy poderosa que evitará tensiones y la dotará de rigurosidad. Por último, el divulgador tiene que conocer el terreno donde se mueve a través de un v) análisis del contexto y de las siguientes cuestiones: ¿en qué lugar voy a estar? ¿me podré mover? ¿se dispone de micro? ¿la tecnología funciona correctamente? ¿dispongo de algún plan alternativo?

La divulgación científica no es una disciplina difícil, sino que es un proceso de aprendizaje que requiere de prueba, error, riesgo e innovación. Además de poner esfuerzo propio, el conocimiento de las pautas mencionadas con anterioridad mejorará notablemente las probabilidades de éxito en comunicación. Otra multitud de herramientas también pueden ser empleadas predominando el storytelling o el arte de contar historias. Se trata pues de generar una narrativa e hilo conductor que conecte emocionalmente con la audiencia, principalmente a través de cuentos, historias o vivencias personales. Así, la imaginación y la creatividad serán dos parámetros a estimular que favorecerán el proceso de creación. Recursos como la risa (comedia) mediante exageraciones, comparativas o chistes, el oportuno uso de los silencios, la poesía y la rítmica, son instrumentos al alcance de todos y con un gran poder en este tipo de comunicación. La búsqueda de ayuda en profesionales es otra vía para una divulgación científica eficaz y nos podrán orientar aconsejándonos por ejemplo a desglosar los tecnicismos en términos más sencillos a través de un árbol de ideas, ensayar varias veces o lidiar con la frustración ya que en muchas ocasiones el mensaje que se quiere transmitir

no llega según lo esperado dado que cada individuo presenta una personalidad singular.

Divulgar ciencia no es un arte para todo el mundo, aunque se puede entrenar. Dada la gran variedad de plataformas que existen para ejecutarla, cada individuo puede escoger libremente aquella modalidad con la que se sienta más a gusto o se adapte a sus inquietudes. Algunas de las más conocidas y ejemplos locales, nacionales e internacionales son: i) Semana de la Ciencia, Noche Europea de los Investigadores y Día de la Mujer y la Niña en la Ciencia, ii) *Pint of Science*, iii) proyectos singulares implementados por investigadores a través de ayudas recibidas (*Real Sociedad Española de Química y Jóvenes Investigadores Químicos*), iv) portales de divulgación científica de las universidades (UVa Divulga) y Unidades de Cultura Científica, v) entidades como el Instituto de Investigaciones Científicas y Ecológicas, vi) podcasts (A Ciencia Cierta), vii) eventos (Naukas o TEDx), viii) concursos como *The European Contest of Young Scientist*, *Three Minute Tesis* o *Famelab*, ix) redes sociales (hilos en Twitter, cuentas de Instagram, TikTok o YouTube; La gata de Schrödinger), x) ciencia escrita en revistas de divulgación (*The Conversation*) o periódicos, xi) radio o televisión (Órbita Laika) y xii) voluntariado en la *Asociación Española de Comunicación Científica*.

En definitiva, contar ciencia es un proceso dual. Por un lado, beneficia, culturiza y enriquece el conocimiento de la sociedad dotándoles de una actitud más crítica, y por otro, mejora las habilidades personales de quien la comunica. Además, es un reto de continuo aprendizaje, pero del que se pueden establecer algunas estrategias clave como las descritas para lograr una divulgación científica de calidad.

**Adrián Fuente-Ballesteros, Ana M. Ares
y José Bernal**

*Grupo de Investigación TESEA
(Técnicas de Separación y Análisis Aplicado),
I.U.CINQUIMA, Universidad de Valladolid
adrian.fuente.ballesteros@uva.es*

◆ Comunicación y difusión del conocimiento científico entre jóvenes investigadores

La difusión del conocimiento científico es una responsabilidad de todos los investigadores que se ha visto acentuada por la gran diversidad de canales de información y por los nuevos medios tecnológicos de comunicar en ciencia. Es un hecho indiscutible que el conocimiento debe ser compartido tanto con pares del mundo académico como con otros públicos lo que permite apreciar el valor de la ciencia por parte de la sociedad. Formarse como investigadores para después poder comunicar y educar, permitirá a los ciudadanos adquirir una actitud crítica frente a la toma de decisiones y aumentará las posibilidades de colaboraciones y buenas prácticas.

Un ejemplo de comunicación y difusión del conocimiento científico entre jóvenes investigadores es el Concurso de Divulgación Científica “*Brain Wars: The Future Is In Your Hands*” cuya quinta edición se celebró el 18 de noviembre de 2022 en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Este concurso organizado por *Madrid UCM Student Chapter* (ECS) y la *Real Sociedad Española de Química* a través de la Sección Territorial de Madrid (RSEQ-STM) tiene como objetivo principal fomentar la investigación, el debate, la evaluación crítica y la difusión del conocimiento entre jóvenes investigadores estudiantes de último curso de grado, máster, doctorado o investigadores que hubiesen defendido su tesis después de noviembre de 2020. En este evento se pudieron presentar trabajos de investigación como comunicaciones orales (10 min) o comunicaciones tipo flash (3 min) tratando de forma divulgativa como el trabajo puede contribuir a la mejora y desarrollo de la sociedad en un futuro no muy lejano. Este concurso se estructuró de manera que previamente se enviaron los resúmenes en inglés al comité académico, aunque la defensa de los trabajos se pudo realizar tanto en inglés como en castellano. El programa tuvo una gran acogida y se dividió en dos turnos de mañana y tarde contando con 16 comunicaciones orales y

7 comunicaciones flash con participantes de varias universidades españolas. La jornada contó con dos conferencias invitadas de Nuria Carrillo Godoy (*Universidad Complutense de Madrid*), “Localization of lipids of biological interest by fluorescence microscopy” ganadora en modalidad flash de la 4ª edición del concurso quien dio la charla inaugural y Coral Barbas Arribas (*Universidad San Pablo CEU*), directora del centro CEMBIO, quien cerró el acto con la conferencia plenaria “*Metabolomics: How Chemistry allied with other Sciences can push Discoveries in Health*”.



El jurado estuvo compuesto por la Dra. Sara García Linares (Bioquímica y Biología Molecular, UCM), el Dr. Jesús Álvarez Rodríguez (Química Inorgánica y Técnica, UNED) y Dña. Elena Alfonso González (PhD, Física de Materiales, UAM). El acto finalizó con la entrega de premios a las mejores comunicaciones: 1º Premio Comunicación Oral (150 €) para Elena Montejano de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), 2º Premio Comunicación Oral (75 €) para Javier Bujalance de la Universidad de Alcalá de Madrid (UAH) y dos menciones especiales para David Chamoso de la Universidad San Pablo CEU y Elena Pérez de la Universidad Rey Juan Carlos (URJC). Por otro lado, las comunicaciones flash se distribuyeron de la siguiente forma, el 1º Premio Comunicación Flash (75 €) recayó sobre Mar Alcaraz de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), el 2º Premio Comunicación Flash (50 €) fue para Adrián de la Fuente Ballesteros de la Universidad de Valladolid (UVA) y la mención especial para María Bajo Fernández de la Universidad San Pablo CEU.



La organización y difusión de este tipo de eventos de divulgación científica es fundamental hoy en día. Su realización permite a los jóvenes investigadores un cambio de perspectiva y salir de la zona de confort, aprender a comunicarse en un registro distinto adaptando el lenguaje al mismo, recibir un “feedback” inmediato tanto de expertos como de compañeros que están en la misma situación profesional, establecer nuevos contactos y conocer a otros investigadores estableciendo un espacio de debate.

Agradecimientos

Dar las gracias a Madrid UCM Student Chapter (ECS) y RSEQ-STM por promocionar este tipo de iniciativas de divulgación científica, y en particular a David A. Giraldo García, Susana Portela García de Blas, Jesús Prado Gonjal y Elena Sánchez Ahijón que formaban el comité organizador del evento.

Adrián Fuente-Ballesteros

*Grupo de Investigación TESEA
(Técnicas de Separación y Análisis Aplicado),
I.U.CINQUIMA, Universidad de Valladolid
adrian.fuente.ballesteros@uva.es*

◆ Encuentros con ciencia: taller de experiencias en el laboratorio para aumentar el nivel de cultura científica en educación primaria

Resumen: La divulgación científica es una herramienta primordial en la sociedad en la que vivimos. Esta competencia que permite no solo el desarrollo del pensamiento crítico, sino que también fomenta la curiosidad, debe promoverse no solo en alumnado preuniversitario sino también desde edades más tempranas como es la educación primaria. Desde el grupo de investigación reconocido

Técnicas de Separación y Análisis Aplicado de la Universidad de Valladolid, se ha realizado un taller de experiencias de laboratorio con esta etapa educativa. El objetivo ha sido aumentar el nivel de cultura científica a través de actividades enmarcadas dentro de las actividades de la Semana de la Ciencia de Castilla y León 2022.

Palabras clave: Química, cultura científica, educación primaria, ciencia, divulgación

Abstract: Science dissemination is an essential tool in the current society where we live. This competence that allows not only the development of critical thinking, but also empower curiosity, should be promoted not only in pre-university students but also from earlier ages such as primary education. From the research group of Separation Techniques and Applied Analysis of the University of Valladolid, a workshop of laboratory experiences has been carried out with this educational stage. The objective has been to increase the level of scientific culture through activities within the framework of the Science Week of Castilla y León 2022.

Keywords: Chemistry, scientific culture, primary education, science, dissemination

Introducción

Desde distintos ámbitos de la sociedad se ha potenciado la promoción de actividades y vocaciones científicas vinculadas mayoritariamente a estudiantes preuniversitarias como la educación secundaria (EP) o el bachillerato [1]. Tradicionalmente se han considerado las edades entre 14-16 años como el momento más propicio para mejorar el interés por la ciencia [2], [3]. No obstante, otros estudios defienden la necesidad de aumentar el nivel de cultura y conocimiento científico desde edades anteriores a la educación secundaria, ya que se obtiene un efecto más positivo y prolongado [4], [5]. La realidad es que existen pocas prácticas educativas focalizadas en infantil o primaria y la mayoría se trata de talleres vinculados a la museología o museografía como recurso de aprendizaje [6]. Si bien es cierto, que a niveles educativos inferiores el dominio de los conocimientos científicos es más bajo, para algunos investigadores resulta además una

dificultad añadida divulgar ciencia a niveles de infantil o primaria por la complejidad de adaptar el contenido, lo cual no debería suponer un obstáculo. La estimulación de la capacidad científica de los niños y niñas en educación primaria (EP) es fundamental ya que en esta etapa desarrollan un sinfín de habilidades, se plantean preguntas y resuelven problemas, descubriendo la realidad que los rodea. Promover actividades de divulgación científica adaptadas en EP otorga a los estudiantes una perspectiva crítica para solventar problemas científicos y simultáneamente prepara a los niños y niñas como ciudadanos ya que son ellos el futuro de la sociedad [7].

Por estas razones, desde el grupo de investigación Técnicas de Separación y Análisis Aplicado (TESEA) de la Universidad de Valladolid se han realizado dos propuestas de divulgación para estudiantes de EP tituladas “Un primer encuentro con los productos de la colmena” y “Del aula al laboratorio: experimentos de química para alucinar” en el marco de las actividades vinculadas a la Semana de la Ciencia 2022. Los objetivos generales de esta iniciativa han sido el de aumentar el nivel de cultura científico mostrando la ciencia de una forma lúdica, fomentar la participación ciudadana en cuestiones relacionadas con la ciencia y las vocaciones científicas entre los más jóvenes, y el de resaltar el papel fundamental de la ciencia en nuestra sociedad actual. Por otro lado, los objetivos específicos de los talleres fueron: i) introducir a los estudiantes en el mundo apícola a mostrando los productos de la colmena y sus propiedades, beneficios, características e importancia en la sociedad, y ii) desarrollar experimentos divulgativos donde se pudiera visualizar la utilidad y presencia de la química en nuestro día a día.

Metodología y propuesta de actividades

El grupo de investigación TESEA de la Universidad de Valladolid ha organizado y realizado dos actividades de divulgación científica dentro de la Semana de la Ciencia de Castilla y León coordinada por la Unidad de Cultura Científica. Las actividades han sido dos

talleres de experiencias de laboratorio titulados “Un primer encuentro con los productos de la colmena” y “Del aula al laboratorio: experimentos de química para alucinar” dirigido a 48 alumnos de EP de la provincia de Valladolid (España). Dichos talleres tuvieron una duración de dos horas cada uno, y consistieron en una serie de prácticas sencillas (ver Tabla 1; Figuras 1, 2 y 3) utilizando una metodología participativa donde los propios estudiantes supervisados por los profesores ejecutaban las prácticas por equipos. En la mayoría de los casos se trató de buscar experiencias que se pudieran realizar con productos y reactivos cotidianos, baratos y fáciles de adquirir para que posteriormente pudieran ser replicadas tanto en los centros educativos como con las familias.

En el caso de las prácticas realizadas en el taller “Del aula al laboratorio: experimentos de química para alucinar” al inicio de la actividad se propuso a los alumnos un reto con el objetivo de hacer más participativa la experiencia. Al finalizar cada ensayo, los estudiantes tenían que asignar la propiedad o fenómeno estudiado (luz, burbujas, fuego, colores, elasticidad, etc.) con un superpoder de una batería de superhéroes cuyas fotografías estaban colgadas en la pared. El equipo que más aciertos consiguiera recibiría un premio. Una vez concluidas las actividades se envió a los alumnos una encuesta de satisfacción de elaboración propia formada por 10 preguntas para conocer la opinión y propuestas de mejora de ambas actividades.

Resultados

El grado de satisfacción de las experiencias del laboratorio en los dos grupos de alumnos ha sido muy positivo obteniéndose resultados muy similares entre ellos. La calificación de las sesiones fue de 8.8/10 y 9.5/10 para alumnos de 5º y 6º de EP respectivamente, habiendo provocado un elevado aumento de la curiosidad científica en ambos niveles. Un número muy escaso de alumnos (5-10%) acude frecuentemente a actividades de divulgación similares a estas en el centro o con la familia, aunque si que realizan alguna de ellas esporádicamente (58-86%). Por el contrario, algunos alumnos no han acudido nunca a este tipo de actividades de

divulgación (9-31%) aunque la totalidad de ellos expone que les gustaría participar en más talleres similares y que lo recomendaría a otros compañeros. Los profesores de los centros no realizan a menudo (18-27%) con estos grupos este tipo de experiencias, incluso un gran porcentaje de estudiantes comenta que nunca las han realizado en sus colegios (73-82%). En lo relativo a la introducción de nuevos conceptos, todos los alumnos han constatado un aprendizaje sobre la realización de experimentos cotidianos y sencillos y una profundización sobre la ciencia que no es abordada en la escuela. En concreto, les ha llamado la atención conocer el funcionamiento del microscopio, el proceso de fabricación de velas y la importancia de los productos de la colmena.

A pesar de que los estudiantes de ambos niveles educativos están contentos con el tipo de prácticas realizadas, algunos muestran un gran interés por abordar experiencias que involucren imanes, luz, tintas y fuentes de calor. Respecto a puntos de mejora se han evidenciado tres aspectos i) preferencia por el trabajo individual y no en equipo empleando un laboratorio más grande; ii) realización de todas las experiencias por parte de los estudiantes sin intervención del profesor; iii) ampliación del tiempo de duración de los talleres. Por último, los estudiantes han comentado que les gustaría volver a participar en este tipo de iniciativas y agradecen al profesorado involucrado la organización y el esfuerzo invertido en ello. Además, recalcan que las actividades de divulgación científica ya sean realizadas o no en el centro educativo, permiten acercarlos a vivir experiencias tangibles que aviva su curiosidad e inquietud por la ciencia.

Conclusiones

Introducir al alumnado de EP en la divulgación científica como un recurso de formación, culturalización y atracción es fundamental en la sociedad en la que vivimos. La realización de talleres de experiencia prácticos permite a este alumnado no solo explorar la ciencia en todas sus vertientes si no que paralelamente aumenta su interés y curiosidad convirtiéndolos en protagonistas de su aprendizaje. La

Tabla 1. Experiencias de laboratorio.

Experiencias de laboratorio	Objetivo	Nivel	Nº alumnos
<i>Un primer encuentro con los productos de la colmena</i>		5º Primaria	22
Las abejas en la actualidad	Comprender la importancia de las abejas en el ecosistema,		
Desaparición de las abejas	Aprender cuáles son las causas de desaparición de las abejas		
¿Qué fabrican las abejas?	Conocer los distintos productos de la colmena		
Microscopía	Visualizar al microscopio los productos de la colmena		
Manos a la obra	Crear una vela casera a partir de cera de abeja		
Experimento del camaleón	Aplicar el concepto de pH y redox a la miel		
<i>Del aula al laboratorio: Experimentos de química para alucinar</i>		6º Primaria	26
¿Se puede crear luz con limones?	Construir una pila con limones, electrodos y luz led		
Un volcán en erupción	Generar un desinfectante con vinagre y bicarbonato		
El huevo saltarín	Ver el proceso de descarboxilación y la ósmosis		
El potencial de la col lombarda	Crear un indicador de pH casero		
El papel que desaparece	Visualizar la transformación de las sustancias por combustión		
<i>Slime</i> en tus manos	Entender la interacción entre moléculas		

implementación de actividades de divulgación en EP debe continuar su curso para así incidir positivamente en la percepción de la ciencia, el enriquecimiento de las competencias transversales de los estudiantes y el fomento de las vocaciones científicas desde edades tempranas. En esta tarea es clave el apoyo y motivación por parte de los agentes principales implicados en este proceso, profesores y familia. Por otro lado, la ilusión y satisfacción de los alumnos tras finalizar las jornadas anima sustancialmente a los investigadores a continuar diseñando e implementando tareas de divulgación científica similares.

Además, los resultados sobre la percepción de estos encuentros con ciencia evidencian la apreciación por esta, y más en concreto por la química, lo que mejorará la calidad del sistema educativo y la cultura científica luchándose contra los bulos y la desinformación.

A continuación, se muestran imágenes de algunas de las experiencias de laboratorio descritas.





Agradecimientos

Los autores agradecen a la Unidad de Cultura Científica y de la Innovación de la Universidad de Valladolid el apoyo por promover este tipo de iniciativas y a Damián Moreno por la difusión en redes y el soporte multimedia prestado.

Referencias

- [1] A. Fuente-Ballesteros, A. M. Ares Sacristán, and J. Bernal del Nozal, "Despertando la vocación científica en los jóvenes a través de actividades de divulgación en química," *An. Química*, vol. 118, no. 3, pp. 172–176, 2022.
- [2] D. Martín Pena, M. Parejo Cuellar, and A. Vivas Moreno, "Irrupción de radio y divulgación en el aula para promover las vocaciones científicas en primaria," *Rev. Eureka sobre Enseñanza y Divulg. las Ciencias*, vol. 17, no. 3, p. 3205, 2020.
- [3] R. Bogdan Toma and I. M. Greca, "Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de educación primaria," *Simp. Int. Enseñanza las Ciencias SIEC*, pp. 391–396, 2016.
- [4] M. Rocard, P. Csermely, D. Jorde, H. Walberg-Henriksson, and V. Hemmo, "Science education now: a renewed pedagogy for the future of Europe," *Dir. Gen. Res. Sci. Econ. Soc.*, 2007.
- [5] R. Fernández-César, N. Pinto-Solano, and M. Muñoz-Hernández, "Do experimentation outreach programs improve the attitudes towards school science?," *Rev. Educ.*, no. 381, pp. 285–295, 2018.
- [6] M. Ceballos, "Visitas de escolares de educación primaria a museos de ciencias. Análisis preliminar sobre sus percepciones,"

Enseñanza las ciencias Rev. Investig. y Exp. didácticas, pp. 1525–1530, 2017.

[7] D. Roca Marín, J. A. Sánchez-Hernández, and J. M. López Nicolás, "Estrategias innovadoras de divulgación de la cultura científica en educación primaria, secundaria y bachillerato," *Rev. Prism. Soc.*, no. 31, pp. 239–263, 2020.

**Adrián Fuente-Ballesteros, Ana M. Ares
y José Bernal**

*Grupo de Investigación TESEA
(Técnicas de Separación y Análisis Aplicado),
I.U.CINQUIMA, Universidad de Valladolid
adrian.fuente.ballesteros@uva.es*

◆ El GEDH, un colaborador inestimable en las XVII Jornadas Internacionales de Ciencia en la Calle, *Diverciencia*, de Algeciras

La ciudad de Algeciras acogió los días 3 y 4 de mayo las XVII Jornadas Internacionales de Ciencia en la Calle '*Diverciencia*' y *PequeDiverciencia*, en las que se presentaron los trabajos científicos desarrollados por estudiantes de Infantil, Primaria, Secundaria y Bachillerato. La muestra, que celebró este año su decimo-séptima edición, está organizada por la *Asociación de Amigos de la Ciencia*, con el apoyo tanto de la *Fundación Descubre*, de la Consejería de Universidad, Investigación e Innovación, como de la Consejería de Desarrollo Educativo y Formación Profesional, de Andalucía.

La feria cuenta además con financiación del Ayuntamiento de Algeciras, Fundación Cepsa, la Universidad de Cádiz, la Cátedra Acerinox, los CEP Algeciras-La Línea y Campo de Gibraltar, la Fundación Campus Tecnológico de Algeciras, la Autoridad Portuaria Bahía de Algeciras y Aqualia.

Además, sumó en 2023 la colaboración de la Sociedad Latina para la Ciencia y la Tecnología (Solacyt, México) la *Red Arciteco* (Argentina), la Universidad de Antioquía y los Semilleros de Investigación (Colombia), Feincyt (México), la *Open Science de Cambre* (A Coruña), la Universidad de Málaga, la Facultad de

Magisterio Virgen de Europa, Manos Unidas, el Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química (GEDH) perteneciente a la Real Sociedad Española de Física y a la Real Sociedad Española de Química, además del *Instituto de Estudios Campogibaltareños* (IECG) y los Parques Naturales del Estrecho y Alcornocales.

En total, fueron más de 3.400 estudiantes junto a 209 profesores acompañantes de 81 centros participantes, los que expusieron los 146 proyectos y experimentos.

Como en ediciones anteriores, todo el profesorado que participó en las Jornadas celebró reuniones periódicas para la preparación, al tiempo que los proyectos de investigación que se muestran en las Jornadas se prepararon durante los meses de octubre a abril y forman parte del currículum del alumnado.

La cita de este año contó con la participación de centros educativos de la geografía nacional y la presencia centros de tres países latinoamericanos (México, Argentina y Colombia), además de centros de Portugal, Grecia, Turquía, Macedonia, Italia y Lituania, como parte de diversos proyectos Erasmus+ a los que representan centros educativos de Diverciencia e Inglaterra como parte de un *Joint Project de Science on Stage* que está llevando a cabo una profesora española participante en *Diverciencia*. También se contó con 16 stands para entidades participantes como universidades, centros de investigación, de educación, de medio ambiente y de carácter solidario.

Los trabajos que participaron en el concurso pudieron hacerlo en cada una de las siguientes categorías: Biología y Ciencias Biomédicas (premio otorgado por la Facultad de Enfermería de la Universidad de Cádiz), Ecología y Medioambiente (premio otorgado por el Parque Natural de Los Alcornocales y el Parque Natural del Estrecho de Gibraltar), Matemáticas, Robótica y Programación (otorgado por la Fundación Campus Tecnológico de Algeciras), Ingeniería Civil e Industrial (otorgado por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Algeciras), Ciencias

Sociales (otorgado por el Instituto de Estudios Campo Gibaltareños), Proyecto Científico más solidario (concedido por Manos Unidas) y. en la edición de este año, se incorporó una nueva modalidad de premio de Didáctica e Historia de la Física y la Química otorgado por el jurado compuesto por dos miembros del GEDH perteneciente a las RSEQ y RSEF. Los profesores José Antonio Martínez Pons y Juan Quílez Pardo se desplazaron desde sus respectivas ciudades para actuar de jurados en representación del GEDH. Desde estas líneas, *Diverciencia* quiere agradecer el extraordinario trabajo que desarrollaron, visitando todos los trabajos inscritos en la modalidad de Didáctica e Historia de la Física y la Química, con escucha activa y buena sintonía con el alumnado que con gran motivación y algo de nervios les exponía sus trabajos. Ha sido un verdadero lujo y un placer haber podido contar con la presencia y el trabajo de José Antonio y Juan en nuestra feria.



Placas entregadas para los premios patrocinados por el GEDH.

Actividades complementarias

El programa de actividades complementarias a la feria, se inició un día antes, el 2 de mayo con la conferencia inaugural titulada 'Calentamiento Global y su incidencia en el medio marino. Realidades, incertidumbres y perspectivas de futuro', a cargo del catedrático de Biología Marina de la Facultad de Biología de la Universidad de Sevilla José Carlos García Gómez. Ese mismo día Daniel Carvajal Tabares, docente de la Dirección de Investigación e Innovación en la Institución Universitaria de Envigado (Colombia) impartió en los centros

educativos de Diverciencia el taller ‘Un viaje por la investigación’.

En paralelo a los dos días de celebración de la Feria, se acogió el taller ‘SOS Careta’, a cargo del Proyecto Hombre y Territorio. La iniciativa estuvo formada por carteles informativos sobre la protección de las tortugas y que se complementó con actividades interactivas con el alumnado y el público presente en la plaza.



Escenas de Diverciencia. En la fotografía inferior, alumnos de la feria explicando su trabajo a D. Pablo Cortés, Secretario General de la Consejería de Universidad, Investigación e Innovación y a D^a. Isabel Paredes, Delegada de Desarrollo Educativo y Formación Profesional para la provincia de Cádiz.



Entrega de premios Diverciencia 2023.

El recinto de *PequeDiverciencia*, por su parte, acogió el día 3 de mayo el taller ‘De Algeciras a la Luna: lanzamiento de cohetes de agua’, impartido por los profesores Luis Carlos Pardo Soto y Emilio Jiménez Piqué, de la Universidad Politécnica de Cataluña, Escuela de Ingeniería de Barcelona (UPC-EEBE). Ese mismo día, en el Aula Diverciencia, el chef Carlos Escuin Berrocal, director ejecutivo del grupo Ovejas negras de Sevilla, ofreció el taller ‘Show cooking: Ciencia en la cocina’, en tanto que, al día siguiente, en el mismo espacio, Sebastián Cardenete, del MECYT, impartió la charla-taller ‘Una charla para tirar cohetes’.

A ello hay que sumar dos exposiciones. La primera de ellas fue la undécima edición de la muestra fotográfica ‘Una mirada a la naturaleza: Recursos Naturales del Parque de los Alcornocales’, con fotografías de Erasmo Fenoy, cedidas amablemente por el periódico Europa Sur. Por último, la exposición ‘El sabor de las Matemáticas’, a cargo de Mercedes Siles, José Carlos García y Pedro Reyes, cerró el programa de actividades. La muestra tuvo como objetivo acercar al público las matemáticas a través del arte por medio de la cocina y la fotografía.

Asociación de Amigos de la Ciencia ‘Diverciencia’

Las Jornadas es una actividad que promueve desde 2007 la Asociación de Amigos de la Ciencia, un colectivo formado por un grupo de profesores que ha logrado asentar la muestra en el calendario andaluz. La iniciativa surge con la finalidad de permitir al alumnado de diferentes cursos y centros el intercambio de experiencias, la valoración del trabajo de los demás y desarrollar su capacidad crítica. El

◆ Feria ‘Madrid es Ciencia’



La Feria Madrid es Ciencia es un evento de divulgación científica ya consolidado, dirigido a las comunidades escolares y al público general.

A través de la participación activa de los y las estudiantes, desarrollando los proyectos que sus profesores han coordinado en los respectivos centros educativos o en los centros de investigación, la Feria tiene como objetivos:

- Fomentar las vocaciones científicas eliminando las barreras de género
- Comunicar la ciencia y la innovación que se realiza en la región de Madrid.
- Estimular el interés y la curiosidad de los jóvenes por la ciencia
- Mostrar cómo la investigación influye en el desarrollo económico y el bienestar de la sociedad

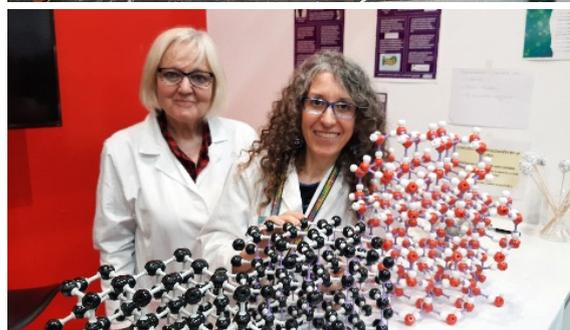
Madrid es ciencia se plantea como una muestra integral de las capacidades en I+D+i de la Comunidad de Madrid para la construcción de un futuro sostenible, mostrando a los ciudadanos la respuesta que puede dar la Ciencia, la Tecnología y la Innovación a los retos del planeta. Toda la cadena de valor del talento en la región de Madrid –centros educativos, centros de investigación, empresas innovadoras, universidades e instituciones– estuvo representada en IFEMA del 23 y al 25 de marzo de 2023. En concreto, la XII edición de la Feria *Madrid es Ciencia* tuvo como temas centrales:

- El Año Internacional de las Ciencias Básicas para el Desarrollo Sostenible.
- El Año de Investigación Ramón y Cajal.
- Deep Tech – Deep Science.

El 25 de marzo el GEDH colaboró con la Sección Territorial de Madrid de la RSEQ para organizar el *stand* de la RSEQ durante esta Feria, en la que hubo mucho público asistente. Participaron en el evento por parte del GEDH Juan Peña

Martínez, que habló sobre Química y educación para la paz, y Gabriel Pinto para exponer cuestiones sobre relación entre estructura y propiedades de las sustancias. A su vez, asistió Almudena de la Fuente, que atendió al público en el stand, y Marisa Prolongo (acudió al stand del Centro principia de Málaga y colaboró en el stand de la RSEQ). José Antonio Martínez Pons, como otros miembros del GEDH, participó en el stand de la RSEF. La idea es mantener esta actividad en los próximos años. A continuación, se muestran algunas fotografías realizadas durante la celebración de esta feria.

Marisa Prolongo Sarria
I.E.S. Torre del Prado, Málaga





EL GEDH EN LA BIENAL DE LA RSEQ (ZARAGOZA, JUNIO DE 2023)

Entre el 25 y 29 de junio se celebró la XXXIX Reunión Bienal de Química, en Zaragoza, organizada por la RSEQ. El día 27 tuvo lugar el simposio de “Didáctica, Historia y Divulgación de la Química”, organizado por nuestro grupo (GEDH), en colaboración con el de Historia de la Ciencia. Cabe destacar el éxito de participación en el simposio, con más de 100 asistentes, entre los que estuvo Javier García Martínez, actual presidente de la IUPAC. En la siguiente página se muestran algunas fotografías del evento. Los temas presentados se recogen en la siguiente tabla. Si bien alguno se recogió en inglés en el programa oficial, siguiendo la tónica general de otros simposios, todas las comunicaciones del simposio se presentaron en español.

Gabriel Pinto Cañón

Universidad Politécnica de Madrid

S1. Didactics, History and Outreach of Chemistry

Chair: Inés Pellón. Universidad del País Vasco

S1-IL01 Victoria Alcázar. Universidad Politécnica de Madrid: Aprendiendo sobre Polímeros: del Bachillerato al Grado en Ingeniería de Materiales

S1-OC01 Juan Peña. Universidad Complutense de Madrid: Chemistry is in the news: a study of preservice teachers' attitudes towards sustainability

S1-OC02 Silvia Simon. Institut de Química Computacional i Catàlisi, Universitat de Girona: Communicating chemistry with a gender perspective

S1-OC03 Fayna García-Martín. Universidad de La Rioja: Application of augmented reality in chemistry teaching

S1-OC04 Gabriel Pinto. Universidad Politécnica de Madrid: Communication and outreach of science and technology: a subject for training in competences in master's degrees

S1-IL02 Juan Quílez. Grupo Especializado de Didáctica e Historia de las RSEQ y RSEF: Aproximación histórica al enfoque STEM integrado: fundamentación y análisis crítico

S1-OC05 Inés Pellón. Universidad del País Vasco: News about *la chimie charitable et facile, en faveur des dames* (1687) by Marie Meurdrac (Paris, CA. 1610–1680)

S1-OC06 Pilar García-Orduña. Instituto de Síntesis Química y Catálisis Homogénea (ISQCH, CSIC-Univ. Zaragoza): Crystallization competition in the school: a versatile and multidisciplinary active learning tool

S1-OC07 Irene Boya. Universidad de Salamanca: From the laboratory to the classroom: analyzing light

S1-OC08 Estela Sánchez-Santos. Universidad de Salamanca: Introduction to chromatography for undergraduate students: separation of cabbage pigments

S01-IL03 Ana I. Elduque. Universidad de Zaragoza: Divulgación de la Ciencia: ¿Comunicación o espectáculo?

S1-FP01 Ana M. Ares Sacristán. Universidad de Valladolid: Use of mobile devices and application of video tutorials to improve the academic performance in an experimental subject of chemistry degree

S1-FP02 José Bernal. Universidad de Valladolid: The podcast as an educational tool applied to education in a theoretical subject of degree in chemistry

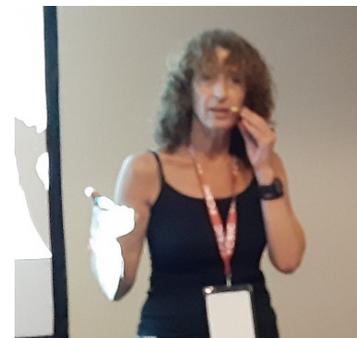
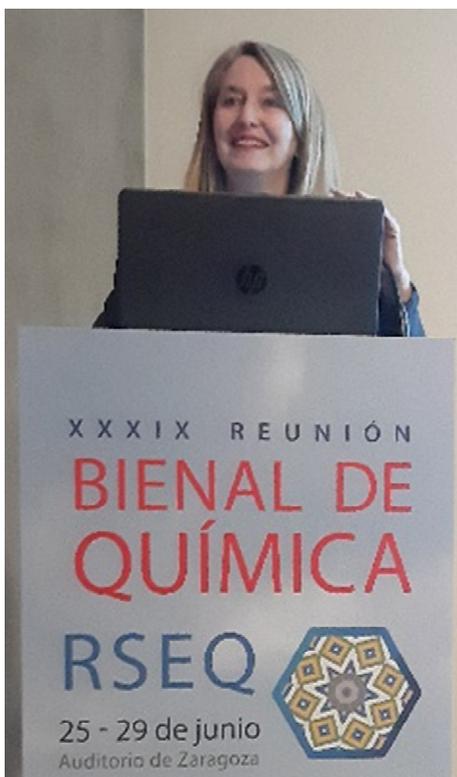
S1-FP03 Estefanía Almena. Fórmula Phy: Actividad participativa en la red social instagram como herramienta para despertar el interés por la química del público general

S1-IL04 Pascual Román. Universidad del País Vasco: Divulgación de textos científicos en español. El caso de la nomenclatura química de la IUPAC

XXXIX REUNIÓN
BIENAL DE QUÍMICA

Zaragoza 2023







LXX aniversario del fallecimiento de Enrique Moles, icono de la química española

En 2023 se cumplen 70 años del fallecimiento del químico español Enrique Moles Ormella (1883-1953), así como 140 años de su nacimiento. Es por ello que este Apunte de Historia de la Ciencia no ha dudado en ceder sus páginas a uno de los máximos exponentes de la química española del siglo XX, testigo y actor de un periodo complejo de nuestra historia social y científica.

Primeros años y formación académica

Nuestro protagonista nació el 26 de agosto de 1883 en Villa de Gracia, Barcelona, ciudad en la que estudió el bachiller y en cuya universidad cursó la licenciatura en Farmacia. Ya licenciado, se trasladó a Madrid en 1905 donde un año después se doctoró en Farmacia. Durante la década de 1907 a 1917 desarrollará una prolífica carrera docente e investigadora, lo que le llevará por distintos cargos y centros como la Facultad de Farmacia de la Universidad de Barcelona (donde fue profesor auxiliar), las Universidades de Múnich y Leipzig (donde fue pensionado por la Junta de Ampliación de Estudios, JAE, en 1909 y se doctoró en Química Física en 1910 trabajando junto a Wilhelm Ostwald), el Laboratorio de Investigaciones Físicas de la JAE en Madrid (donde fue nombrado Jefe de Sección en 1910), la Facultad de Farmacia de la Universidad Central de Madrid (donde fue profesor auxiliar de Química Inorgánica en 1910), la Escuela Politécnica Federal de Zürich (donde fue pensionado de nuevo por la JAE en 1912) o la Universidad de Ginebra de Berna (donde fue, de nuevo, pensionado por la JAE en 1915).

En Ginebra, Moles contrajo matrimonio con Emilia Bello González en 1915, fruto del cual nacerá su único hijo, también llamado Enrique. En tierras suizas Moles obtuvo un tercer título de doctor en 1916, en esta ocasión en Ciencias Físicas, con una tesis doctoral centrada en el

estudio de la densidad del bromuro de hidrógeno y la determinación del peso atómico del bromo.



Fig. 1. *Enrique Moles al doctorarse en Farmacia (1906). Será el primero de cuatro doctorados. Fuente: (González de Posada, 2005).*

En 1917 regresará a España junto a su mujer y su hijo. En Madrid continuará su formación, obteniendo la licenciatura y un cuarto doctorado en Ciencias Químicas (esta vez, con una tesis doctoral sobre el peso atómico del flúor) por la Universidad Central de Madrid con calificaciones extraordinarias.



Fig. 2. *Moles y su esposa en Madrid hacia 1915. Fuente: (Real Academia Nacional de Farmacia, 2005).*

Carrera científica hasta 1936

Moles ocupó desde 1927 varias cátedras de la Universidad Central de Madrid: la de Química Inorgánica, la de Química Teórica y la de Electroquímica. Sin duda, una muestra de sus muchos intereses académicos. Asimismo, logró un destacado reconocimiento por la comunidad química española e internacional, lo cual se plasma en su nombramiento como presidente de la Real Sociedad Española de Física y Química (1929), su papel como vocal del Consejo Nacional de Cultura (1933), su ingreso en la Academia de Ciencias Físicas, Exactas y Naturales (1934), su papel organizando el IX Congreso de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) celebrado en abril de 1934 en Madrid (siendo elegido vicepresidente de la IUPAC) o la obtención de la Gran Cruz de la Orden de la República Española (1934).

Moles tuvo, junto con Blas Cabrera, un papel central en la creación del Instituto Nacional de Física y Química, para lo que no dudó en viajar por varios centros europeos. También se implicó activamente en el diseño y construcción del campus de la ciudad universitaria madrileña.



Fig. 3. Anuncio del IX Congreso Internacional de Química Pura y Aplicada publicado en La voz de la Farmacia (abril de 1934) en el que está Moles (imagen inferior derecha). Fuente: (Real Academia Nacional de Farmacia, 2005).

Guerra civil, exilio y regreso a España

Con la llegada de la guerra civil española y el exilio de Blas Cabrera, Moles asumió la dirección del Instituto Nacional de Física y Química. Su defensa de la República y su papel como Director General de Pólvoras y Explosivos (cargo que asumió en 1938) contribuyeron a que en febrero de 1939 fuese destituido de su cátedra universitaria. Dicha noticia sorprendió a Moles en Francia. En el país galo trabajó en el Centro Nacional de Investigación Científica y, aunque recibió ofertas de varios centros europeos y americanos, regresó a Madrid en 1941, siendo detenido en la misma frontera, encarcelado y sometido a Consejo de Guerra. Aunque se le condenó a prisión, en 1943 logró la libertad condicional y se incorporó al Instituto de Biología y Sueroterapia como técnico farmacéutico. Finalmente, falleció el 30 de marzo de 1953 en Madrid a consecuencia de una trombosis cerebral.

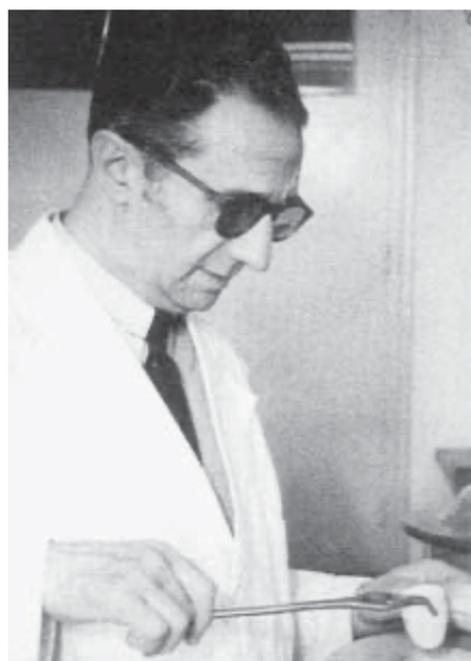


Fig. 4. Moles trabajando en el Instituto de Biología y Sueroterapia de Madrid en 1949. Fuente: Real Academia Nacional de Farmacia, 2005.

Moles como icono de la cultura química española y su puesta en valor en las aulas

No es posible comprender el desarrollo de la química en España durante el siglo XX sin la

figura de Enrique Moles. Su papel pionero en el uso de métodos fisicoquímicos para la determinación de pesos atómicos o su labor impulsando un programa de investigación en magnetoquímica le convierten en un químico clave en nuestra historia reciente. Su regreso a España en 1939, el proceso judicial que vivió y la no restitución de su cátedra universitaria le han situado también como uno de los científicos que cultivó el llamado “exilio interior”. Afortunadamente, en los últimos años muchos han sido los trabajos que han contribuido a recuperar y visibilizar su obra, como varias exposiciones temáticas o la reciente reconstrucción de su laboratorio en el otrora Instituto Nacional de Física y Química y actual Instituto de Química-Física “Rocasolano” del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en Madrid.



Fig. 5. Moles durante una ponencia en La Habana en 1951. Fue su último viaje al extranjero. Fuente: (Real Academia Nacional de Farmacia, 2005).

Pese a su gran labor en el impulso de la química en nuestro país, Moles es desconocido por buena parte de la sociedad española. Es por ello que las aulas desempeñan un papel fundamental para visibilizar y dar a conocer a esta figura central de nuestra historia y nuestra ciencia. Llevar la figura de Moles al aula nos permitirá hablar de los esfuerzos que hay detrás de los datos de masas atómicas que aparecen en nuestras tablas periódicas y problemas de estequiometría, de la polémica en torno al

nombre del elemento de número atómico 74 (pues Moles defendió su denominación como volframio desde su posición privilegiada en la IUPAC) o de la importancia de la tabla periódica como herramienta para aprender química (algo que Moles defendió en sus clases usando la tabla periódica para facilitar el aprendizaje de las propiedades de los elementos y de sus compuestos); pero también catalizar reflexiones sobre la ciencia como una actividad humana que no puede desligarse del contexto histórico y social en que se desarrolla. Frente a una imagen de la ciencia como obra de personas aisladas en su laboratorio, el caso Moles ofrece un ejemplo real que subraya cómo las fronteras entre ciencia y sociedad son más porosas de lo que pudiera parecer, así como la influencia de las agendas políticas en la labor científica y viceversa.



Fig. 6. Reconstrucción del laboratorio de Moles en el conocido como “Edificio Rockefeller” del CSIC en Madrid. Fuente: Fotografía del autor.

Sin duda, pertinentes lecciones para el aula de química del siglo XXI que pueden acometerse si

miramos a la cercana y a la vez no siempre conocida química del siglo XX. Una oportunidad para poner en valor la investigación que se ha realizado y se realiza en nuestro país y en la que nuestro alumnado puede tomar parte activa, quien sabe si inspirado quizá por figuras como la de Don Enrique Moles.

Para saber más

Son muchos los trabajos académicos publicados sobre Enrique Moles. Algunos de especial interés son:

González de Posada, Francisco (2005). Enrique Moles Ormella (1883-1953): Farmacéutico, químico y artista. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*, 71, 673-702.

Sales, Joaquín; Nieto-Galan, Agustí (2014). Enrique Moles (1883-1953): Esplendor y represión de la ciencia en España. *Anales de Química*, 110(2), 152-161.

Sabes, Joaquín (2021). Enrique Moles: Una biografía científica y política. Barcelona: Publicaciones de la Universidad de Barcelona.

Para un interesante trabajo que hace uso de la biografía de Moles y otros científicos para pensar críticamente las relaciones entre ciencia y política, véase:

Nieto Galan, Agustí (2019). *The politics of chemistry. Science and power in twentieth-century Spain*. Cambridge: Cambridge University Press.

Asimismo, la figura de Enrique Moles ha protagonizado múltiples exposiciones. Así, cabe destacar la exposición "Enrique Moles: Farmacéutico, químico y artista" que organizó la Real Academia Nacional de Farmacia en 2005 y cuyo libro-catálogo está disponible en este enlace:

https://bibliotecavirtual.ranf.com/es/catalogo_imagenes/grupo.do?path=6025064.

Moles también fue una de las figuras que protagonizó la exposición "Ciencia de Acogida" organizada por Principia en 2017.

En 2019, en el marco del Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos, la Universidad Complutense de Madrid organizó la exposición "Enrique Moles: Profesor e Investigador" comisionada por Francisco A.

González Redondo, profesor de Historia de la Ciencia en dicha universidad. Los contenidos de dicha exposición se pueden consultar en libre acceso en:

<https://biblioteca.ucm.es/edu/enrique-moles-profesor-e-investigador>.

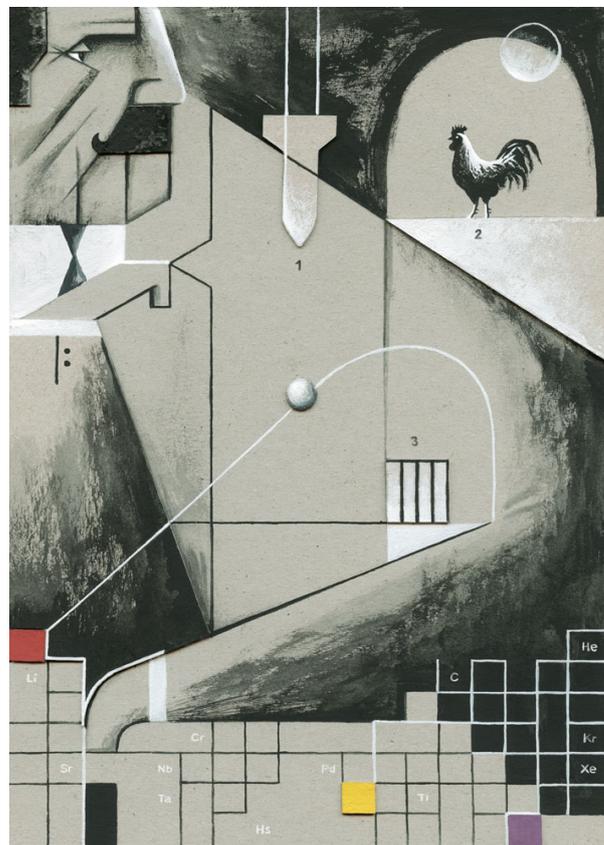


Fig. 7. Ilustración de Víctor Escandell en honor a Enrique Moles para la exposición "Ciencia de Acogida" que organizó Principia en Madrid en 2017.

Luis Moreno Martínez

Departamento de Física y Química
CEIPSO Vicente Aleixandre, Madrid
luis.morenomartinez@educa.madrid.org

◆ El limitante sí que importa

En una reacción química, los reactivos son las sustancias que se combinan para formar los productos. Sin embargo, es posible que no haya una proporción estequiométrica exacta entre los reactivos, lo que supone que uno de ellos estará presente en menor cantidad en relación con la cantidad requerida para reaccionar completamente con los demás.

El reactivo limitante es aquel que se encuentra en menor cantidad en relación con la estequiometría de la reacción. Esto significa que el reactivo limitante puede consumirse por completo antes que los otros reactivos, lo que detendría la reacción en ese punto. En otras palabras, el reactivo limitante limita la cantidad de producto que se puede formar en una reacción química.

Si no se agrega la cantidad suficiente de reactivo limitante, la reacción se detendrá una vez que se agote dicho reactivo, incluso si hay otros reactivos en exceso presentes. En este caso, el rendimiento de la reacción estará limitado por la cantidad del reactivo limitante inicialmente disponible.

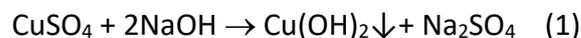
Si se agrega la cantidad exacta de reactivo limitante requerida según la estequiometría de la reacción, se maximizará el rendimiento de la reacción. En este escenario, todos los reactivos se consumirán completamente y se obtendrá la mayor cantidad de producto posible.

Sin embargo, si se agrega un exceso de uno o más reactivos en relación con el reactivo limitante, esto no aumentará el rendimiento de la reacción. Una vez que el reactivo limitante se agote, los reactivos en exceso permanecerán sin reaccionar y no contribuirán a la formación adicional de producto.

En resumen, el reactivo limitante influye directamente en el rendimiento de una reacción química. Identificar y utilizar adecuadamente el reactivo limitante es esencial para obtener el mayor rendimiento posible y optimizar la eficiencia de los procesos químicos.

En este artículo se propone una sencilla práctica de laboratorio donde se pueden estudiar estos conceptos (reactivo limitante y rendimiento), tanto de manera cualitativa como cuantitativa.

La reacción que vamos a estudiar es la obtención de hidróxido de cobre(II), a partir de hidróxido de sodio y sulfato de cobre(II):



Estudiaremos dos situaciones.

Caso 1.

- 1) Preparamos 50 mL de una disolución de sulfato de cobre(II) 0,1 M, a partir de la sal hidratada $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.
- 2) Preparamos 100 mL de una disolución de hidróxido de sodio 0,3 M.
- 3) En un vaso de precipitados de 400 mL mezclamos ambas disoluciones, observamos lo que sucede y dejamos reposar la mezcla alrededor de 10 minutos. Inmediatamente después de mezclar ambas disoluciones, observaremos que aparece una gran cantidad de sólido precipitado, quedando la disolución con un color azul verdoso y un sólido negro.
- 4) Mientras la mezcla reposa, preparamos un papel de filtro, posteriormente lo pesamos, anotando su masa.
- 5) Una vez pasados los 10 minutos, filtramos la mezcla por gravedad y la guardamos para la próxima sesión de laboratorio. En el embudo se observará una gran cantidad de sólido gelatinoso de color azul verdoso con motas negras.

Caso 2.

- 1) Preparamos 100 mL de una disolución de sulfato de cobre(II) 0,1 M, a partir de la sal hidratada $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.
- 2) Preparamos 50 mL de una disolución de hidróxido de sodio 0,3 M.
- 3) Repetimos los pasos 3), 4) y 5) del caso 1. En esta situación, al realizar el paso 3) se observará que aparece una gran cantidad de sólido precipitado, pero la disolución será de un color azul intenso y no se observará apenas el precipitado negro. Después de realizar el paso 5) en el embudo se

observará una gran cantidad de sólido gelatinoso de color azul intenso con apenas precipitado negro.



Imagen 1. Observación después del paso 3). El va-so de precipitados de la izquierda corresponde al caso 2 y el de la derecha al caso 1.

En la próxima sesión de laboratorio (una semana después), aparecerá la primera “sorpresa”. Los precipitados se han secado y han bajado considerablemente de volumen.

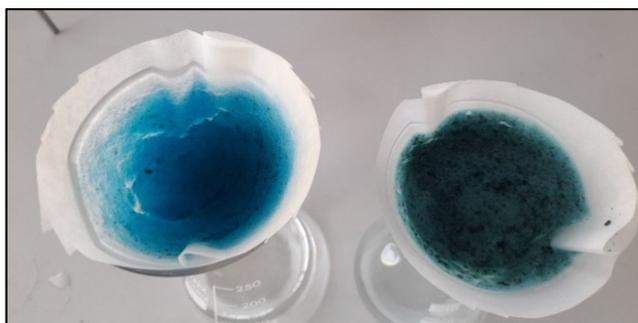


Imagen 2. Observación después del paso 5). El filtrado de la izquierda corresponde al caso 2 y el de la derecha al caso 1.



Imagen 3. Observación de los precipitados después de una semana. El embudo de la izquierda corresponde al caso 1 y el de la derecha al caso 2.

En esta segunda sesión de laboratorio, comenzaremos pesando el papel de filtro con los sólidos obtenidos, para posteriormente calcular la masa de producto ($\text{Cu}(\text{OH})_2$), mediante la diferencia entre el papel de filtro con producto y sin producto, que se pesó en el paso 4) y así obtener el rendimiento de la reacción. Para ello, habrá que hacer el cálculo del reactivo limitante utilizado en cada caso, con los datos de los pasos 1) y 2) y la estequiometría de la reacción (1). En este momento se producirá una segunda “sorpresa” y es que el rendimiento de la reacción superará con creces el 100%, pudiendo llegar a valores del 300%, dependiendo de cómo se haya hecho la mezcla del paso 3), es decir, si se echó la disolución de sulfato de cobre(II) sobre la disolución de hidróxido de sodio o viceversa y la velocidad con la que se hizo este paso.

Los cálculos del reactivo limitante, también se pueden corroborar de manera visual, ya que en el caso 1, el reactivo en exceso es el hidróxido de sodio, por eso la disolución que aparece en el matraz Erlenmeyer es incolora, mientras que en el caso 2 el reactivo en exceso es el sulfato de cobre(II) y la disolución es azulada.

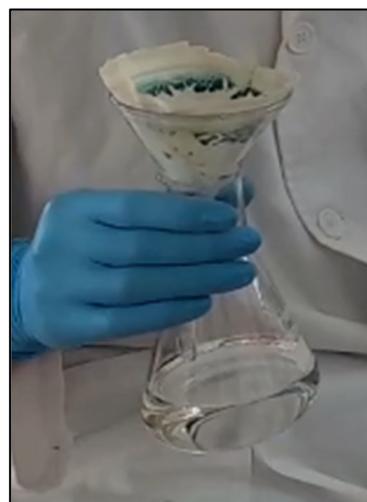


Imagen 4. Observación de la disolución incolora en el caso 1, que confirma que el reactivo en exceso es el hidróxido de sodio.

Llegados a este punto, solo queda explicar por qué nuestro rendimiento es superior al 100%, cosa que no puede suceder. Para ello cogemos una porción del sólido formado y lo introduciremos en un tubo de ensayo. Pos-

teriormente iremos añadiendo, con ayuda de una pipeta cuentagotas, una disolución de amoníaco al 5% al tubo de ensayo y observaremos los cambios que se producen.



Imagen 5. Observación de la disolución azulada en el caso 2, que confirma que el reactivo en exceso es el sulfato de cobre (II).

En el tubo de ensayo donde se estudia el caso 1, se observará la aparición de un color azul, que va aumentando de intensidad con el paso del tiempo y la presencia de un precipitado negro en el fondo del tubo de ensayo. Este precipitado nos da la explicación de tan elevado rendimiento, ya que además del producto deseado ($\text{Cu}(\text{OH})_2$), se ha obtenido una gran cantidad de óxido de cobre(II) (precipitado negro), lo que hacía aumentar la masa del producto. La presencia de $\text{Cu}(\text{OH})_2$ se pone de manifiesto con la formación del color azul, que se debe a la formación de un complejo entre el ion Cu^{2+} presente en el hidróxido de cobre(II) y el amoníaco. Como el óxido de cobre(II) es más estable que el hidróxido de cobre(II), el ion Cu^{2+} presente en el óxido no reacciona con el amoníaco. Algo similar sucede en el caso 2. Al añadir la disolución de amoníaco al tubo de ensayo, aparece de manera inmediata el color azul, característico de la presencia del complejo que forma el Cu^{2+} con el amoníaco, pero en el fondo se queda un precipitado blanquecino. Este precipitado se debe a la formación de polihidróxidos de cobre, que se ajustan a la fórmula $\text{Cu}_n(\text{OH})_{2n+2}^{2-}$. Estos compuestos son más esta-

bles que el hidróxido de cobre(II), por ese motivo, el ion Cu^{2+} no reacciona con el amoníaco.

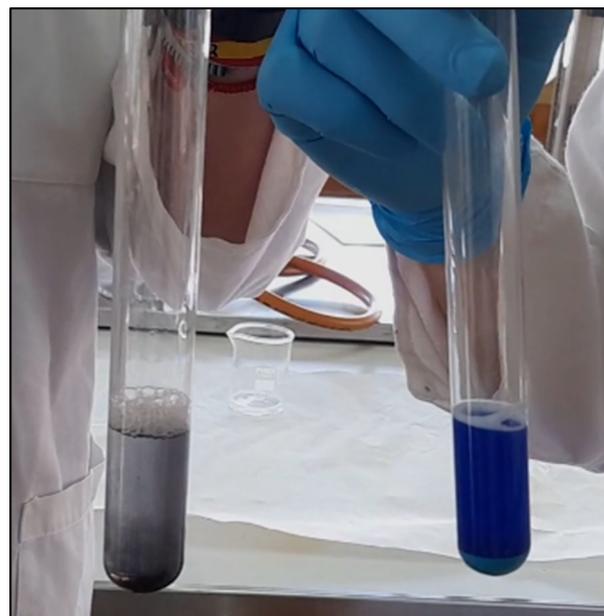


Imagen 6. Observación de la formación del complejo entre el ion Cu^{2+} y el amoníaco. A la izquierda el caso 1 (aparición lenta del color azul) y a la derecha el caso 2.



Imagen 7. Observación de la formación del complejo entre el ion Cu^{2+} y el amoníaco en el caso 1 (pasado el tiempo el color azul es más intenso).

En resumen, hemos estudiado el concepto de reactivo limitante y su influencia en el rendimiento de una reacción química, mediante una práctica de laboratorio utilizando la reacción de obtención de hidróxido de cobre(II) a partir de hidróxido de sodio y sulfato de cobre(II).

Los resultados obtenidos demostraron que el reactivo en exceso en el caso 1 era el hidróxido de sodio, mientras que en el caso 2 era el sulfato de cobre(II). Esto se evidenció visualmente a través del color de la disolución en el matraz Erlenmeyer, siendo incolora en el caso 1 y azulada en el caso 2.

Se observó que, en ambos casos, se obtuvo un rendimiento de la reacción que superaba el 100%. Esto se debió a la presencia de productos adicionales, como el óxido de cobre(II) en el caso 1 y los polihidróxidos de cobre en el caso 2. Estos productos adicionales contribuyeron a un aumento en la masa del producto y, por lo tanto, a un rendimiento aparentemente elevado.

Además, se demostró la formación de complejos entre el ion Cu^{2+} presente en el hidróxido de cobre(II) y el amoníaco, lo cual se manifestó a través de cambios de color en los tubos de ensayo al añadir la disolución de amoníaco.

En conclusión, el estudio del reactivo limitante y el rendimiento de una reacción química es fundamental para comprender la estequiometría y optimizar los procesos químicos. Con esta sencilla práctica de laboratorio se puede obtener una comprensión visual y cuantitativa de estos conceptos, destacando la importancia de identificar el reactivo limitante y su influencia en la obtención de productos deseados.

José Juan Sirvent Carbonell

*Colegio HH. Maristas Sagrado Corazón,
Alicante*

◆ Poniendo en práctica el método científico a través del estudio de la eficacia de purificadores de aire con filtros HEPA en centro educativos

Resumen: Cualquier sistema educativo busca la implementación de entornos de enseñanza-aprendizaje en los que se lleven a cabo actividades orientadas a la construcción del conocimiento y a la innovación educativa. Estos entornos educativos persiguen que el aprendizaje se haga de una manera significativa. Con el fin de satisfacer esa demanda desde el área de Física y Química se abordó el tema del método científico de forma práctica. Para ello, los alumnos de 4º E.S.O. comprobaron si los purificadores de aire funcionan y en qué condiciones se cumplen los niveles de gases permitidos.

Palabras claves: Covid-19, purificadores, centros educativos, calidad del aire y método científico.

1. INTRODUCCIÓN.

Siempre es difícil enseñar el método científico; esta situación quizás sea debido a que a menudo explicar cada etapa resulta complejo, porque los ejemplos que utilizamos como profesores en general abordan problemas que al alumno no le resultan de interés o bien desde su perspectiva no son problemas científicos que necesiten una respuesta. Así entonces, enseñar este tema que es la base de todo el conocimiento científico representa un reto, más para el profesor. En la búsqueda de tratar este desafío con la mejor didáctica posible, en el I.E.S.O. "Valdemedel" de Ribera del Fresno, se abordó el tema del método científico con alumnos de 4º de ESO, comprobando si los purificadores de aire con filtros HEPA funcionaban y en qué condiciones se cumplían los niveles de gases permitidos.

La elección del tema objeto de estudio fue debido a pandemia provocada por el COVID-19. La actual pandemia requiere la reconsideración de soluciones prácticas adecuadas para evaluar la calidad del aire en espacios cerrados. Para reducir la probabilidad de infección, deben conseguirse altas tasas de intercambio de aire.

La ventilación incrementa el porcentaje de aire fresco, pero, para reducir de manera efectiva el riesgo, se necesitan altas tasas de intercambio de aire. Durante los períodos cuando el aire externo sea relativamente frío, el procedimiento afecta el balance energético, así como la sensación de bienestar en los espacios cerrados. Además, cuando se cierran las ventanas aumenta, nuevamente, la concentración de virus potencialmente existente. Los sistemas móviles de ventilación pueden garantizar una reducción permanente del riesgo de infección. Según un estudio de la Universidad Militar (Bundeswehr) de Múnich, los filtros para espacios cerrados pueden minimizar el riesgo de infección por COVID-19 de manera más eficiente que lo que se conseguiría mediante una ventilación constante.

¿Cómo funciona un depurador de aire?

Los depuradores de aire sirven para eliminar los elementos tóxicos presentes contaminantes del aire. Este aparato capta el aire del ambiente mediante un ventilador, con ayuda de un potente filtro elimina las partículas nocivas del aire, además de humos e impurezas presentes.

Es muy beneficioso su uso en las siguientes situaciones:

- Personas con problemas respiratorios o cutáneos, como pueden ser el asma, algunas alergias o la dermatitis atópica. Es beneficioso el uso de este para limpiar el aire de sustancias como el polen, moho, caspa de animales que causan estos problemas.
- Es recomendable en aquellos lugares con poca ventilación puesto que la calidad del aire es muy baja o pobre.

¿Puntos importantes a tener en cuenta a la hora de comprar el depurador de aire (Filtro HEPA)?

- Qué es: Es una malla de fibras que están dispuestas de forma al azar. Estas fibras suelen ser de fibra de vidrio y con diámetros entre 0,5 y 2,0 μm . Algunos purificadores HEPA, como los destinados a la medicina,

llevan incorporado una luz ultravioleta de alta energía para eliminar cualquier bacteria viva o virus atrapado por el filtro.

- Para qué sirve: Estos filtros evitan la propagación de virus y bacterias a través del aire.

Algunas de las unidades HEPA mejor valoradas tienen una eficiencia del 99,995 % lo que asegura un alto nivel de protección contra enfermedades que se transmitan por el aire.

- Distancia a purificar: Para comprar un purificador primero hay que medir los metros cúbicos de la habitación a depurar. Para dimensionar la habitación simplemente calcularemos su volumen. Esto es: su superficie multiplicado por la altura. Los purificadores de aire ofrecen en sus especificaciones este dato o bien una aproximación a la superficie a purificar.

-Potencia: Según el espacio a depurar necesitamos más o menos potencia. Por lo tanto, cuantos más metros cúbicos tengamos que cubrir, más potencia requerimos. Si no medimos la habitación antes de comprar el depurador, obligamos a este a trabajar durante más horas.

El objetivo de estudio es comprobar si los purificadores de aire funcionan y en qué condiciones se cumplen los niveles de gases permitidos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. Diseño experimental.

A continuación, se describen los diferentes ensayos realizados:

1º Ensayo: Puerta cerrada y ventanas cerradas. En una clase normal cerraremos las puertas y ventanas durante unos minutos, transcurrido ese tiempo mediremos el nivel de CO₂ del aire.

-Tiempo con las puertas cerradas: 15 minutos
* 3 veces - Personas dentro del aula: 24

2º Ensayo: Puerta abierta y ventanas cerradas. En una clase normal abriremos las puertas y cerraremos las ventanas durante unos

minutos, transcurrido ese tiempo mediremos el nivel de CO₂ del aire. La apertura de la puerta será de 30 cm.

-Tiempo que se mantiene la puerta abierta: 15 minutos * 3 veces - Personas dentro del aula: 24

3º Ensayo: Puerta cerrada y ventanas abiertas. En una clase normal cerraremos las puertas y abrimos las ventanas durante unos minutos, transcurrido ese tiempo mediremos el nivel de CO₂ del aire. La apertura de las ventanas será de 90 cm.

-Tiempo que se mantiene la ventana abierta: 15 minutos * 3 veces

- Personas dentro del aula: 24

4º Ensayo: Puerta abierta y ventanas abiertas. En una clase normal abriremos las puertas y ventanas durante unos minutos, transcurrido ese tiempo mediremos el nivel de CO₂ del aire. La apertura de la puerta será de 30 cm y la ventana 90 cm.

-Tiempo que se mantiene la puerta y las ventanas abiertas: 15 minutos * 3 veces

- Personas dentro del aula: 24

orgánicas emitidas como gases por productos o procesos químicos. Las fuentes típicas de COV en interiores incluyen cosas como agentes de limpieza, desinfectantes, ambientadores, deshumidificadores, ...

- Intervalo de concentraciones para una situación de confort : < 200 µg/m³
- Intervalo de concentraciones para una situación de desconfort : 3000 – 25000 µg/m³
- Intervalo de situación tóxica > 25000 µg/m³

*HCHO: El formaldehído o metanal es un compuesto químico, más específicamente un aldehído altamente volátil y muy inflamable, de fórmula H₂C=O. Se obtiene por oxidación catalítica del alcohol metílico. Este producto químico se utiliza ampliamente como bactericida o conservante, en la fabricación de ropa, plásticos, papel, tableros y en otros muchos usos. De hecho, el formaldehído está muy extendido en nuestro medio. También puede encontrarse en muchos productos como producto de descomposición o alteración de los mismos.

CARACTERÍSTICAS	CONDICIONES A CUMPLIR
Compuestos orgánicos volátiles (COV)	Menos de 500 ug / m ³
Formaldehído (HCHO)	Menos de 27 ppm
Dióxido de carbono(CO ₂)	Aproximadamente 700 ppm por encima de los niveles del aire exterior (generalmente alrededor de 1000 a 1200 ppm)
Índice calidad del aire (AQI)	Entre 0 a 50.
Temperatura	20 °C a 23 °C (invierno); 24 °C a 27 °C (verano)

2.2. Equipamiento utilizado

El instrumento utilizado para tomar las mediciones es el AIR QUALITY DETECTOR Jjf1059.1-2012 de Rosh. Con dicho instrumento medimos los siguientes parámetros:

* COVT: Los COV son compuestos orgánicos que se transforman fácilmente en vapores o gases y que contribuyen a la mala calidad del aire interior. Son sustancias químicas

Tabla 1: Parámetros recomendados para la calidad del aire interior según *International Well Building Institute*.

* µg / m³ = microgramos por metro cúbico
 *CO₂: El dióxido de carbono (CO₂) puede no ser el factor más pernicioso que impacta la calidad del aire interior, pero a menudo se usa como sustituto de la calidad del aire y el nivel de ocupación del edificio. Cuantos más ocupantes haya en una habitación o edificio,

más CO₂ se libera al aire. Para evitar que los niveles de CO₂ aumenten demasiado, lo que puede tener un impacto negativo en los ocupantes, el aire exterior debe introducirse deliberadamente en el edificio a través de un sistema de ventilación. Típicamente, el aire exterior es de aproximadamente 400. Si el medidor pasa de 1000 ppm, hay que ventilar.

*AQI (Índice de Calidad del Aire): El índice de calidad del aire es una medida para determinar el nivel de contaminación del aire y, por lo tanto, la calidad del aire implícita. Cuanto menor sea el AQI, mejor será la calidad del aire. Un AQI por debajo de 50 indica una calidad del aire bastante buena, mientras que un AQI por encima de 300 significa que el aire contiene concentraciones peligrosas de sustancias nocivas.

A modo de resumen, en la Tabla 1 se muestran algunos de los parámetros recomendados para la calidad del aire interior según lo indicado por *el International Well Building Institute*.

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos (ver Tabla 2) ponen de manifiesto que solo en el ensayo 4 y 3 los valores están por debajo los 1000-1200 ppm. Todos los demás valores están dentro de los límites permitidos.

CONCLUSIONES

Tras analizar los resultados obtenidos podemos sacar como conclusión que podemos cerrar las puertas y abrir la ventana un poco, sin superar los niveles recomendables de dióxido de carbono.

Recomendamos en el caso de tener recursos económicos comprar filtros Hepa.

	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4
CO ₂	1450	1250	940	653,33
TVOC	1,69	1,37	3,47	0,308
HCHO	0,239	0,197	0,449	0,223
Mean Value	737,66	828,33	979	579,66

Tabla 2: Resultados obtenidos con el purificador de aire conectado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<https://bit.ly/3NTbogJ>

<https://bit.ly/3M7GT5k>

Estrella Prior Santana

*IESO Valdemedel de Ribera del Fresno
(Badajoz)*

epriors01@educarex.es

1 ¡RESERVA UN DÍA MUY ESPECIAL: 6/10/23!

Desde nuestro grupo, estamos preparando una Jornada, con el nombre de “6·10²³. Didáctica e Historia de la Física y la Química: de los conceptos a las situaciones de aprendizaje”, en la que, además, celebraremos una reunión de Junta General del GEDH.

Está programada en Madrid, para el 6 de octubre del presente año, por coincidir de algún modo con los valores numéricos del número de Avogadro, 6×10^{23} , tan relevante en la física y la química.

Aparte de la presentación y discusión de diversos aspectos relacionados con el título de la jornada, se aprovecharía para celebrar la entrega de los “Premios a la labor educativa: «FÍSICA Y QUÍMICA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE»” y el “Premio Salvador Senent”, anunciados al inicio de este Boletín.

A la vuelta del verano se informará oportunamente de este evento, que se celebrará en colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid.

◆ Recordando a Miguel A. Catalán

MIGUEL A. CATALAN SAÑUDO (Zaragoza, 1894 - Madrid, 1957), investigador científico; hace cien años era uno de los pioneros mundiales en el estudio de la estructura de la materia, a partir de sus indagaciones e investigaciones espectroscópicas, realizadas en Madrid, en Múnich, en Londres y en diferentes centros de investigación de Estados Unidos. Fue el descubridor de los multipletes en los espectros de distintos elementos de la materia, autor de 70 publicaciones científicas relacionadas con su especialidad, así como redactor de manuales de segunda enseñanza. Fue Catedrático de la Universidad Complutense de Madrid y Profesor de la Cátedra de la Fundación Conde de Cartagena de la Real Academia de Ciencias.



Miguel A. Catalán Sañudo

Pero además de investigador, era un maestro, al que le gustaba dar clase de física y de química a los jóvenes. Fue mi profesor en el bachillerato.

Estuvo casado con Jimena Menéndez Pidal, hija del famoso historiador y filólogo Ramón Menéndez Pidal, creador de la escuela filológica

española, y miembro erudito de la generación del 98. Jimena y Miguel tuvieron un hijo, Diego Catalán Menéndez-Pidal, también filólogo y catedrático.

Recordando aquellos años y sus enseñanzas, me he sentido obligado, cumpliendo una exigencia de gratitud, a reiterar su memoria y su labor científica. Por esta razón he editado tres biografías dedicadas a su vida: El Señor Catalán (ADANAE y Dinámica Fundación, 2009), Miguel A. Catalán, (Editorial Arpegio, 2012) y Miguel Catalán: CXXV aniversario (ADANAE, 2019).

La dimensión de su figura nos la expresa el hecho de que, aunque tras la Guerra Civil, en vida fue perseguido políticamente, tras su muerte, fueron numerosos los testimonios sobre la importancia de sus ideas científicas y de su labor investigadora, siendo dedicado con su nombre el Centro de Física "Miguel A. Catalán" (CFMAC), perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), que está integrado por el Instituto de Óptica "Daza de Valdés" (IO), junto con los Institutos de Estructura de la Materia (IEM) y de Física Fundamental (IFF). El CFMAC tiene como objetivo fundamental fomentar la colaboración entre los Departamentos de los Institutos que lo integran, aglutinar esfuerzos y proporcionar unos servicios generales comunes.

También con su nombre fueron designados institutos de segunda enseñanza en Coslada (Madrid) y Zaragoza, y se dio su nombre a diversas calles de ciudades españolas.

La Comunidad de Madrid concede anualmente el Premio de Investigación "Miguel Catalán" en Ciencias desde 2005, en su memoria. La Unión Astronómica Internacional dio su nombre a un grupo de cráteres de la Luna: el situado en las coordenadas 46°S y 87° W, como simbólico reconocimiento de la sociedad científica internacional al impacto que en la astrofísica y en la física supuso su singular aportación.

En 1994, coincidiendo con el centenario de su nacimiento, se realizaron diversos actos y homenajes. Podemos recordar la publicación de su biografía redactada por el académico José Manuel Sánchez Ron: *Miguel Catalán. Su obra y su mundo*, editada por la Fundación Menéndez-

Pidal y el CSIC, y también un texto biográfico publicado por el Centro de Física Miguel A. Catalán, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, y titulado: *En recuerdo del profesor Miguel A. Catalán*, con un prólogo de Antonio Corrons. En esta publicación se hace énfasis en la denominada Escuela de Madrid, de espectroscopia, y contiene la siguiente dedicatoria: En homenaje al Profesor D. Miguel A. Catalán, inolvidable maestro y precursor de los estudios de espectrografía y astrofísica en el mundo.



Tarjeta y sello del Servicio de Correos de España, emitido el 5 de mayo de 1994, coincidiendo con el centenario del nacimiento de Miguel. A. Catalán.

También podemos recordar el número 56 de la revista del Colegio de doctores y licenciados, de julio de 1994, con una breve biografía de Miguel Catalán, que fue redactada por su adjunto, el profesor Fernando Rico.

En 1934 había ganado por oposición la cátedra de estructura atómico-molecular y espectroscopia, creada en reconocimiento a su labor, e incorporada a los estudios de doctorado de la Facultad de Ciencias de Madrid. En 1946, y tras ser separado de la universidad, y de su trabajo científico por razones políticas, se reincorporó a su cátedra de la Universidad de Madrid, y en 1950 fue nombrado jefe de la sección de espectros atómicos del Instituto de Óptica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Después de la Segunda Guerra Mundial visitó varias veces los Estados Unidos, dando conferencias y trabajando en diversos centros, como el *National Bureau of Standards*, de Washington, o el *Massachusetts Institute of Technology* de Boston, entre otros.

En 1952 fue nombrado miembro de la *Joint Commission for Spectroscopy*, del *International Council of Scientific Unions*, y en 1955, la *Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid*, le eligió académico de número. Catalán se mantuvo activo hasta su muerte; en sus últimos años dirigía en Madrid trabajos de investigación acerca de los espectros de los átomos doblemente ionizados y sobre los elementos químicos de transición, como el radio, el magnesio, el vanadio, etc. Miguel A. Catalán fue un excelente maestro y siempre mantuvo una gran preocupación por la formación de sus discípulos.

Conmemoraciones

Con motivo de la celebración en 2019 del CXXV aniversario de su nacimiento, y del centésimo aniversario de su descubrimiento de los multipletes del manganeso (2021), en esos años se convocaron distintos actos en Madrid y en Zaragoza, y fue inaugurada la exposición *Miguel Catalán: Investigador y Maestro*, en la Facultad de Ciencias, de la Universidad de Zaragoza, actuando de comisarios de la misma, la profesora Belén Villacampa, de la Universidad de Zaragoza, y Carlos González Larraga, profesor del Instituto E.S. Miguel Catalán, de Zaragoza.



En el Instituto E.S. Miguel Catalán, de Zaragoza se celebraron también diversos actos en su recuerdo, bajo el lema *Año Miguel Catalán: Descifrando la luz*, además de la inauguración de un busto y de una escultura alegórica sobre

sus investigaciones. También la repetición en ese centro educativo de la exposición: <https://sites.google.com/ies-mcatalan.com/serviciostic/exposici%C3%B3n-virtual-125-aniversario/iesmc-12-de-marzo?authuser=0>

En esos años, la profesora Pilar Catalán, de la Escuela Politécnica Superior de Huesca, y sobrina nieta de nuestro profesor, organizó en esa ciudad otro acto de homenaje en recuerdo de Miguel Catalán. Nuestro profesor había sido profesor ayudante en el Instituto de Huesca desde 1915 a 1918.

Con el fin de mantener viva su memoria, al salir del acto, un grupo constituido por: Belén Villacampa, Carlos González Larraga, Pilar Catalán, su nieta Sara Catalán, Elena Gallego (de la Fundación Menéndez Pidal), Lourdes Sada, Jesús Catalán y yo mismo, nos comprometimos a realizar nuevas actuaciones. Pensando en que los jóvenes utilizan cada vez más Internet, y en concreto la Wikipedia, procedimos a revisarla y a incorporar nuevos textos referentes a Miguel Catalán.

Memoria viva

A partir de ahí se han revisado y ampliado las páginas dedicadas a nuestro profesor en la Wikipedia:

- Miguel Catalán Sañudo

https://es.wikipedia.org/wiki/Miguel_Catal%C3%A1n_Sa%C3%B1udo

- Catalán (cráter)

[https://es.wikipedia.org/wiki/Catal%C3%A1n_\(cr%C3%A1ter\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Catal%C3%A1n_(cr%C3%A1ter))

Se han añadido enlaces en estas páginas:

- Tabla periódica de los elementos:

https://es.wikipedia.org/wiki/Tabla_peri%C3%B3dica_de_los_elementos

- Alternativas de tablas periódicas:

https://es.wikipedia.org/wiki/Alternativas_de_tablas_peri%C3%B3dicas

Y se han introducido estas nuevas páginas:

- Modelo atómico de Bohr-Sommerfeld-Catalán

https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_at%C3%B3mico_de_Bohr-Sommerfeld-Catal%C3%A1n

- Tabla periódica de Miguel Catalán

https://es.wikipedia.org/wiki/Tabla_peri%C3%B3dica_de_Miguel_Catal%C3%A1n

- Multipletes (espectroscopía)

[https://es.wikipedia.org/wiki/Multipletes_\(espectroscop%C3%ADa\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Multipletes_(espectroscop%C3%ADa))

Y en *Wikimedia Commons*, en el repositorio multimedia libre, han sido incorporadas estas páginas con ilustraciones:

- Categoría: Miguel Catalán Sañudo

https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Miguel_Catal%C3%A1n_Sa%C3%B1udo

File:SrCaTaLaN-Completo.jpg

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SrCaTaLaN-Completo.jpg?uselang=es>

File:Tabla periódica de Miguel Catalán.jpg

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tabla_peri%C3%B3dica_de_Miguel_Catal%C3%A1n.jpg

- Categoría: Catalán (cráter)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Catal%C3%A1n_\(crater\)](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Catal%C3%A1n_(crater))

File:Cráteres Catalán en mapa de la luna.jpg

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cr%C3%A1teres_Catal%C3%A1n_en_mapa_de_la_luna.jpg

Perpetuando su memoria

Los que fuimos sus alumnos, y otras muchas personas admiradores de su labor y de su personalidad, deseamos mantener viva su memoria, recordando sus descubrimientos y sus ideas científicas.

Gabriel Barceló Rico-Avello

Dr. Ingeniero Industrial y Lic. en Ciencias Físicas

◆ La cena de Navidad: De noche, todos los gatos son pardos (reacciones de pardeamiento)

La festividad de Navidad es uno de esos momentos en que la comida toma un protagonismo, yo creo que excesivo, y nos sobrealimentamos como si no hubiera un mañana. Las reuniones familiares se suceden sin solución de continuidad y alrededor de carnes, pescados y turrones se dan conversaciones que solo en estas fechas pueden producirse.

Y, si miramos esa mesa repleta de alimentos, adornos y bebidas con la visión de la ciencia: ¿Qué podemos aprender de un langostino? ¿y del pavo rustido con tanto cariño?, y ¿qué me dices de esa piña para el postre?

Podemos disfrutar de la Navidad tanto como lo solemos hacer y, de camino, salpicar con explicaciones científicas estos momentos. Seguro que no faltan las discusiones sobre lo bueno o lo malo de tomar una copita de vino o de lo fundamental del poleo menta tras una copiosa cena de nochebuena.

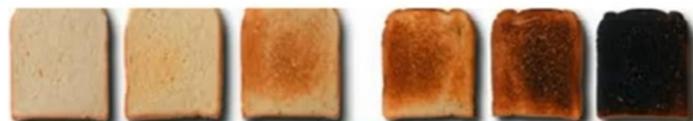
Vamos a ponernos las gafas de ver ciencia y disfrutar de la velada.

¡Vaya pinta que tiene el pollo relleno que ha hecho mi suegra! Doradito por fuera y tierno por dentro. Con esos tonos marrones sobre la piel y ese aroma a... ¿cómo se dice?, ¡ah sí!, a melanoidinas.

Vamos por partes. La química es la responsable de esta experiencia sensorial tan fascinante, y más concretamente las reacciones de Maillard.

Parafraseando a mi querido y admirado Eduardo Sáenz de Cabezón en uno de sus fabulosos monólogos donde decía: “allá donde se encuentren dos catetos y una buena hipotenusa, el Teorema de Pitágoras funciona a tope”, voy a versionarla como “allá donde se encuentre un grupo carbonilo de un azúcar reductor con un grupo amino de una buena proteína, la reacción de Maillard funciona a tope”. Eso sí, si la temperatura es lo suficientemente elevada.

Este tipo de reacciones pertenecen a lo que llamamos procesos de pardeamiento no enzimático y son responsables de la aparición de esos pigmentos pardos o negros (melanoidinas) tan característicos de los alimentos tostados que le otorgan su sabor y olor tan apetecibles.



Estas reacciones son extraordinariamente complejas y se producen en las distintas etapas muchos productos diferentes.

Cuando un compuesto que posee un grupo amino ($-NH_2$) como son los aminoácidos que forman las proteínas, se encuentra con algunos azúcares que poseen carácter reductor, reacciona con estos debido a la existencia de grupos carbonilos $-CO-$.

Si bien es necesaria una temperatura entre 130-165 °C para que se produzca de manera exitosa.

Seguro que lo habéis visto y disfrutado más de una vez. Cuando hacemos patatas fritas, nos gustan que estén doradas y crujientes. Igual que nos ocurre con la corteza del pan, y nos envuelven aromas que despiertan nuestro apetito.

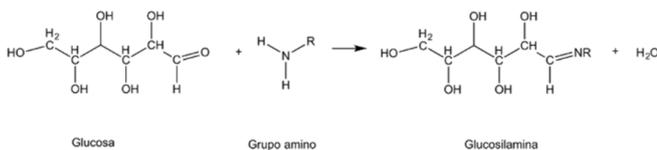
Pues bien, son nuestras reacciones de Maillard las responsables de ese mejor aspecto y sabor y de crear esas sustancias volátiles que nos incitan a que no quede ninguna patata en el plato o que cuando un pan recién horneado se cruza en nuestro camino, nuestra voluntad quede anulada y sea irremisible hincarle el diente.

Fue **Louis Camille Maillard**, químico y médico, quien describió este proceso por primera vez a principios del siglo XX (1912) y explica porque no se puede producir en un método de cocción donde el agua llega hasta los 100 °C (décima arriba décima abajo según la presión). Fue una aportación a la ciencia que no era su objetivo de investigación principal, sino que estaba estudiando cómo se unían los distintos aminoácidos en la formación de las proteínas.



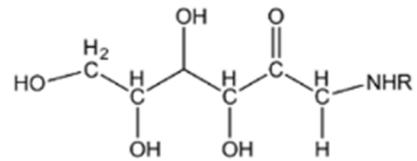
A este proceso, también se le nombra como glicación o glucosilación.

El azúcar (monosacárido) más importante y presente en muchos alimentos es la glucosa que al reaccionar con un aminoácido provoca la aparición de la N-glucosilamina



A medida que esta glucosilamina siga calentándose aparecerá una nueva familia de compuestos, las cetosaminas, y más concretamente los compuestos de Amadori (aún sin el color y sabor que buscamos), que tras nuevos y complejos procesos darán lugar a polimerizaciones cuyo resultado final son las melanoidinas, ahora sí de color marrón y

aromas y sabores que nublan nuestros sentidos del gusto y del olfato.



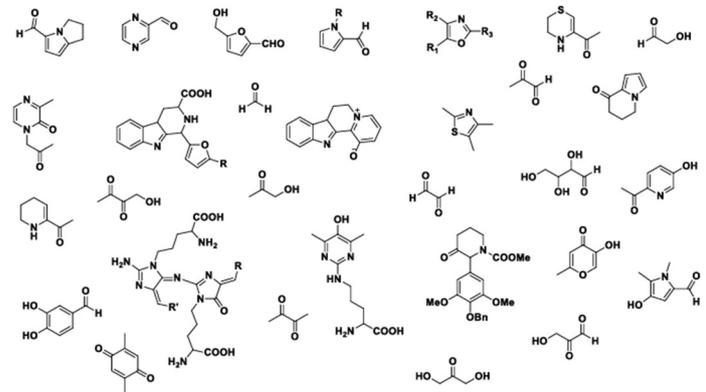
Producto de Amadori

Esta reacción se llama de **pardeamiento no enzimático** porque, al contrario que veremos más adelante, no es ninguna enzima la responsable del proceso.

Otros procesos donde ocurren son el tostado del café donde tan importante es liberar los compuestos volátiles que dan el aroma irrenunciable para los muy cafeteros.

Quizá ahora, entendamos mejor que cuando freímos cualquier rebozado, carnes o patatas, lo hacemos en aceite porque se necesitan temperaturas elevadas para lograr que aparezcan las reacciones de Maillard y con ellas, la sabrosura. Algo que no podemos conseguir con la cocción en agua.

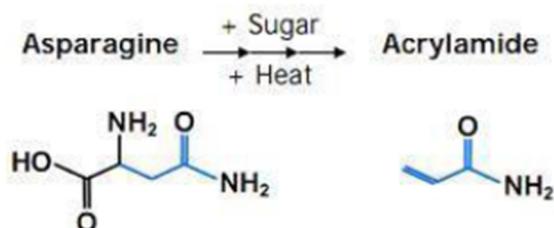
La reacción de Maillard da lugar a una gran cantidad de compuestos diferentes



Pero, no todo el monte es orégano, porque si nos excedemos en el tostado y pasamos de ese suave dorado al negro, aparecen sustancias como la acrilamida que no parece ser de las moléculas más amables para nuestro organismo y ha sido clasificada por la *Agencia Internacional de Investigación contra el Cáncer (IARC)* como posible sustancia carcinógena en la categoría 2A en estudios realizados con animales, aunque no pueda extrapolarse esta información a las personas de manera directa. Lo cierto es que, aunque la incidencia en humanos no está

demostrada, por el principio de precaución se ha introducido en este grupo donde también tenemos las carnes rojas, beber mate o trabajar como peluquero.

Esta molécula de acrilamida aparece como producto en las reacciones de Maillard a temperaturas superiores 175 °C. Ocurre de manera muy especial con alimentos ricos en almidón y con un aminoácido como es la asparagina.



Cuando la acrilamida es absorbida en el tracto gastrointestinal se distribuye por distintos órganos y comienza a metabolizarse. En este proceso, uno de los metabolitos que aparecen, parece tener especial implicación en los efectos adversos observados en animales. Esta nueva molécula que surge del metabolismo de la acrilamida es la glicidamida. Y, junto a la acrilamida hacen un peligroso cóctel que tiene capacidad para alterar el ADN y por ello provocar cáncer.

¿En qué alimentos encontramos la acrilamida?

Como hemos indicado aquellos alimentos ricos en almidón como el pan, las patatas o galletas al ser tostados en un ambiente de baja humedad y altas temperaturas, son especialmente propensos a su generación en este proceso.

También el café en su proceso de tostación genera la aparición de la acrilamida, aunque hay diferencias. Siempre tendrá menos proporción de esta molécula el café natural frente al café torrefacto, y dentro de las variedades será preferible la variedad arábica frente a la robusta.

El proceso de torrefactar el café para obtener un café más negro y más fuerte, aunque con menos cafeína que en un tostado natural, no parece ser una buena idea para nuestra salud.

La idea del café torrefacto viene del empresario pacense José Gómez Tejedor, fundador de la marca de cafés La Estrella. Los mineros en Cuba

envolvían los granos de café en azúcar para conservarlos mejor, lo que le dio la idea para incorporar el azúcar en el proceso de tostado del café. Al someterlo a altas temperaturas se creaba una película caramelizada sobre los granos que hacía que se conservasen durante mucho más tiempo, lo que en la época era un gran punto a su favor.

El café torrefacto es un café de sabor más fuerte, más quemado. Y, como ya habremos deducido, el aumentar la concentración de azúcar y quemar el grano solo puede acabar de una manera: con más acrilamida.

Y, para terminar con el café, hacer referencia a algunos estudios que indican que los cafés solubles son los más ricos en acrilamida y los descafeinados en mayor proporción que los que contienen cafeína.

Así, que ya estás eliminando de tu vida el café soluble descafeinado.



Pero, si de verdad, quieres estar expuesto a altas dosis de acrilamida. Mejor que unas tostadas quemadas y un café torrefacto puedes entrar en contacto con el humo del tabaco. Y, digo en contacto porque este humo rico en acrilamida también afectará a los fumadores pasivos.

Vale, ya hemos renunciado al cigarrillo, al café descafeinado soluble, a las galletas ultraprocesadas y a las tostadas de pan de molde churruscadas, pero las patatas fritas, no. ¡Hasta ahí podíamos llegar!

Podemos estar de acuerdo en que es un placer el hecho de coger una patata frita crujiente y disfrutar de su textura y su color dorado (que no quemado).

Para seguir disfrutándolo veamos algunos consejos.

1. Puestos a elegir, evitemos las bolsas de patatas y friámoslas nosotros mismos y así controlar el proceso.
2. Preferiblemente que sean patatas frescas que no estén demasiado maduras. Que no tengan brotes, pues esto indica que el almidón ya ha comenzado el proceso de convertirse a azúcares más simples susceptibles de dar lugar a la acrilamida.
3. Fuera de la nevera. La temperatura ha de ser superior a 6 °C para que su contenido en azúcares sea menor, pues a bajas temperaturas favorecemos la descomposición del almidón en azúcares sencillos y por tanto se facilitará la formación de acrilamida
4. Enjuagar en agua para eliminar la mayor parte de azúcares.
5. No freír a más de 175 °C
6. Sacar las patatas cuando estén doradas, nunca ennegrecidas.

En 2014 se lanzó al mercado una patata con mucha menos cantidad de asparagina, lo que de manera directa afecta a una menor producción de acrilamida en el proceso de fritura. Su nombre comercial es patata "Innate" y fue desarrollada por uno de los principales distribuidores de patatas congeladas de McDonalds.

Esta patata, consecuencia de procedimientos transgénicos que además de disminuir el aminoácido antes indicado también proporciona bajos niveles de la enzima polifenoloxidasas responsable de la oxidación enzimática propia de frutas y verduras.

En Europa, debido a la legislación vigente y a un miedo irracional a las técnicas de modificación genética, no se ha producido ninguna repercusión digna de resaltar.

Miedo a la modificación genética de alimentos, sí. Miedo a la acrilamida, no tanto.

En fin, paradojas de la vida.

Carlos Moreno Borrallo

Jefe del Departamento de Ciencias
Ágora International School Andorra
cmorenopirineu@gmail.com

CURSOS Y JORNADAS

◆ **3rd STEM-CPD Summer School**

Dear colleagues,

We would be very grateful if you would disseminate among your colleagues who work at STEM faculties an invitation to apply for the 3rd STEM-CPD Summer School, taking place from 15th to 19th October 2023 at the University of Aveiro, Portugal.

This international and highly interactive summer school is organized by the ECTN (European Chemistry Thematic Network) Working Group Eurolecturer Academy, in cooperation with several esteemed European universities and STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) organizations.

The STEM-CPD Summer Schools are designed to provide continuous professional development (CPD) opportunities for lecturers in STEM disciplines, focusing on enhancing their university teaching competences with an international dimension. Our program empowers participants to implement professional development activities in STEM teaching and learning upon their return to their respective universities, thereby enhancing the quality of education in their local context and supporting fellow lecturers.

Successful completion of the 3rd STEM-CPD Summer School will lead to the award of the CPD Ambassador certificate, along with the

opportunity to join the international CPD Ambassadors community.

The application deadline for the 3rd STEM-CPD Summer School is July 10, 2023. For detailed information about the summer school and the conditions for participation, please visit our website at:

<https://ectn.eu/stem-cpd-summer-school/>.

You can find the online Application form under the Registration section.

Kindly note that, due to its interactive approach, the 3rd STEM-CPD Summer School has a limited number of spots available, accommodating only 24 participants. Therefore, the organizing committee will conduct a selection process based on applicants' motivation and the principle of first come, first served.

3rd STEM-CPD Summer School

15-19 October, 2023, Aveiro, Portugal



For further details, please refer to the flyer (<https://short.upm.es/vqsad>) from our website.

We invite you to become a part of the enriching academic environment of CPD Ambassadors and join the 3rd STEM-CPD Summer School 2023, where esteemed professionals like yourself contribute to the advancement in higher STEM education. You are welcome to share this information with your colleagues!

Kind regards,

Natasa Brouwer and Iwona Maciejowska

ECTN WG Eurolecturer Academy 3rd STEM-CPD Summer School Organizing and Scientific Committee

◆ XXIII JORNADAS SOBRE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA. BURGOS 2023

A punto de comenzar las vacaciones me pongo en contacto con vosotros para informaros de una actividad que hemos preparado para llevar a cabo a finales de septiembre. Se trata de las XIII Jornadas sobre la Enseñanza de la Física que se celebrarán durante los días 29 y 30 de ese mes.

Después de varios años, volvemos a recuperar estas jornadas que tanto éxito tuvieron en el pasado.

Además de la colaboración entre el Departamento de Física de la Universidad de Burgos y la División de Enseñanza y divulgación (DEDF) de la Real Sociedad Española de Física (RSEF), se ha sumado a la organización el Centro de Formación del Profesorado de Burgos, con lo que esta actividad esperamos llegue a un numeroso grupo de profesores.

En la dirección <https://short.upm.es/k8i23> tenéis el Programa de las XIII Jornadas y la Ficha de Inscripción.

A los que estéis interesados en participar os agradecemos la enviéis cuanto antes, a efectos organizativos. Los miembros de la DEDF que sean profesores de Secundaria en Madrid pueden solicitar la autorización para desplazarse un día en concepto de formación, según la normativa fijada por la Consejería de Educación de Madrid.

La experiencia nos ha puesto de manifiesto que, a pesar de la distancia, la Universidad de Burgos con su tradicional acogida favorece el intercambio de experiencias que se llevan a cabo en este tipo de actividad.

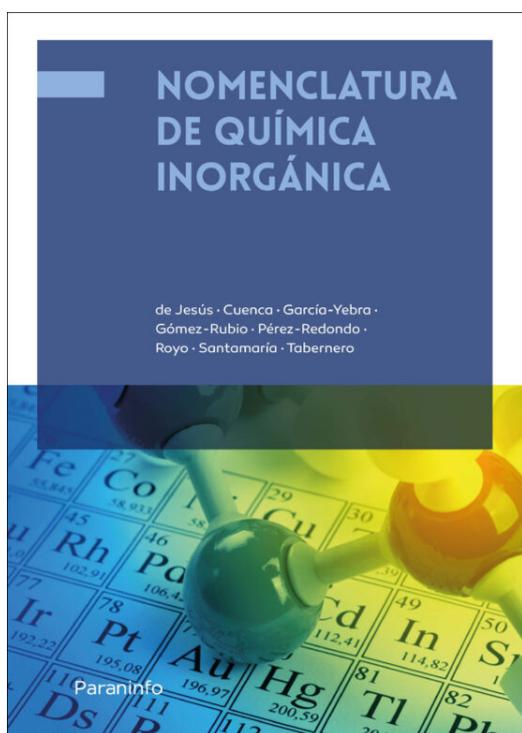
José María Pastor Benavides

Presidente de la División de Enseñanza y Divulgación de la Física (DEDF)
Real Sociedad Española de Física (RSEQ)



◆ Nomenclatura de Química Inorgánica

Recientemente, en 2022, Ediciones Paraninfo publicó el libro “Nomenclatura de Química Inorgánica”, de E. de Jesús Alcañiz, T. Cuenca Ágreda, C. García Yebra, M. Gómez Rubio, A. Pérez Redondo, E. Royo Cantabrana, C. Santamaría Angulo y V. Tabernero Magro, profesores de la Universidad de Alcalá. Se trata de un texto de 118 páginas, ideal para alumnos de bachillerato y universitarios, así como para el profesorado de todas las etapas educativas y otros profesionales con interés por el tema.



Como se recuerda en el prólogo, “la nomenclatura química es un sistema para identificar las sustancias químicas de forma precisa e inequívoca”. Uno de los quebraderos de cabeza más típicos en el profesorado que imparte materias de química en distintos niveles educativos, especialmente en educación secundaria es, precisamente, cómo abordar la cuestión de la nomenclatura química. Se suele considerar que su conocimiento es especialmente necesario para poder explicar y entender todo lo relacionado con la química, pero, a su vez, hay multitud de criterios,

recomendaciones de la IUPAC, tradiciones académicas, etc., que hacen problemática la selección de los aspectos más relevantes y acordes a cada etapa formativa.

Este libro está basado, según se indica en el mismo, en la versión en lengua castellana elaborada por Miguel Ángel Cirano López y Pascual Román Polo del trabajo titulado “Nomenclatura de Química Inorgánica: recomendaciones de la IUPAC de 2005” (Ed. Prensas de la Universidad de Zaragoza, 2007). Estos dos autores, además, revisaron la obra aquí reseñada.

En la introducción (capítulo 1), se comenta sobre lo que es la nomenclatura química y se tratan la nomenclatura sistemática y vulgar, los sistemas de nomenclatura en química inorgánica (de composición, de sustitución y de adición), dificultades usuales para su aprendizaje (aspecto esencial, que enriquece mucho la vertiente didáctica de la obra), y sus objetivos. El capítulo 2 trata sobre conceptos generales: electronegatividad, número (o estado) de oxidación, y ‘gramática’ básica. Se considera especialmente acertada la decisión de abordar con profundidad la cuestión de la definición y cálculos de los números de oxidación, base fundamental para entender la formulación y la nomenclatura química; algo que no es bien comprendido por muchos alumnos, e incluso parte del profesorado, por la persistencia del antiguo concepto de ‘valencia’, con el que frecuentemente se confunde. El capítulo 3 trata sobre la nomenclatura de los elementos químicos y las sustancias elementales. A continuación, se aborda el tema de nomenclaturas de iones monoatómicos, compuestos binarios, nombres de sustitución, oxoácidos, iones heteroatómicos, nombres de composición de compuestos no binarios, compuestos de coordinación, y compuestos de adición, en los temas 4 a 11, respectivamente. Cada capítulo se acompaña de ejercicios, complementados con un capítulo 12 adicional sobre miscelánea de ejercicios, aportándose las soluciones a todos en un apéndice. Otro apéndice incluye tablas esenciales para la nomenclatura (prefijos, nombres, símbolos,

nombres vulgares aceptados por la IUPAC, etc.). Especialmente didáctico y novedoso es otro apéndice en el que se recoge un diagrama de flujo para asignar nombres, que permite aclarar las ideas.

Se ha destacado el contexto histórico y metodológico que permite entender las peculiaridades de la nomenclatura química. Así, entre otros ejemplos, el libro explica con normalidad la convivencia de varios sistemas de nomenclatura en la actualidad, orientando hacia el uso más frecuente de las sustancias. Se ha evitado tanto mantener nomenclaturas obsoletas y sin apenas uso, como recalcar nomenclaturas sistemáticas que apenas se usan. Además, se explican los nombres vulgares (también conocidos como comunes o tradicionales), no sistemáticos, destacando que el adjetivo ‘vulgar’ no tiene carácter peyorativo y que “el uso de nombres vulgares es aceptable en nomenclatura química para sustancias de utilización frecuente, siempre que no generen ambigüedades”. De este modo, el lector descubrirá que, aunque la IUPAC sugiere una nomenclatura sistemática de adición, según la cual el H_2SO_4 se podría nombrar como dihidroxidodioxidoazufre, la nomenclatura tradicional es la que se sigue empleando, por tratarse de un oxoácido común y, por lo tanto, se sigue denominando ácido sulfúrico. Por el contrario, en este caso, no se recomienda ni la utilización de la nomenclatura ácida (ácido tetraoxosulfúrico) ni la antigua nomenclatura de hidrógeno (tetraoxosulfato(2-) de hidrógeno), que se califican como obsoletas.

Al final del prólogo de esta obra se señala que “de la misma forma que una lengua, el aprendizaje de la nomenclatura facilita la comunicación fluida y fiable, pero no es un objetivo en sí misma”. En resumen, los autores han elaborado un magnífico libro que, con seguridad, servirá para facilitar no solo el aprendizaje de la nomenclatura, sino también la comunicación de una ciencia, como es la química, con un lenguaje tan peculiar.

Gabriel Pinto Cañón

Universidad Politécnica de Madrid

◆ Experiencias y estrategias de innovación educativa en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (III)

El pasado mes de marzo se publicó el libro correspondiente al VII Congreso Internacional de Docentes de Ciencia y Tecnología, con el nombre que se ha recogido en el título de esta columna.

Es accesible, de forma gratuita, tanto en la web sobre congresos, ya señalada, como a través del código doi:10.5281/zenodo.7301517, también en internet, donde se presenta con dos modalidades de resolución. La portada se muestra en la siguiente figura y la reseña completa es: “Experiencias y estrategias de innovación educativa en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (III)”, M. González Montero de Espinosa y A. Herráez Sánchez (Editores). Ed. Grupo SM (2023). ISBN: 978-84-09-49733-1.

En la presentación del libro, se recoge la filosofía fundamental de los autores de los textos, al señalar:

“Los participantes en estos congresos son conscientes de que tienen ante sí una tarea hercúlea con al menos, tres vertientes fundamentales: la primera y principal, la que ejercen cotidianamente en el aula educando y formando científicamente a niños, adolescentes y jóvenes; la segunda, relativa a la capacidad de innovar y mejorar en el proceso de transmitir conocimientos y desarrollar experiencias que sirvan para una mejor comprensión de las posibilidades de la ciencia; la tercera, que viene a ser la que da el sentido pleno a jornadas y encuentros como estos, la difusión y puesta en común de esas mejoras y avances para que la comunidad educativa en su conjunto vaya cumpliendo de la mejor manera posible los fines que tiene asignados.”

El libro consta de 316 páginas y 28 capítulos (suponen el 34,1 % de las ponencias presentadas, pues tienen que ser elaboradas por los participantes y ser admitidas por el comité científico), distribuidos en tres secciones: La ciencia en el aula: materiales y experiencias (24 trabajos), La ciencia fuera del aula (10

trabajos), y Ciencias 2.0: aplicaciones docentes de las TIC (4 trabajos).



Experiencias y estrategias de innovación educativa en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (III)



La temática cubierta en la primera sección es muy variada, desde trabajos genérico (recursos para la educación STEM, aprendizaje basado en la indagación, divulgación científica, ideas previas de los alumnos, método científico, aprendizaje experiencial, propuestas CTSA, neurociencia, estilos comunicativos en la enseñanza y mujeres científicas) a otros concretos sobre temas específicos (enseñanza de la nutrición autótrofa y heterótrofa, formación en salud para futuros maestros, evolución humana, simulación de una sesión clínica, planteamiento de viajes a Marte, fuentes de energía, recreación de un experimento del siglo XIX, el volcán de Cumbre Vieja, elaboración de un plan de prevención de riesgos, elementos químicos descubiertos por españoles, desapariciones físico-químicas explicables y fundamento de los mandos a distancia).

En la segunda sección, en la que se abordan propuestas para el aprendizaje de las ciencias fuera del aula, se recogen trabajos sobre talleres impartidos en el Museo Nacional de Ciencias Naturales, juegos de mesa educativos y

otros de cooperación, las grandes ideas de la ciencia como recurso educativo en educación primaria, el teatro popular como herramienta didáctica lúdica, efectividad divulgativa, programas educativos concretos, unidades de cultura científica en universidades, el impacto de la contaminación lumínica, y el vídeo tutorial. Finalmente, la sección 3, donde se incluye el empleo de las TIC, recoge información sobre el uso de telescopios robóticos, estrategias para desarrollar el pensamiento crítico en futuros docentes, un sitio web para la enseñanza de las energías renovables, y la potenciación del aprendizaje autónomo.

A través del conjunto de los trabajos, se aportan ideas sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje en general, y de aspectos ya introducidos por la legislación hace años, como la formación en competencias, junto a otros más novedosos, como las 'situaciones de aprendizaje' y la educación STEM, incluidos en la LOMLOE (aprobada en diciembre de 2020 y que se impartirá ya de forma generalizada en el próximo curso académico).

El libro se completa con un índice de autores (95 en total) y con una recopilación de palabras clave, que facilitan la localización de trabajos. Además, la inclusión en inglés tanto de esta recopilación (*keywords*) como un resumen (*abstract*) de cada trabajo, hacen que sean accesibles a grupos amplios de profesorado de multitud de países.

Con seguridad, este libro, como se ha constatado con los elaborados con los congresos previos, será de utilidad para el profesorado, en su quehacer diario, pero también en programas de formación y actualización docente.

Y la historia no termina aquí, ya está en marcha la organización del octavo congreso, en 2024 y, con ello, el anuncio del siguiente libro, para la primavera de 2025... ¡El anhelo continuo por la mejora educativa no debe detenerse nunca!

Gabriel Pinto Cañón

Universidad Politécnica de Madrid

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

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



Reseña sobre el Boletín:	https://bit.ly/3m2FLIV
Números anteriores:	https://gedh.rseq.org/boletin/
Contacto y envío de textos:	gedh@rseq.org
ISSN:	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:

- *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 -



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

