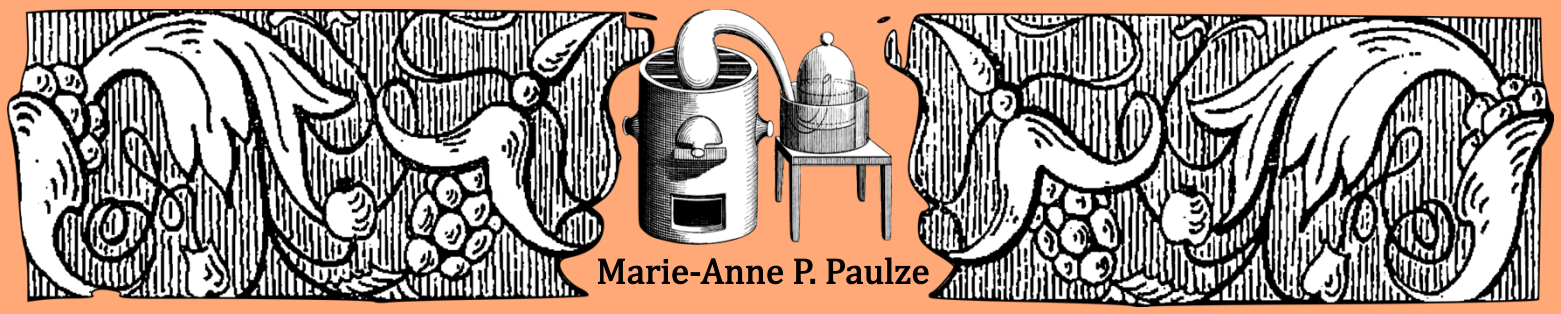
FARADAY



BOLETÍN DE FÍSICA Y QUÍMICA

- Segunda época -

Año 2021

Diciembre, Nº 36

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

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

Real Sociedad Española de Física

Real Sociedad Española de Química

FARADAY: BOLETÍN DE FÍSICA Y QUÍMICA Nº 36 • DICIEMBRE DE 2021

Presentación

Hace unos días se celebraron las elecciones para la Junta de Gobierno de nuestro grupo (GEDH). Se inicia una tarea de cuatro años en los que esperamos abordar actividades ilusionantes para el profesorado (pp. 1-3). En este número se asienta el nuevo nombre –*Faraday: Boletín de Física y Química (segunda época)*– e inauguramos un consejo editorial, para mejorar y hacer más participativa esta publicación, ya con 18 años de historia. Se han incorporado al consejo (p. 30) docentes que respondieron a la llamada al respecto que se hizo hace unos meses. Por supuesto, estamos abiertos a futuras incorporaciones y colaboraciones.

En el presente número, se resume la jornada celebrada el 15 de noviembre, en la que se conmemoró el 35 aniversario del GEDH, se entregaron los premios "Salvador Senent" y a la "Innovación educativa en física y química en tiempos de pandemia", y se expusieron temas de historia y didáctica de las ciencias (p.3). Aparte del habitual *Apunte de Historia de la Ciencia* de Luis Moreno, donde expone la segunda parte de la vida y obra del profesor Modesto Bargalló (pp. 4-8), se incluyen los trabajos: *Blancanieves, los siete enanitos y el efecto fotoeléctrico*, por Héctor Reyes (pp. 9-12), *Reseña de una tesis sobre pruebas externas de evaluación de química preuniversitaria*, por Almudena de la Fuente (pp. 13-14), información sobre *Science on Stage*, por Nuria Muñoz (pp. 14-17), un *calendario sobre mujeres en la ciencia como actividad educativa*, por Carmen Armenta y Nuria Muñoz (pp. 17-20), *Un proyecto STEAM para introducir la investigación aeroespacial en primaria y secundaria*, por Marisa Prolongo (pp, 21-23), *plataformas educativas* desarrolladas por Pascual Lahuerta (p. 24), *un recurso sobre historia de la ciencia* (p.26), informaciones de congresos y concursos, como uno *de fanzines* (por Ángela Martín.Serrano (pp. 26-27), y *libros recomendados* (p. 28). Este número se dedica a la memoria del Prof. Dr. Rafael Llopis, pionero de la educación química en España (p.29) y que falleció el pasado verano. Dadas las fechas, desde aquí expresamos nuestros mejores deseos para la Navidad y el próximo año 2022.

NUEVA JUNTA DE GOBIERNO

El pasado 29 de noviembre, las secretarías de las RSEF y RSEQ proclamaron la candidatura que salió elegida fruto del proceso electoral de los días anteriores. Con modalidad telemática para las elecciones y la existencia de dos reglamentos distintos (uno para cada una de las sociedades), se realizó el escrutinio según el cual, la única candidatura presentada obtuvo 40 votos entre los miembros de la RSEQ y 12 por parte de la RSEF. Dada que esta Junta tiene una vigencia de cuatro años, y para su mejor conocimiento, se recogen su carta de presentación para las elecciones y una breve reseña de sus miembros.

• Presentación de la candidatura

Somos un grupo de miembros del Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química (GEDH), común a las Reales Sociedades Españolas de Física (RSEF) y de Química (RSEQ), que nos presentamos a las elecciones para cubrir los puestos de la Junta de Gobierno de este Grupo. Deseamos dedicar parte de nuestro tiempo a colaborar en el desarrollo, estudio y difusión de dos áreas complementarias, didáctica e historia, que ayudan a entender e interpretar la física y la química, dos ciencias de vital importancia en nuestra sociedad. Y ello, dentro de dos de las sociedades científicas de mayor prestigio en España, como son la RSEF y la RSEQ.

La candidatura refleja un compromiso de continuidad (5 candidatos pertenecen a la Junta anterior) y de renovación (6 nuevos candidatos), con mayoría de docentes (7) de Enseñanza Secundaria, acompañados de docentes univer-

sitarios (4) implicados en la formación del profesorado. Entre nuestros objetivos, destacamos el interés en continuar y potenciar:

- La organización y participación en jornadas, cursos, congresos y eventos sobre didáctica e historia de ciencias experimentales en general, y de física y química en particular.

- La colaboración en actividades divulgativas y de difusión de la ciencia.

- La convocatoria de premios, para estimular la labor del profesorado, como el "Salvador Senent", del que se ha celebrado ya su 8ª edición, el "Concurso escolar nuestra tabla periódica" (2019) y el de "Innovación educativa en tiempos de pandemia" (2021).

- La realización de estudios científicos sobre la didáctica y la historia de las ciencias.

- La colaboración con otras entidades -como *Scientix*, *Science on Stage*, Diverciencia, COSCE, Facultades de Educación y Grupos de Investigación o de Innovación Educativa- y otros grupos especializados afines de las RSEF y RSEQ. No en vano, quienes nos dedicamos a estas disciplinas conocemos bien la potencialidad del enlace.

- La difusión de ideas, experiencias y noticias entre miembros del GEDH, a través de la publicación *Faraday: Boletín de Física y Química (2ª época)*, medios electrónicos y otros, así como promover las publicaciones de docentes en la *Revista Española de Física* (RSEF) y *Anales de Química* (RSEQ).

- La realización de actividades para mejorar la formación y el reconocimiento social del personal docente de estas disciplinas en las distintas etapas educativas, destacándose las de los cuerpos de profesorado de Física y Química de ESO, FP y Bachillerato.

Con tu ayuda y con la de cuantos amigas y amigos del Grupo quieran colaborar, en la medida de las posibilidades personales, esperamos catalizar (por seguir usando nuestra particular jerga) acciones, iniciativas y retos que contribuyan a mejorar la didáctica y el conocimiento de la historia de dos ciencias, física y química, que nos apasionan y que están bien representadas por las dos sociedades, RSEF y RSEQ, de las que nos congratulamos pertenecer. Por todo ello, te pedimos tu apoyo y tu voto en este proceso electoral.

• Junta de Gobierno para el período 2021-2025

Presidente: Gabriel Pinto Cañón, Catedrático de Ingeniería Química, Universidad Politécnica de Madrid y embajador *Scientix*.

Vicepresidente 1º: José Antonio Martínez Pons, Catedrático de Física y Química de Enseñanza Secundaria, Voluntariado del Museo del Ferrocarril (Madrid).

Vicepresidente 2º: Luis Moreno Martínez, Profesor de Física y Química de Enseñanza Secundaria, CEIPS Vicente Aleixandre, Miraflores de la Sierra (Madrid).

Secretaria: Almudena de la Fuente Fernández, Profesora de Física y Química de Enseñanza Secundaria, Colegio Nuestra Señora de los Ángeles (Madrid).

Tesorera: María Victoria Alcázar Montero, Profesora Titular de Ingeniería Química, Universidad Politécnica de Madrid.

Vocales:

Jesús María Arsuaga Ferreras, Profesor Titular de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad Rey Juan Carlos (Madrid).

Omayra Hernández Rubio, Profesora de Física y Química de Enseñanza Secundaria, IES Manuel Elkin Patarroyo, Parla (Madrid).

Nuria Muñoz Molina, Profesora de Física y Química de Enseñanza Secundaria, Colegio La Inmaculada, Algeciras (Cádiz) y embajadora de *Science on Stage*.

Juan Quílez Pardo, Catedrático de Física y Química de Enseñanza Secundaria, IES Lluís Vives (Valencia).

Alejandro Rodríguez-Villamil Hernández, Profesor de Física y Química de Enseñanza Secundaria, IES Francisco Montoya, Las Norias de Daza, El Ejido (Almería).

José Benito Vázquez Dorrío, Catedrático de Física Aplicada, Universidade de Vigo (Pontevedra) y embajador *Scientix*.

1 JORNADA SOBRE 'DIDÁCTICA E HISTORIA DE LA FÍSICA Y LA QUÍMICA: ENFRENTANDO LOS RETOS DEL SIGLO XXI'

El pasado 15 de noviembre se celebró esta jornada, vía telemática y coordinada desde la E.T.S. de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid. Estuvo organizada por el Grupo Especializado en Didáctica e Historia de la Física y la Química (GEDH), en colaboración con el Grupo de Innovación Educativa de Didáctica de la Química de la Universidad Politécnica de Madrid y el proyecto educativo europeo *Scientix*.

El objetivo fue favorecer el intercambio de ideas y experiencias sobre temas de didáctica e historia de las ciencias en general, y física y química en particular (innovación educativa en época de pandemia, educación STEAM, digitalización…). Con la jornada, se conmemoró la festividad de San Alberto Magno, patrón de las ciencias, y el 35 aniversario de la creación del GEDH.

Con una participación de cerca de cien personas, se presentaron cuatro ponencias sobre 'Innovación educativa y retos en la didáctica de la Física y la Química', ocho exposiciones por parte de los correspondientes premiados en la convocatoria de premios a la "Innovación educativa en física y química en tiempos de pandemia", y una ponencia sobre 'Ciencia, arte e historia' impartida por los premiados en la última convocatoria del "Premio Salvador Senent al mejor trabajo científico especializado, de revisión o de carácter divulgativo, relacionado con la didáctica o con la historia de la física o de la química".

La jornada, en la que se entregaron los citados premios (anunciados y detallados en anteriores números de este Boletín) culminó con la celebración de una reunión ordinaria de la Junta General del GEDH.

Los nombres de los intervinientes y de sus ponencias, así como el vídeo con todas las contribuciones, se encuentra en:

https://bit.ly/3jiHVvj

Gabriel Pinto Cañón

Universidad Politécnica de Madrid

El profesor Modesto Bargalló en el XL aniversario de su fallecimiento.

Segunda Parte: Vida y obra en México (1939-1981)

El *Apunte de Historia de la Ciencia* del pasado Boletín nos presentaba a un ilustre desconocido de la historia de la ciencia muy ligado a los objetivos e intereses de este nuestro grupo especializado: el profesor Modesto Bargalló Ardévol (1894-1981). Como vimos, el profesor Bargalló dedicó más de dos décadas de su vida en España a la formación en ciencias de los maestros de escuela primaria. Un esfuerzo que se materializó en una amplia producción impresa que incluyó artículos, manuales e incluso la creación de su propio boletín: Faraday, publicación pionera en España en el ámbito de la didáctica y la historia de la física y la química que ha inspirado la nueva etapa del boletín informativo que tienes ante ti. Sin embargo, la vida de nuestro protagonista se truncó, como la de tantos otros educadores, en 1936. El avance de la guerra civil le llevó a embarcarse en el Sinaia en 1939. Así, dicho año supuso el inicio de una nueva etapa personal y profesional en la que siempre estarán latentes sus años en España, tierra natal que nunca más volvió a pisar.

Docencia en México: Química para las enseñanzas medias y técnicas

El primer año de Modesto Bargalló en México no estuvo exento de dificultades. Tras haber intentado crear una escuela con otros compañeros exiliados y habiendo ejercido la docencia en el colegio Luis Vives de México D.F. (actual Ciudad de México), Bargalló ingresó como docente en el Instituto Politécnico Nacional (IPN) en 1940. En dicha institución desarrolló la práctica totalidad de su docencia en tierras mexicanas. Entre 1940 y 1954, como profesor de las Escuelas Vocacionales 1 y 3; y desde 1945 y hasta su jubilación en 1972, como profesor en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Su docencia estuvo especialmente dirigida a diversas materias de química inorgánica y de laboratorio en titulaciones de enseñanza media y técnica.

Al igual que en España, Bargalló concilió la docencia con una intensa actividad editorial. Sus primeros trabajos en México todavía dan cuenta de su condición de exiliado, nutriéndose ampliamente de su quehacer profesional en España. Así, recién llegado a México publicó diversos títulos sobre enseñanza de la física en los que detallaba experiencias realizadas en sus años como profesor de ciencias de la Escuela Normal de Maestros de Guadalajara. Entre estos títulos se encontraban *La física del hogar* (1939), *Primeros conocimientos de física* (1940), *La física en la escuela* (1940) y *Cincuenta prácticas de física* (1942).

Figura 1. *Primera obra publicada por Modesto Bargalló a su llegada a México en 1939. Como puede comprobarse al observar la cubierta, todavía se presentaba con su cargo de profesor de escuela normal.*

Sin embargo, la mayoría de manuales publicados por Modesto Bargalló en México versarán sobre química, en consonancia con su labor docente. Fruto de esta labor publicó *Curso de Química General* (1958), *Curso de Química Descriptiva* (1959) y *Química en cuatro semestres* (1976-77). También fue el editor de la obra colectiva *Tratado de Química Inorgánica* (1962), texto que se convertirá en un clásico para los estudiantes mexicanos de licenciatura en química de las décadas posteriores.

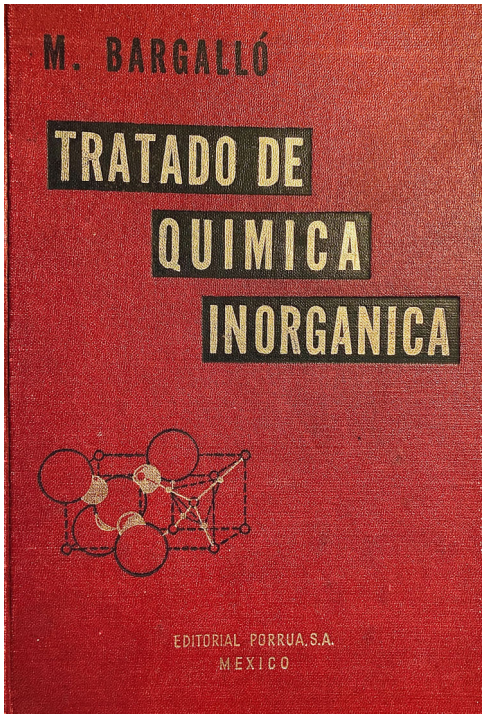


Figura 2. *El Tratado de Química Inorgánica editado por Bargalló. Entre la decena de autores de este manual se encontraba el químico madrileño José Ignacio Bolivar (1924-1982), impulsor de la creación de la Sociedad Química de México y nieto del insigne naturalista madrileño Ignacio Bolivar Urrutia (1850-1944).*

Investigación en México: Didáctica, historia y epistemología de la química

Otra seña de identidad de los manuales de química de Modesto Bargalló nos informa de una de sus grandes pasiones: la historia de la química. Además de incluir abundante información sobre el devenir histórico de esta ciencia en sus manuales con fines didácticos, Bargalló desarrolló en tierras mexicanas una fértil labor como investigador en historia de la química. Como consecuencia de ello obtuvo en 1977 el *Dexter Award* de la *American Chemical Society*, convirtiéndose en el primer español que logra dicho galardón. Se trata de un premio que entre 1956 y 2001 reconoció a destacados investigadores y autores en el ámbito de la historia de la química. Con este galardón fueron reconocidos figuras hoy clave en la literatura contemporánea sobre historia de la química, como Aaron J. Ihde (1909-2000), Bernard Jaffe (1896-1986), Robert Anderson (1944-), Willian Brock (1936-), Bernadette Bensaude-Vincent (1949-) o Alan Rocke (1948-). Bargalló logró dicho reconocimiento por su brillante trayectoria profundizando en la historia de la química inorgánica, la minería y la metalurgia en el México Prehispánico y Colonial.

Los manuales de química de Modesto Bargalló se caracterizaron por vistosas ilustraciones realizadas por él mismo. Convencido de la importancia de las visualizaciones en química, este aspecto de su labor editorial será destacado por célebres químicos como Linus Pauling (1901-1994), con quien mantuvo correspondencia.

La producción impresa de Bargalló en México da buena cuenta de su interés y dedicación a la historia de la química. Así, fueron varios los artículos sobre cuestiones históricas de la química que publicó en la revista Ciencia, principal órgano de comunicación de los exiliados republicanos. También cabe destacar obras como La química inorgánica y el beneficio de los metales en el México Prehispánico y Colonial publicada en 1966 con motivo de los 50 años de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Su labor como profesor de química e investigador en historia de la química le permitieron abordar diversas cuestiones sobre didáctica y epistemología de la química. Así,

Bargalló reflexionó ampliamente sobre el lenguaje químico y sus implicaciones didácticas, sobre la delimitación entre fenómenos físicos y químicos o el carácter propio de la fisicoquímica (o quimicafísica) como subdisciplina entre la física y la química. De ello dan cuenta las cavilaciones e ideas que presentó en diversos congresos latinoamericano, como el Congreso Científico Mexicano celebrado en México D. F. en 1950, el IX Congreso Latinoamericano de Química de Puerto Rico de 1965 o el II Congreso Mexicano de Química Pura y Aplicada de Monterrey en 1967.

15 December 1958

Professor Modesto Bargalló
c. Puebla, no. 74
Mexico, 7, D.F.

Dear Professor Bargallo:

I am writing to thank you for the book that you sent me which arrived while I was on a European trip.

I have enjoyed examining your book very much. It seems to me that it should be an excellent introduction to general chemistry for your students. I feel that you have made especially good use of the modern drawings showing the structure of molecules and crystals.

With best regards, I am

Sincerely yours,

Linus Pauling:JH

Figura 3. *Carta de Linus Pauling a Modesto Bargalló agradeciéndole el envío de uno de sus manuales. Como se observa, Pauling destacó el uso de los dibujos de moléculas y cristales por parte de Bargalló, a quien en otra carta también felicitará por la información recibida sobre Andrés Manuel del Río y el descubrimiento del eritronio (actual vanadio). Disponible en: https://go.uv.es/wDg8P9u*

Vida familiar y divertimentos en México

Modesto Bargalló desembarcó del Sinaia junto a su esposa, Luisa, sus hijos, Luisa y Miguel, y su hermano, Miguel. México dejó de ser un destino provisional, como pensaron tantos exiliados que escaparon de la guerra civil española y la dictadura, para convertirse en tierra de adopción. Bargalló nunca se nacionalizó como mexicano, pero hará de México parte de él y de los suyos. Allí su hija Luisa se convertirá en una querida profesora de química en centros del norte del país. En México recorrerá las calles del D.F. en motocicleta junto a su hijo, con quien hablaba un misterioso idioma para los alumnos mexicanos… el catalán, lengua materna que siguió hablando en el exilio. Allí nacerán sus nietos, como Sara Cortés Bargalló, destacada profesional de la medicina.

Figura 4. *Fotografía de Modesto Bargalló hacia 1977 incluida en la nota publicada por la American Chemical Society a raíz de la concesión del Dexter Award. Dicha nota se puede consultar en: https://go.uv.es/nB2yYo0*

En México Bargalló también cultivó otros intereses como la pintura y la poesía. Entre 1942 y 1962 pintó 36 lienzos sobre diversos paisajes mexicanos como el bosque de Chapultepec, Xochimilco, Taxco o Boca del Río (Veracruz). También pintó, desde el recuerdo, el paisaje de Lloá (Tarragona), pueblo natal de su madre.

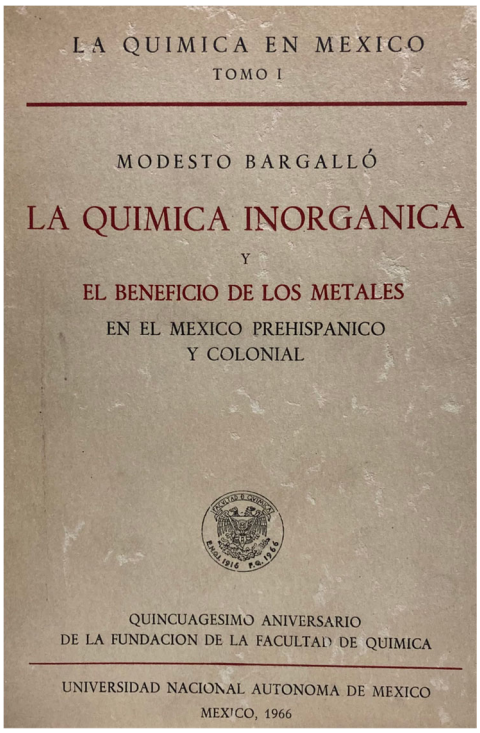


Figura 5. *En esta obra Bargalló abordó cuestiones de gran interés como el fundamento químico de fenómenos de la tradición mexicana o la obra de Del Río. Especial mención merece el agradecimiento a su mujer, Luisa Porrera Llopis, por la ayuda que le brindó en la búsqueda y lectura de diversas fuentes históricas.*

Figura 6. *Luisa Porrera y Modesto Bargalló en una celebración familiar (posiblemente en la década de 1970). Fotograma tomado del vídeo de la exposición-homenaje al profesor Bargalló que elaboró la Universidad de Alcalá de Henares en 2007 con motivo del Año de la Ciencia.*

Figura 7. *Uno de los lienzos realizados por Modesto Bargalló en México que representa un paisaje mexicano. Fotograma tomado del vídeo de la exposición-homenaje al profesor Bargalló que elaboró la Universidad de Alcalá de Henares en 2007 con motivo del Año de la Ciencia.*

La poesía bargalliana reflejará, muchos años después, la cicatriz del exilio. De ella da cuenta especialmente su poema «Mal augurio», escrito en una servilleta de papel del célebre café La Parroquia tras un paseo por las playas veracruzanas en enero de 1952.

Anhelos, recuerdos y memoria

Modesto Bargalló falleció en México D.F. (actual Ciudad de México) el 1 de julio de 1981 a los 87 años de edad. Casi ciego y aquejado de problemas cardíacos, Bargalló afrontó los últimos capítulos de su senectud entre libros y recuerdos. Aun habiendo tenido oportunidad de volver a España, decidió no hacerlo, pues tal y como afirmó a dos años de su último viaje:

«No, no he vuelto a España, ni pienso volver, porque me moriría de la emoción y con el corazón a mi edad no se puede jugar. Cada lugar que pisara, no puedo…».

Hoy el nombre de Modesto Bargalló forma parte de la memoria de los exiliados republicanos españoles que llegaron a México en 1939

y se involucraron activamente en el desarrollo científico, intelectual y cultural del país que los acogió y por el que expresaron en reiteradas ocasiones un profundo agradecimiento. México ha realizado una gran labor de memoria manteniendo el nombre y la voz de personajes como Bargalló. Así, su nombre figura entre los fundadores del Instituto Politécnico Nacional y su voz ha sobrevivido al olvido gracias al proyecto de historia oral del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).

MAL AUGURIO

Los pulpos leñosos

Anchas copas mostraron
antaño orgullosos,
los pulpos leñosos
que en la arena anclaron.

El mar, al que nada ataja,
a sus troncos cortados
por hombres malvados,
dióles la playa por dulce mortaja.

En las noches oscuras de marea brava,
augurio para el hombre y el mar
que su muerte un día ha de llegar,
bailan los pulpos leñosos la danza macabra.

Figura 8. *Uno de los poemas escrito por Modesto Bargalló en México. Todos ellos fueron recopilados en su obra Trabajos, artículos y apuntes (1940-1972) publicada en 1973 con motivo de jubilación. En dicha obra ofrecía un compendio de su producción impresa en México con algunas notas biográficas, como el relato de su salida de España y su viaje en el Sinaia en 1939.*

Sirvan estas líneas para recuperar modestamente la nada modesta labor del profesor Modesto Bargalló. Una vida dedicada a la enseñanza que puede seguir inspirando y nutriendo de reflexiones y recursos a quienes compartimos con él la apasionante aventura de enseñar ciencias.

Figura 9. *Parte de la placa en recuerdo a los exiliados españoles en el Instituto Politécnico Nacional de Ciudad de México, donde se incluye a Modesto Bargalló. Fotografía realizada por el autor en noviembre de 2019.*

Para saber más

Puedes conocer más sobre este profesor de ciencias y exiliado en la exposición digital *Modesto Bargalló. Haciendo ciencia en las aulas* en: https://modestobargallo.jimdofree.com/

Para una relación de trabajos académicos sobre la vida y la obra de Bargalló tanto en España como en México, visítese: https://modestobargallo.jimdofree.com/estudios/

También puedes escuchar al propio Bargalló narrando su vida en: https://modestobargallo.jimdofree.com/bios/en-primera-persona/

Luis Moreno Martínez

Profesor de Física y Química de Enseñanza Secundaria de la Comunidad de Madrid
luis.morenomartinez@educa.madrid.org

Blancanieves, los siete enanitos y el efecto fotoeléctrico

INTRODUCCIÓN

En muchas ocasiones se emplea el efecto fotoeléctrico para ilustrar los cambios que supuso en la Física la mecánica cuántica a comienzos el siglo XX. Es uno de los contenidos curriculares en nivel preuniversitarios. Ciertamente, lo acontecido en aquel momento supuso una ruptura total con el conocimiento de la Física establecido hasta el momento, rompiendo las intuiciones que se tenían de ciertos fenómenos.

El estudiante realiza patrones mentales, mapas sobre los cuales conforma el conocimiento. Modificar dichos mapas es complejo, laborioso y lleva su tiempo. La forma de producir cambios en los patrones de comprensión se asemejan mucho a los cambios de paradigma por los que ha pasado la Historia de la Ciencia [1]. La evolución del conocimiento cuántico tardó en llegar en comparación con otras ramas de la Física, precisamente por su complejidad y la poca intuición que se tiene sobre él.

Resulta ser una cuestión ciertamente compleja, pues muchos alumnos tienden a mecanizar el proceso de resolución de un problema de efecto fotoeléctrico, pero sin embargo no son capaces de explicar el fenómeno en sí, tal y como relataba el coordinador de Física en la Universidad Complutense hace pocos años en la reunión de coordinación que mantiene con los profesores de la asignatura.

La presión de gestionar adecuadamente los exámenes de acceso a la universidad a veces provoca que alumnos y profesores perdamos el placer de descubrir y entender cómo se comporta la naturaleza. Nos perdemos lo más grande de enseñar y de aprender Física.

Para comprender este efecto es necesario emplear con cierta soltura conceptos como potencial, energía cinética y trabajo. Realizar la transferencia de estos conceptos, trabajados con cierta independencia entre sí, en una situación que no será previsible según la teoría clásica, provoca todavía más confusión.

Para comprender la Física y evitar la mecanización procedimental en la resolución de problemas, se requieren formas de enseñar que tengan en cuenta los estadios del cerebro, tanto desde el punto de vista fisiológico como psicológico, partiendo de la singularidad que somos cada uno de nosotros y la forma única que tenemos de aprender [2].

EL ESTADO DEL APRENDIZAJE DEL EFECTO FOTOELÉCTRICO

Se ha abordado el estudio de este fenómeno desde muy diversas perspectivas, especialmente para cursos universitarios. Desde la didáctica, se ha propuesto comenzar con un experimento e inferir lo que debe estar sucediendo a partir de preguntas abiertas [3]. Incluso hay propuestas didácticas para aspirantes a profesores de Física [4], pero ciertamente, para niveles preuniversitarios, las fuentes son muy escasas.

Quizá uno de los trabajos más representativos a este respecto puede ser el de Escudero, Jaime y González [5], en el que analizan las respuestas de alumnos de segundo año de universidad ante varias cuestiones relacionadas con el efecto fotoeléctrico. Clasificaron a los alumnos en cinco categorías, desde la incapacidad de resolver la situación hasta el nivel más alto en el que los alumnos empleaban coherentemente los conceptos fundamentales que entran en juego en este efecto. Las dificultades resultan ser la falta de claridad en los conceptos a utilizar, su significado físico, sus unidades y la relación existente entre las diversas magnitudes.

Se requieren de nuevos enfoques didácticos que permitan a los alumnos alcanzar el

conocimiento propuesto, sin descuidar la realización efectiva de problemas.

ESTRATEGIA EDUCATIVA

Para aprender es necesario que haya atención. Y esta sigue de forma natural a la curiosidad [6]. Una buena forma de mantener la atención en una clase de Física es ver una escena de una película y llegar a algunas conclusiones a través de ella. Más aún si se proponen algunas actividades aparentemente no relacionadas con la asignatura. En cualquier caso, siempre debemos tener en cuenta las limitaciones de las comparaciones y analogías, tal y como aconsejan algunos autores [7].

Para potenciar la memoria se puede emplear la asociación, pues es relativamente sencillo aprender algo si tiene relación con algo ya conocido y por analogía. Incluso cuando hay distractores se aprende mejor si existe una asociación que si no la hay [8].

El procedimiento para explicar el efecto fotoeléctrico que proponemos tiene dos partes: una en la que se desarrollan ideas de modo intuitivo y otra de formalización.

La película *Blancanieves y los siete enanitos* (1939) nos permitirá comprender el efecto fotoeléctrico de un modo muy intuitivo.

La escena a analizar, de la famosa película de animación, se puede encontrar en el siguiente link:

https://www.youtube.com/watch?v=jJllPxkHGPE.

Se trata de la escena en la que los enanitos se encuentran trabajando en la mina, extrayendo diamantes (muy bien pulidos y tallados, por cierto).

Observamos como los enanitos golpean una y otra vez los diamantes hasta que consiguen sacarlos de la pared, para luego recogerlos y guardarlos. De modo mayéutico [9] y dirigidos por el profesor, el grupo de alumnos llega a las siguientes conclusiones:

- Por cada enanito se podrá sacar de la pared un diamante.

- Si no golpea con la fuerza suficiente, no puede darle al diamante la energía necesaria para salir de la pared.

- La energía necesaria para arrancar el diamante de la pared dependerá de la composición de la pared, si es granito o cuarzo o cualquier otro material.

- Toda la energía extra que sea capaz de dar el enanito al diamante, se empleará en que se

desplace por el aire con cierta velocidad, hasta caer al suelo.

- Habría una situación límite en la que el enanito ha dado energía al diamante para salir de la pared, pero no tiene energía suficiente para caer al suelo. De algún modo, el diamante se quedaría en la pared, pero libre de la unión con ella. Quizá con unas pinzas se podría desprender ya sin esfuerzo.

Supongamos ahora que uno de los enanitos es especialmente inquieto, intelectualmente hablando, y prepara un pequeño dispositivo que recoge los diamantes según salen de la pared, por seguridad de sus compañeros que no llevan gafas protectoras y para poder conocer la velocidad con la que los diamantes salen del material. Ha fabricado una caja maciza de un material cuya fuerza resistiva conoce y a partir de la penetración del diamante en ese material, es capaz de deducir la velocidad con la que entró en él. Este dispositivo permite recordar la relación entre trabajo y energía.

Si contáramos con enanitos robotizados que fueran capaces de golpear todos ellos con la misma energía a los diamantes. Podemos realizar alguna gráfica de forma intuitiva, con ayuda de algunas pautas.

- Grafiquemos la velocidad con la que los diamantes salen de la pared, en función de la energía que emplea cada enanito en sacarlo de la pared. Veríamos que al principio no veríamos diamantes extraídos, hasta que se llega a la energía necesaria para sacarlos de la pared y a partir de ese momento, si la energía de los enanitos sigue creciendo, también crecerá la velocidad con la que saldrán de la pared.

- Grafiquemos, por ejemplo, el número de diamantes extraídos de la pared en función del número de enanitos trabajando en la mina. Supongamos que esos enanitos tienen inicialmente la energía suficiente para arrancar diamantes. Podemos deducir con facilidad que si vienen otros siete enanitos de otra parte del bosque, con la misma energía golpeando los diamantes, conseguiremos el doble de diamantes, pero saldrán todos arrancados de la pared con la misma velocidad.

De hecho, si no tuvieran energía suficiente, daría igual cuántos enanitos estuvieran trabajando, que no veríamos ningún diamante salir de la pared.

Entendidas estas ideas y construidas entre todos los alumnos, es momento de dar el paso hacia una formalización del fenómeno.

Acaremos la comparación: la pared es el átomo, el enanito será el fotón y el diamante el electrón.

La energía del fotón (enanito) será:

$$E = h \cdot f \qquad (1)$$

Donde f es la frecuencia del fotón incidente y h la constante de Plank.

La energía mínima requerida para arrancar el electrón (diamante) es el trabajo de extracción (We).

Por conservación de energía, la que sobre tras el impacto será energía de movimiento del electrón, energía cinética (Ec).

Se puede escribir entonces:

$$E = We + Ec \qquad (2)$$

Calcula lar energía cinética del diamante es relativamente sencillo empleando el dispositivo que los recoge, tal como se ha comentado antes. Pero, ¿cómo se mide la energía cinética de un electrón? Un procedimiento muy sencillo puede ser aplicando un campo eléctrico, de modo que se puede medir la diferencia de potencial que provoca que no se registre intensidad de corriente. Como la energía cinética la medimos a través de la energía necesaria para frenarlos, podemos identificar la energía cinética máxima de los electrones con el potencial de frenado (V):

$$Ec = q \cdot V \qquad (3)$$

Donde q es la carga del electrón. De este modo, la expresión (2) se podría también escribir como:

$$E = We + q \cdot V \qquad (3)$$

Se retoman ahora las explicaciones y conclusiones obtenidas, incluyendo las gráficas, de modo que empleando ahora un simulador del efecto fotoeléctrico.

Con esta perspectiva se hace incluso complicado recordar las explicaciones clásicas que se esperaban del efecto.

La descripción de fenómenos de modo formal requiere la ruptura de las ideas intuitivas que se tienen sobre ellos. Más aún si esos fenómenos pudieran estar lejos de dicha intuición al ser de naturaleza cuántica.

Una aproximación pedagógica a estos fenómenos es la combinación del cine y del método socrático, en el que el profesor puede observar y guiar las observaciones y deducciones que los alumnos van realizando y tener en cuenta los diferentes tiempos que cada alumno necesita en su propia construcción del conocimiento.

El empleo del cine permite a los alumnos observar fenómenos físicos fuera del aula, de modo que logran una transferencia cognitiva de forma natural. De esta modo, aprehenden el conocimiento y lo transforman en sabiduría.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Petitto, L. A., & Dunbar, K. N. (2009). *Educational Neuroscience: New Discoveries from Bilingual Brains, Scientific Brains, and the Educated Mind. Mind, brain and education : the official journal of the International Mind, Brain, and Education Society,* 3(4), 185–197. https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2009.01069.x

[2] Reyes, H., García, J. M., Mirón, J. A. (2021). *European Journal of Education and Psychology*; Vol. 14 No. 1: January-June 2021; 1-18. https://doi.org/10.32457/ejep.v14i1.1550

[3] Durán, R.N., Terrán, J.C., Gutierrez, J. M., (2017). Implementación de un experimento cualitativo para la enseñanza del efecto fotoeléctrico a estudiantes de educación, mención física y matemática. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* Vol. 11, No. 1.

[4] Berrios, Y. G., Ramos, M. A. (2016). El experimento del efecto fotoeléctrico para la comprensión del concepto de cuantización de la energía de la radiación. *Góndola, Enseñ. Aprend. Cienc.,* 11(2), 175-192. doi: 10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n2.a2.

[5] Escudero, C., Jaime, E. A., González, S. B., (2016) Hacia la conciencia cuántica a partir del efecto fotoeléctrico. *Enseñanza de las Ciencias*, 34.3, pp. 183-200

[6] Mora, F. (2019). *Neuroeducación*. Alianza.

[7] Körhasan, N. D., & Hidir, M. (2019). *How should textbook analogies be used in teaching physics? Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* 15, 010109. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010109

[8] Park, H., Leal, F., Abellanoza, C., & Schaeffer, J. (2014). *The formation of source memory under distraction. Behavioral And Brain Functions*, 10(1), 40. https://doi.org/10.1186/1744-9081-10-40

[9] Koenig, K. M., Endrof, R. J., & Braun, G. A. (2007). *Effectiveness of different tutorial recitation teaching methods and its implications for TA training. Physical Review Physics Education Research*, vol 3, Issue 1, 010104. https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.3.010104

Héctor Reyes Martín

Colegio Internacional J. H. Newman, Madrid

RESEÑA DE UNA TESIS DOCTORAL EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

• "Pruebas externas de evaluación de química preuniversitaria: repercusión en la enseñanza-aprendizaje de la química y análisis de las pruebas de España, Reino Unido e Irlanda".

El pasado 5 de marzo tuvo lugar la defensa de mi tesis doctoral en la Facultad de Educación de la Universidad Autónoma de Madrid. Como indica su título, la investigación realizada pretendía valorar la influencia de las pruebas de acceso a la universidad en el proceso educativo, emprendiendo además un estudio comparativo de las pruebas externas de química a las que se enfrentan los estudiantes preuniversitarios de los países mencionados.

Esta inquietud por investigar acerca de las pruebas de acceso a la universidad nace de mi experiencia como profesora de física y química de bachillerato –y del extinto COU– desde 1992. Al igual que el resto de los docentes de todas las materias, he sido testigo de cómo los currículos han ido introduciendo ideas innovadoras, recalcando que, además de los conceptos, es fundamental el aprendizaje de procedimientos y actitudes, o que el objetivo primordial que se debe perseguir es la adquisición de una serie de competencias en el alumnado. Sin embargo, estas innovaciones no se han reflejado en las sucesivas pruebas de acceso a la universidad –selectividad, PAU, EBAU…–, de forma que dichos exámenes llegan a suponer un escollo para el desarrollo de cualquier metodología innovadora en las aulas. Así, empecé a plantearme si unas pruebas de acceso a la universidad más acordes con los objetivos del currículo podrían dejar de ser un obstáculo y contribuir a mejorar el sistema educativo. A raíz de ello, en 2015 decidí matricularme en el programa de doctorado de Educación de la Universidad Autónoma de Madrid y, bajo la dirección de la Dra. M.ª Araceli Calvo Pascual, comenzamos a investigar acerca de la influencia que estas pruebas ejercían en la enseñanza y el aprendizaje de la química, disciplina en la que ambas somos licenciadas y en la que sabíamos por experiencia propia cómo tendían a relegarse en las aulas algunos de sus aspectos fundamentales. Así, la primera parte de la investigación estuvo encaminada a medir la influencia de las PAU de química en las aulas de bachillerato, dilucidando los aspectos del proceso educativo que se veían más afectados y los factores de los que dependía su efecto. Además, teniendo en cuenta que las competencias educativas transferidas a las comunidades autónomas dan lugar a diecisiete pruebas de acceso a la universidad diferentes, nos interesaba conocer si la influencia ejercida por las distintas pruebas era igual en todos los casos, aspecto que juzgábamos especialmente relevante y que no parecía haberse contemplado en investigaciones anteriores. Para obtener la información pertinente, se envió un cuestionario dirigido al profesorado de química de bachillerato de toda España, obteniéndose una muestra de 447 docentes

En una segunda fase, se emprendió un estudio comparativo de distintas pruebas externas para el acceso a estudios universitarios, tanto de España como de otros países de nuestro entorno, analizando los modelos de evaluación de los contenidos de química, respecto a lo cual no habíamos encontrado precedentes. Para ello, decidimos emprender el análisis de las PAU de todas las comunidades autónomas durante el periodo de vigencia de la LOE (Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación), ley educativa que se extinguía en el curso 2015-16. En cuanto a las pruebas de otros países, tras analizar los currículos de química de distintas naciones europeas y su tradición evaluativa, nos decantamos por los exámenes para la obtención del *A level* –realizados por los estudiantes británicos para acceder a estudios superiores– y el Leaving Certificate –pruebas

análogas realizadas en Irlanda– para su comparación con las PAU. Al analizar los datos del cuestionario, se constató la fuerte influencia ejercida por los exámenes de acceso a la universidad sobre la enseñanza de la química en bachillerato, afectando a los contenidos, la metodología, los recursos didácticos y los procedimientos de evaluación, lo que estaba acorde con estudios previos realizados en relación con pruebas de características similares en otros países. En la mayoría de los casos, el profesorado reconocía conceder menos importancia de la que consideraba deseable a aquellos contenidos del currículo que no estaban contemplados en las PAU –en general, relativos a destrezas más innovadoras, actitudes y valores–; por el contrario, este efecto se revertía en aquellas comunidades autónomas que incluían dichos contenidos en sus PAU. Por otro lado, el análisis de contenido de las distintas pruebas puso de manifiesto la ausencia, en la mayoría de las PAU, de algunos contenidos del currículo –como metodología científica, trabajo experimental, evolución histórica de la química y sus aplicaciones–, mientras que en las pruebas correspondientes al *A level* y el *Leaving Certificate* se observaba, en general, un alineamiento adecuado con los currículos correspondientes.

Los resultados obtenidos nos llevaron a formular algunas propuestas para la mejora de las pruebas de química para el acceso a la universidad en nuestro país, de forma que vayan incorporando –al igual que las pruebas de los otros países analizados– los aspectos más formativos de esta disciplina que hasta ahora se han tendido a relegar. Esperamos que estudios como este permitan ir marcando directrices comunes a todo el territorio nacional que favorezcan una evaluación más integral para el acceso a la universidad y puedan revertir en la mejora de nuestro sistema educativo.

Almudena de la Fuente Fernández

Colegio Ntra. Sra. de los Ángeles (Madrid)

★ SCIENCE ON STAGE, LA RED DE PROFESORES STEM MÁS EXTENSA DE EUROPA

Science on Stage es la red más grande de Europa de profesores STEM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Tiene como objetivo mejorar la educación STEM en Europa apoyando y alentando a los profesores en su desarrollo y crecimiento profesional. Como organización coordinadora, apoya a los 34 países miembros en la realización de sus actividades. El objetivo final es promover una población con más conocimientos científicos, garantizar una educación de calidad y alentar a los estudiantes a considerar una carrera de ciencias e ingeniería, fieles al lema “los profesores marcan la diferencia”.

Muchos profesores tienen grandes ideas sobre cómo entusiasmar a los estudiantes en las asignaturas STEM. Las actividades de Science on Stage se centran en identificar, compartir y ampliar las buenas prácticas y que se extiendan por las aulas de toda Europa.

Por lo tanto, *Science on Stage* organiza el festival educativo más grande de Europa de y para profesores STEM. Los participantes son seleccionados a través de eventos nacionales competitivos en los países miembros, en el caso de España este evento es CIENCIA EN ACCIÓN. Entre los trabajos finalistas de las anteriores ediciones de CEA son elegidos los proyectos y los profesores que representarán a España en la final bianual de SonS. Los festivales Science on Stage son el núcleo de la red, ya que son el punto de partida para una amplia gama de actividades de seguimiento a nivel nacional e internacional.

Imagen del pasado Festival Science on Stage celebrado en Cascais en 2019.

El duodécimo festival europeo *Science on Stage* tendrá lugar del 24 al 27 de marzo de 2022 en Praga, República Checa, donde alrededor de 450 profesores de primaria y secundaria de más de 30 países se reunirán para intercambiar las ideas más innovadoras y las mejores prácticas educativas. Los once trabajos que formarán parte de la delegación española que participará en Praga son una selección de los trabajos presentados en las ediciones de Ciencia en Acción de 2019, 2020 y 2021:

- *"Led's Dance"* de Luis Adolfo Couceiro.

- "*Being Biomaker*" de Jose Manuel Viñas.

- "*Travelling through a water drop*" de Rosa Maria Martinez.

- "*STEM with sphero*" de Ivan Nadal.

- "*Our body, the best place to live*" de Barbara de Aymerich.

- "*Watchers of the air: strawberries with superpowers*" de Nerea Martinez.

- "*Smart Door*" de Francisco Rivera.

- "*3,2,1… launch to STEAM!!!*" de David Castro.

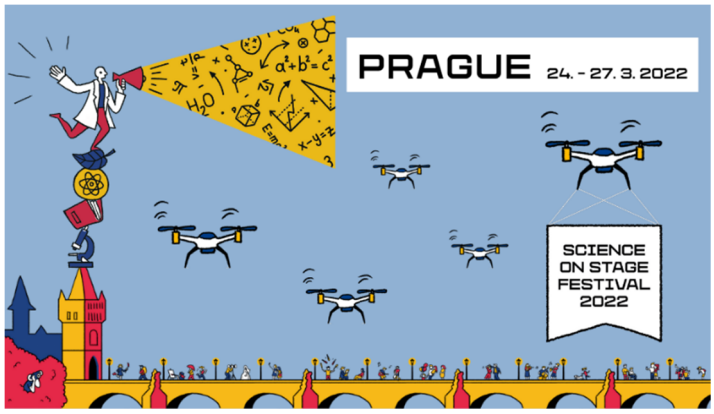
- "*I see it and I don't believe it*" de Palma Garcia.

- "*Astrobiology: a new tool to engage primary school students into science*" de Juan Antonio Prieto.

- "*New STEAM activities with «the inventors» in the classroom*" de Jose Luis Olmo .

Además de las delegaciones nacionales habituales de profesores de STEM, hay varios lugares adicionales en los festivales europeos *Science on Stage* para profesores que ofrecen proyectos desarrollados a nivel internacional, los denominados "Joint Projects" o proyectos conjuntos.

Los profesores de diferentes países que se conocieron en el festival europeo *Science on Stage* o en otra conferencia / taller (al menos uno de ellos debe haber asistido al festival como delegado) pueden solicitar desarrollar un nuevo Proyecto STEM juntos.



Cartel anunciador del próximo Festival de Science on Stage que se celebrará en Praga.

Logo del concurso internacional de la comunidad científica, seleccionador de la Delegación Española participante en las ediciones del Festival Science on Stage.

En la próxima edición del Festival *Science on Stage* en Praga, la profesora Carolina Clavijo presentará el *Joint Project* que ha desarrollado durante los dos años anteriores junto al

profesor canadiense Paul Stinson, titulado "Space exploration form small scale to large scale", y el profesor Javier Julián presentará el *Joint Project* que ha llevado a cabo con la profesora italiana Francesca Butturini, titulado " Limoneno-Limonene". Estos profesores se conocieron en el pasado Festival que se celebró en 2019 en Cascais, Portugal.

La organización cuenta con un equipo de siete embajadores para ayudar a promocionar y extender la red de profesores de *Science on Stage*. La profesora Nuria Muñoz, ligada a esta organización desde que participara en el Festival de Londres en 2015, desarrolló un *Joint Project* con un profesor holandés, que presentaron en Debrecen (Hungría) en 2017; fue miembro del jurado internacional en Cascais 2019 y ha sido nombrada recientemente embajadora de SonS, por lo que participará en Praga ayudando en tareas organizativas del Festival.

El elemento principal del Festival es la exposición en stands de los proyectos y los experimentos que presentan los profesores de primaria y secundaria participantes. Otros proyectos, seleccionados por el jurado del festival y por los miembros de la junta directiva de SonS, serán presentados adicionalmente en las categorías "*Workshops*", sesiones prácticas interactivas "de profesores para profesores" que durante 50 minutos trabajan juntos para aprender y practicar iniciativas innovadoras y "*On stage activities*" los participantes muestran sus proyectos y experimentos en el escenario durante 10 minutos con un toque de representación teatral .

Los temas de los proyectos representan enfoques de aprendizaje basados en la indagación y deben centrase en los siguientes temas:

• Ciencia para los más jóvenes (proyectos para preescolar y primaria)

• Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Educación (proyectos que muestran cómo STEM puede contribuir al logro de los ODS)

• Tecnologías en la educación STEM (proyectos que involucran codificación, TIC, big data, seguridad de redes, etc.)

• Diversidad en la educación STEM (proyectos que incluyen la variabilidad de los métodos de enseñanza, para estudiantes talentosos, para el aprendizaje inclusivo, la cooperación entre estudiantes más jóvenes y mayores, etc.)

• STEM con artes (proyectos que combinan STEM con otras disciplinas, es decir, artes, música, deportes, historia, etc.)

• Colaboración en educación sTEM (proyectos que incluyen a la comunidad local, por ejemplo, entre profesores, escuelas y empresas.)

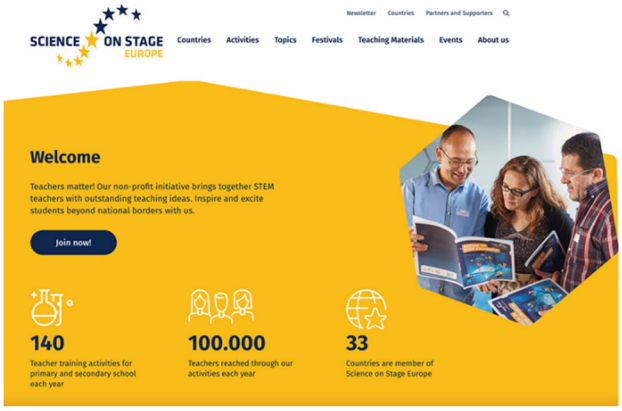
• *Joint projects* o Proyectos conjuntos (desarrollados en cooperación entre profesores de diferentes países, uno de los cuales al menos participó en un festival anterior de *Science on Stage*).

El proyecto ideal de *Science on Stage*: promueve el interés de los estudiantes en la ciencia, se refiere a la vida cotidiana, tiene un efecto sostenible, es factible en la vida escolar diaria y se puede financiar con gastos razonables, y promueve el aprendizaje basado en la indagación.

El jurado internacional seleccionará en el festival los mejores proyectos galardonados con el European *STEM Teacher Award*. En la pasada edición en Cascais uno de ellos recayó sobre un proyecto titulado "*Low cost Astrobioly studies*" de la profesora Pilar Orozco de la delegación española.

Desde estas líneas le deseamos MUCHA SUERTE al grupo de profesores que bajo el lema "los profesores marcan la diferencia" representaran a nuestro país.

Imagen de la profesora Pilar Orozco en el momento de la entrega de su premio en la pasada edición de SonS 2019.



Portal de la web de Science on Stage.

Para más información no dejen de visitar la web: https://www.science-on-stage.eu/ , donde, además, podrán encontrar multitud de recursos preparados para aplicar en el aula en la sección de "*Teaching materials*" y registrase en los webinars gratuitos impartidos periódicamente por profesores europeos de la red.

Nuria Muñoz Molina

Colegio La Inmaculada de Algeciras
Vicepresidenta de Diverciencia y embajadora de *Science on Stage*

1 CALENDARIO 2021 'MUJERES EN LA CIENCIA', UN PROYECTO DE CENTRO EN ÉPOCA DE PANDEMIA

Introducción

"¿Te imaginas que hubiera pasado si Einstein hubiera nacido mujer? Que probablemente hoy no sabríamos quién es Einstein". Con esta frase arranca la campaña "*No more Matildas*", promovida por la Asociación de Mujeres Investigadoras y Tecnólogas que busca denunciar la injusticia de que las mujeres científicas hayan sido sistemáticamente ignoradas a lo largo de la historia.

Adhiriéndose a esta campaña y con motivo de la celebración del Día Internacional de la Niña y la Mujer en la Ciencia (11 febrero) surge el proyecto de centro que aquí se presenta.

Cada año, durante las jornadas que rodean esa fecha, los alumnos del Colegio La Inmaculada de Algeciras participaban en actividades conjuntas que les permitían compartir espacios y momentos, así como relacionarse con compañeros y compañeras de otros cursos y ciclos, realizando actividades como teatros en el salón de actos, experimentos científicos que los más mayores mostraban a los más pequeños, etc. Con la llegada del COVID-19 y los protocolos sanitarios de los centros educativos la idea de celebrar el 11 de febrero como se había hecho en cursos anteriores se complicaba. Era necesario buscar una alternativa que nos permitiera mantener la esencia de aquella celebración: compartir experiencias y conocimientos sobre las mujeres en la ciencia.

Así, surge la idea de realizar un proyecto de centro en el que participarían todas las clases de Secundaria y Bachillerato, un total de 12 grupos que trabajarían una parte del proyecto desde su aula. Finalmente, al poner en común todas las partes trabajadas se obtendría un producto final unitario. De este modo, todo este alumnado, conjuntamente, contribuiría a

componer un resultado en el que cada uno reconocería su contribución al mismo. Este resultado sería un calendario dedicado a la figura de la mujer científica.

Objetivos

Los objetivos que se persiguieron con este proyecto fueron, por una parte, despertar la vocación científica en las alumnas del centro, tratando de lograr una mayor participación e inclusión de las niñas en la Ciencia y la Tecnología; romper la brecha de género en las disciplinas científicas, y educar y concienciar en la igualdad. Por otra parte, recuperar y dar visibilidad a la figura femenina en el mundo de la ciencia, destacando especialmente algunas científicas españolas que tuvieron problemas en algún momento de su trayectoria profesional por el hecho de ser mujer.

Metodología

La mayor dificultad para la realización del proyecto radicaba en la coordinación de las 12 clases participantes. Para ello, se designaron 9 profesoras del área STEAM que se encargarían de revisar el trabajo por cada aula.

Al tener un año doce meses, cada clase se encargaría de un mes. Cada clase contaba con aproximadamente 30 estudiantes, por lo que en cada clase la profesora coordinadora repartiría por orden de lista un día del mes para cada uno de ellos. Una vez otorgados los días, cada estudiante sería responsable de buscar información sobre una científica que de algún modo estuviera relacionada con ese día (nacimiento, fecha de algún premio, muerte, etc.).

Desde el Departamento de Dibujo se diseñó una tarjeta modelo donde se pautaba cómo presentar la información, de manera que todas las clases seguirían ese criterio para conseguir un resultado final unificado.

Además, esta tarjeta se pegaría a una cartulina con un color determinado, que indicaría la disciplina a la cual se dedicó la científica estudiada, categorizando de esta manera la información según un código de colores muy visual.

Figura 1. *Elaboración de tarjetas.*

Paralelamente, los cursos de 1º y 2º de ESO en la asignatura de Educación Plástica, Visual y Audiovisual trabajarían en la elaboración y decoración de 12 paneles en cartón pluma de gran tamaño, que servirían de soporte para colocar posteriormente las tarjetas acabadas de cada clase.

Resultados

El resultado final fue la elaboración de un calendario a gran escala con el que se consiguió dar visibilidad a 365 mujeres científicas internacionales de todas las épocas y disciplinas, más 12 mujeres científicas españolas, una para cada disciplina elegida por mes. Entre toda la información recogida sobre estas científicas se pueden leer logros académicos y profesionales, problemas que tuvieron que enfrentar, colaboraciones y relaciones personales, así como otras curiosidades que permitieron acercar al alumnado a estas científicas.

Por ejemplo, la primera arquitecta licenciada en España, Matilde Ucelay, vio truncada su carrera profesional con la llegada del franquismo al país, ya que le prohibieron trabajar en el sector público y firmar proyectos. No obstante, ella se las ingenió para seguir construyendo, haciendo que sus colegas arquitectos firmaran sus diseños. A día de hoy, se reconoce la autoría de Matilde en más de 40 edificios firmados por otros arquitectos.

Otro caso interesante es el de la reconocida bioquímica Margarita Salas, que contaba en una entrevista que después de colaborar activamente con su marido e iniciar un tema de investigación juntos, tuvieron que separarse profesionalmente para que ella dejara de ser "la mujer de Viñuela". De esta manera, sus investigaciones serían independientes, y los logros de Margarita no quedarían a la sombra de la figura de su marido.

Estas y otras muchas historias quedaron recogidas en los paneles del calendario físico.

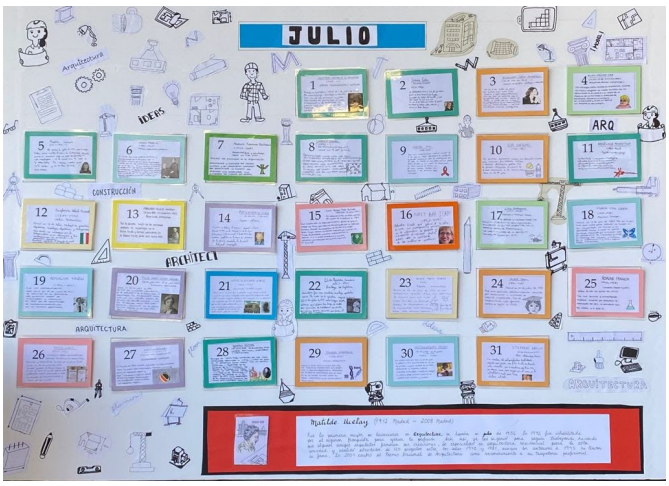


Figura 2. *Ejemplo panel del calendario.*

El día 11 de febrero de 2021 se inauguró en el vestíbulo del colegio la exposición "Calendario 2021. La mujer en la ciencia", que permaneció expuesta durante el resto del mes de febrero junto con una gymkana que el alumnado podía resolver buscando la solución a una serie de cuestiones en los paneles.

Figura 3. *Exposición paneles Calendario 2021 "La mujer en la ciencia".*

Figura 4. *Gymkana Calendario 2021 "La mujer en la ciencia".*

El proyecto tuvo una gran aceptación entre el alumnado, que se mostró orgulloso de formar parte de este trabajo. No obstante, por motivos sanitarios, la exposición no pudo ser visitada ni compartida con las familias o con otros centros. Por ello, surge una segunda parte en este pro-

yecto: su divulgación. La idea de divulgarlo a mayor escala hace que se plantee la posibilidad de digitalizarlo y compartirlo a través de la mayor plataforma de difusión del momento: Internet.

El alumnado de 1º de Bachillerato, en la asignatura de TIC, fue el encargado de elaborar la versión digital del calendario físico. Se repartieron equitativamente un número de días por cada estudiante y, a través de programas de edición de texto e imagen, revisaron y compusieron de nuevo todas las tarjetas en su versión digital.

Tras esta ardua labor, volcaron la información de cada mes en imágenes interactivas que aunaron en un único documento interactivo compartido abierta y públicamente en internet. Este documento se titula "Calendario online 2021. Mujeres STEAM", y puede visitarse en el siguiente enlace: https://bit.ly/3Izx1NT

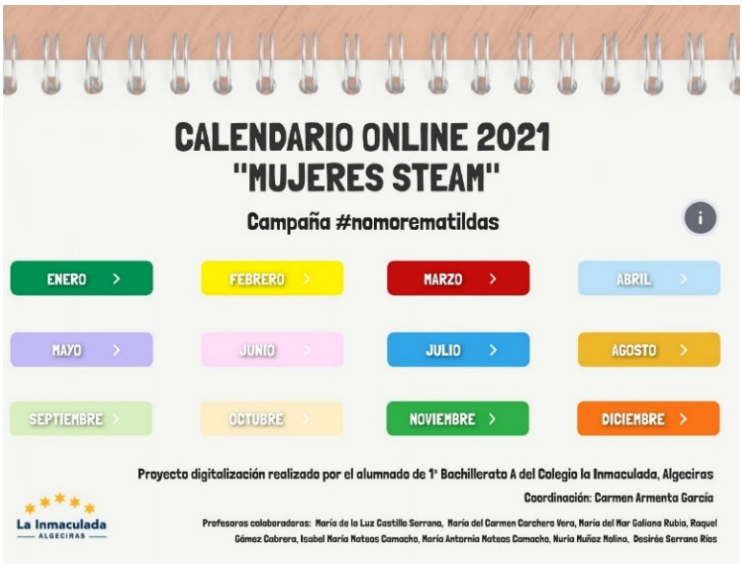


Figura 5. *Calendario online 2021 "Mujeres STEAM".*

Ambos trabajos, tanto el calendario físico como el calendario online, fueron premiados en la XXII edición de Ciencia en Acción con el primer premio de sus respectivas categorías.

Conclusiones

Con este proyecto nuestro alumnado se ha acercado en primera persona a la problemática del reconocimiento del papel de la mujer en la historia de la ciencia, ya que ha sido consciente de la dificultad para encontrar información sobre determinados descubrimientos históricos científicos asociados a mujeres.

A su vez, han comprobado a través de ejemplos concretos y de anécdotas específicas las numerosas dificultades que han enfrentado las mujeres científicas en el desempaño de su profesión. Para gran parte de este alumnado el hecho de que la mujer haya estado minusvalorada en el campo de la ciencia ya no es tan sólo una afirmación generalista, sino que han asimilado a través de ejemplos concretos esta realidad.

De esta manera, hemos observado una mayor sensibilización entre nuestro alumnado hacia aspectos importantes como la igualdad de género, y más concretamente en el ámbito científico, donde debemos seguir trabajando por lograr y mantener este estatus.

Por otra parte, ha supuesto una gran satisfacción coordinar este proyecto de manera interdisciplinar, trabajando desde diferentes asignaturas del área STEAM, demostrando que la interdisciplinariedad permite obtener resultados muy enriquecedores conjugando diferentes puntos de vistas en la búsqueda, construcción y divulgación del conocimiento.

Carmen Armenta García

Profesora de Dibujo y miembro de Diverciencia

Nuria Muñoz Molina

Colegio La Inmaculada de Algeciras
Vicepresidenta de Diverciencia y embajadora de *Science on Stage*

☆ PROYECTO STEAM: INVESTIGACIÓN AEROESPACIAL APLICADA EN EL AULA

Introducción

Os hago llegar este Proyecto en el ámbito STEAM, que se está realizando en muchas comunidades autónomas por su buena acogida y resultados en los centros educativos de primaria, secundaria y en este curso se quiere iniciar en la etapa infantil.

La delegación en España de la Oficina de Recursos Educativos de la Agencia Espacial Europea (ESERO *Spain*), bajo el lema «del espacio al aula», aprovecha la fascinación que el alumnado siente por el espacio, para generar innovadores recursos educativos. El objetivo principal es proporcionar formación y materiales específicos al profesorado de primaria y secundaria, que permitan fomentar el interés y ampliar competencias en materias CTIM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) entre su alumnado.

Este proyecto educativo de la Agencia Espacial Europea (ESA *Education*) está liderado en España por el Parque de las Ciencias de Granada. Además, cuenta con la colaboración de instituciones educativas tanto de ámbito nacional como de las distintas comunidades autónomas.

Desde la delegación en España de la Oficina de Recursos Educativos de la Agencia Espacial Europea ESERO *Spain* ofrecemos:

- Formación homologada y recursos gratuitos para el profesorado.
- Desafíos, concursos y proyectos de aula para el alumnado.
- Actividades para la promoción de vocaciones científicas y tecnológicas, además del desarrollo de iniciativas específicas, como #ellasinspiranSTEM, que visibiliza nuestro compromiso con la promoción de las vocaciones científicas femeninas.

La implementación del proyecto ESERO en España no sería posible sin el trabajo en red de las instituciones educativas que coordinan la formación del profesorado en las distintas comunidades autónomas. Cada una de estas instituciones renueva anualmente su convenio de colaboración con ESERO.

Objetivos del proyecto:

- Acercar al alumnado y profesorado a la investigación aeroespacial, poniendo a los estudiantes en el papel investigador.
- Fomentar las vocaciones científicas.
- Detectar el talento tecnológico en el alumnado desde edades tempranas.
- Despertar la inquietud por el conocimiento de la ciencia y las tecnologías y estimular el interés, especialmente de las alumnas, por estas materias.

Fases del proyecto:

1. Formación del profesorado.

2. Actividades en el aula y, si es posible, visitas educativas.

3. Documentación y difusión del trabajo. Además, se anima y acompaña a los centros a participar en retos y concursos regionales, nacionales e internacionales de temática aeroespacial.

Niveles del proyecto:

Nivel I: Iniciación a la Investigación Aeroespacial aplicada al aula. Dirigido a aquellos centros que desean iniciarse en la formación e implicarse en proyectos interdisciplinares STEAM enfocados a la investigación aeroespacial.

Nivel II: Profundización en la Investigación Aeroespacial aplicada al aula. Dirigido a aquellos centros que deseen profundizar en su estudio así como participar en concursos de temática aeroespacial y elaborar sus propios

recursos educativos en dicha temática adaptados al contexto de su centro.

Nivel III: Especialización en la Investigación Aeroespacial aplicada al aula. Dirigido a aquellos centros que hayan superado el Nivel II, deseen especializarse en su estudio y ejercer como centros embajadores y mentores de otros centros educativos participantes en los otros niveles

Recursos (https://esero.es/recursos/)

ESERO Spain ha desarrollado una variedad de recursos específicos y complementarios que desarrollamos con ESA *Education* y la red de oficinas ESERO.

Todos estos contenidos están destinados a uso personal y no comercial por parte del usuario. La ESA permite la descarga y copia de información, imágenes, documentos y materiales desde la web para dicho tipo de uso. Además, tampoco se facilitan los derechos de venta o distribución de cualquiera de estos materiales.

Hay una gran variedad de recursos:

- Kits educativos aeroespaciales: (https://esero.es/recursos/kits/)

Todos estos *kits* permiten que el alumnado se ponga en el papel de los y las investigadores e investigadoras aeroespaciales, en relación con el currículo de las asignaturas impartidas por sus docentes mediante una metodología STEAM de un modo interdisciplinar.

- Iniciación (I). Este *kit* está indicado para el alumnado que se inicia en la investigación aeroespacial, y consta de material manipulativo con el que el alumnado participante experimenta cual es el mejor material recomendado en la construcción de aeronaves espaciales, que incluye cubos de diferentes materiales y reales del Satélite Cheops, los cuales han sido utilizados para la construcción del satélite lanzado en diciembre de 2019.
- Profundización (II). Este *kit* está indicado para el alumnado que desea profundizar en sus conocimientos en investigación aeroespacial, mediante la selección de herramientas necesarias para la detección de exoplanetas, mediante la realización de experiencias sencillas (método del tránsito, cromatografía básica para detectar componentes en la atmósfera, detección del campo magnético, vida en condiciones extremas, etc.) que permitirán al alumnado realizar hipótesis sobre la posible existencia de vida en otros sistemas planetarios reales.
- Especialización (III). En este nivel se usan diferentes kits de nivel avanzado que permiten al alumnado especializarse en su estudio en la investigación aeroespacial, tales como kits de radio, de exploración espacial, estaciones meteorológicas, detección de CO_2, robótica, experimentación mediante el lanzamiento de cohetes, etc.

- Las guías

  (https://esero.es/tipo-recurso/guia/)

Las guías ESERO son cuadernillos didácticos descargables en PDF, con contenidos específicos relacionados con el espacio. Plantean diversas actividades prácticas sobre cada uno de los temas y aportan la documentación necesaria para realizarlas.

Los materiales están adaptados a las necesidades del alumnado, según el ciclo, para que al docente le sea fácil adaptarlo al currículo educativo de la asignatura elegida.

- Prácticas en abierto

  (https://esero.es/recursos/practicas-en-abierto/)

Ejercicios prácticos ideados como refuerzo a los contenidos curriculares del aula. Están desarrollados bajo la plataforma *eXeLearning* de uso libre y permiten realizar prácticas complementarias a las guías y a los diferentes contenidos.

- ESERO SpaceTroopers

  (https://esero.es/app-esero-space-troopers/)

ESERO *SpaceTroopers* es la aplicación educativa para iniciar a niños y niñas de 6 a 8 años en la exploración espacial desarrollada por ESERO Spain, la delegación en España de la Oficina de Recursos Educativos de la Agencia Espacial Europea y coordinada por el Parque de las Ciencias de Granada.

- Publicaciones de apoyo

  (https://esero.es/wp-content/uploads/2020/05/Cuaderno_Vocaciones_Cientificas.pdf)

Se trata de publicaciones extra que os ofrecerán otros puntos de vista sobre algunos de los proyectos que presentamos y os ayudarán a profundizar en diversos campos relacionados con el espacio.

- Recursos ESA

  (https://www.esa.int/kids/es/Home)
  (https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Teach_with_space3)

La colección "*Teach with Space*" de la ESA, desarrollada en colaboración con la red de Oficinas Europeas de Recursos de Educación Espacial (ESERO), proporciona un amplio conjunto de recursos para niveles de educación primaria y secundaria.

- STEAM en 60´

  (https://esero.es/formaciones/steam-en-60/)

STEAM en 60' es un tipo de formación con una fórmula innovadora, gratuita, online, de aproximadamente una hora, para dar a conocer nuestros recursos al profesorado.

Kit 1: Ingeniería de astronaves

Este equipo de trabajo contiene varios *kits* de materiales y componentes para experimentar con sus propiedades físicas, con el fin de descubrir cuáles son más adecuados para construir una astronave.

Kit 2: Detección de exoplanetas

En este *kit* encontrarás experiencias sencillas que permitirán al alumnado realizar hipótesis sobre la posible existencia de vida en otros sistemas planetarios reales:

- Método del tránsito.
- Cromatografía básica para detectar componentes en la atmosfera.
- Detección del campo magnético.
- Vida en condiciones extremas.

Marisa Prolongo Sarria

I.E.S. Torre del Prado, Málaga

PLATAFORMAS WEB EDUCATIVAS

El profesor Pascual Lahuerta, de la Universidad de Valencia, lleva años trabajando en el desarrollo de plataformas web educativas relacionadas con la química y otros ámbitos de conocimiento. Su principal interés es compartir dichas plataformas con profesorado a todos los niveles y personas con interés en el ámbito educativo.

En concreto, podemos destacar las tres siguientes:

- www.uv.es/quimicajmol

Permite la representación de: estructuras 3D (sólidos moleculares, estructuras cristalinas, geometría molecular…), estructuras de Lewis, mecanismos de reacción, visualizaciones de procesos fisicoquímicos, además de incluir un conjunto de test conceptuales y aspectos de nomenclatura química. Todo ello disponible para diversas etapas educativas.

- www.uv.es/educa/ejerciciosIP/

Conjunto de ejercicios interactivos para que niños de todas las edades aprendan conceptos básicos (alimentos, animales, colores, palabras…), estructurados en 5 niveles, hasta llegar a los símbolos de los elementos y la tabla periódica.

- http://biomodel.uah.es/en/DIY/JSME/draw.es.htm

Bricomoléculas, es el programa con el cual se puede dibujar la estructura de compuestos moleculares y optimizar su geometría. Por su versatilidad, es especialmente útil no sólo para alumnos sino para la edición de documentos para el profesorado.

Además de la utilidad intrínseca de estos materiales educativos, el profesor Lahuerta ofrece su ayuda para el desarrollo de necesidades alternativas no incluidas en lo ya desarrollado. Su dirección es: lahuerta@uv.es

SABERES EN ACCIÓN: UN RECURSO PARA REDESCUBRIR LA HISTORIA DE LA CIENCIA

Encontrar información fiable sobre historia de la ciencia para nuestras clases en la web no siempre es tarea fácil. Desde ahora, esta labor será más sencilla gracias a la publicación del manual digital Saberes en acción (https://sabersenaccio.iec.cat/es/). Se trata de un proyecto de humanidades digitales del Instituto Interuniversitario López Piñero (centro conjunto de las Universidades de Alicante, Valencia, Miguel Hernández y Jaume I dedicado a los estudios históricos y sociales sobre ciencia) y la Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica, en el que han participado diversos expertos internacionales en el ámbito de la historia de la ciencia, la medicina y la tecnología.

Saberes en acci*ón* ofrece de forma sintética y divulgativa múltiples píldoras sobre episodios de la historia de las ciencias desde la mirada de las más recientes investigaciones en el área. El manual se estructura en dos partes centrales. En la primera de ellas, de índole cronológico, el lector podrá explorar el devenir de la ciencia desde los antiguos templos y ágoras a los modernos aceleradores de partículas.

En la segunda parte, de naturaleza temática, se pone el foco en cuestiones de especial interés como el papel de las mujeres, los expertos, los públicos, las controversias o los espacios en la ciencia, así como en la relación de esta última con la lengua, la religión, el medio ambiente, la alimentación o las enfermedades, entre otras muchas cuestiones.

Saberes en acción nos ofrece al profesorado de enseñanza secundaria un valioso recurso TIC para redescubrir la historia de la ciencia, conociendo a nuevos protagonistas y repensando los capítulos que creíamos conocer. Sin duda, una valiosa herramienta bibliográfica que podrá catalizar no pocas actividades didácticas que apuesten por el gran valor educativo de la historia de la ciencia. Todo ello, tan solo, al alcance de un clic.

Luis Moreno Martínez

Profesor de Física y Química de Enseñanza Secundaria de la Comunidad de Madrid
luis.morenomartinez@educa.madrid.org

2022: OTRO AÑO INTERNACIONAL DE ESPECIAL INTERÉS

El 2 de diciembre, la Asamblea General de Naciones Unidas aprobó la resolución 76 / A / L. 12, que proclama 2022 *como Año Internacional de las Ciencias Básicas para el Desarrollo Sostenible*. Sin duda, será una nueva oportunidad para realizar actividades e iniciativas para fomentar la enseñanza y divulgación, de forma que se aprecie cómo las ciencias básicas, como la física y la química, contribuyen a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y, con ellos, la mejora sostenible de la humanidad.
https://www.iybssd2022.org/en/home/

IYBSSD2022
Año Internacional
de las Ciencias Básicas
para el Desarrollo Sostenible

2022: REUNIONES BIENALES DE LA RSEQ Y DE LA RSEF

Las reuniones bienales son los acontecimientos más relevantes que celebran nuestras dos sociedades, RSEF y RSEQ, desde hace décadas. Las programadas para 2022 son las correspondientes a las que se anularon en este año que termina, por la pandemia. Desde aquí, se anima a participar en los simposia que organizaremos desde este GEDH en dichas bienales.

♦ **XXXVIII Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Química.** Granada, 27-30 de junio de 2022. Fin de envío de comunicaciones: 15 febrero 2022. https://bit.ly/2ZWFhGj

♦ **XXXVIII Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física.** Murcia, 11-15 de julio de 2022. Se anunciará en breve en: https://rsef.es/

CONCURSO DE FANZINES

El pasado mes de octubre se lanzó la II Edición del Concurso de *Fanzines ¿Cómo sería el mundo sin el trabajo de los científicos?*, https://bit.ly/3yf7yox, convocado por el Decanato de la Facultad de Ciencias, Sección Química de la Universidad de Alcalá, con el apoyo de nuestro Grupo Especializado, el grupo de Jóvenes Investigadores Químicos de la Real Sociedad Española de Química (RSEQ) y por la Sección Territorial de Madrid de la RSEQ. El público objetivo de esta actividad han sido alumnos de ESO, Bachillerato y módulos de Formación Profesional de Centros del corredor del Henares. Este concurso se convocó con el objetivo de que los alumnos adquieran consciencia de la importante contribución que hace la ciencia a la sociedad, y de promover la cultura científica entre los más jóvenes de una forma diferente y creativa.

El plazo de presentación de trabajos original fue del 1 de octubre al 15 de noviembre, pero a petición de algunos profesores, el plazo de amplió al 22 de noviembre. Los grupos de estudiantes, guiados por un profesor-tutor, eligieron un científico o una científica de cualquier ámbito. A continuación, buscaron información sobre su biografía y trabajo de investigación. Después reflexionaron sobre la contribución de esa investigación a la mejora de algún aspecto de la sociedad y sobre cómo sería ahora el mundo sin esa aportación. Finalmente, los alumnos elaboraron fanzines en los que plasmaron lo aprendido de una forma libre y creativa.

El impacto de esta actividad ha superado con creces el de la primera edición celebrada en 2020. Han participado 362 alumnos (138 en la primera edición) y 32 profesores-tutores (18 en la primera edición) de 16 centros educativos diferentes (7 en la primera edición). Se recibieron un total de 142 fanzines: 59 en la categoría A (1º, 2º y 3º de ESO y módulos de Forma-

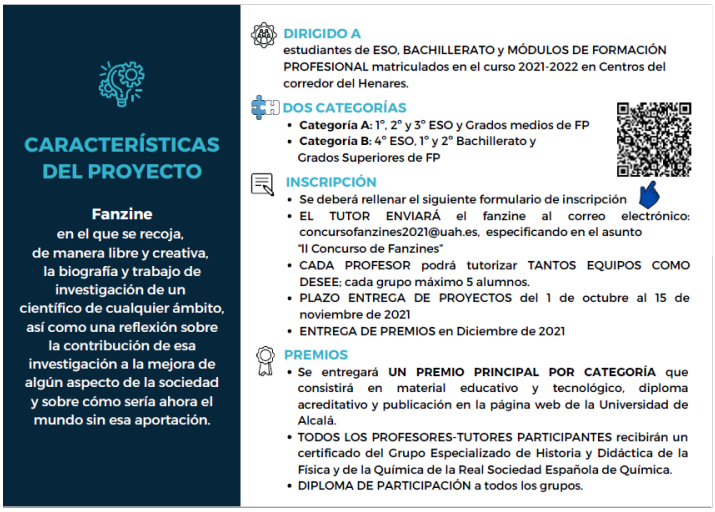
ción Profesional de grado medio) y 83 en la categoría B (4º de ESO, 1º y 2º de Bachillerato y módulos de Formación Profesional de grado superior).

Tras finalizar el plazo de recepción de trabajos, las organizadoras del concurso realizaron una primera selección en función del cumplimiento de las bases y de la calidad de la ejecución del fanzine, la originalidad y la reflexión realizada por los alumnos de la contribución del científico o científica elegido. Se seleccionaron 8 fanzines de la categoría A y 11 fanzines de la categoría B. El jurado, constituido por profesores y profesoras de la Universidad de Alcalá y de las entidades que apoyan el concurso han elegido un *fanzine* ganador y una mención especial por categoría.

Los ganadores se anunciarán durante la ceremonia de entrega de premios, que se celebrará de forma presencial el 21 de diciembre a las 17:00 horas en el salón de actos del Jardín Botánico de la Universidad de Alcalá. Acudirán el Vicerrector de Investigación de la Universidad de Alcalá, los presidentes de los Grupos de la RSEQ que apoyan la actividad, así como los profesores-tutores y los alumnos autores de los fanzines preseleccionados. Para finalizar el acto, D. Francisco Manuel Saéz de Adana Herrero, director del Instituto Franklin-UAH, hablará sobre la ilustración en la divulgación de la ciencia. Todos los participantes recibirán un diploma acreditativo.

Ángela Martín-Serrano Ortizrtínez

Postdoctoral Researcher
Université Grenoble Alpes



♦ **'Ciencia-me un cuento', varios autores, Ed. Penguin Random House (2021).**

Otra interesante obra auspiciada por la Fundación Lilly, para favorecer la divulgación de la ciencia, en este caso, para los más pequeños. Se trata de una recopilación única y bilingüe inglés-español de los cuentos ganadores de las primeras ediciones de *Ciencia-me un cuento*, concurso de relatos científicos organizado por la Sociedad de Científicos Españoles en el Reino Unido y la Fundación Lilly.

Con acceso gratuito en formato digital, permite que los niños se sumerjan en un mundo de aventuras, curiosidad y experimentos. Mediante células, dinosaurios y pequeños protagonistas, de la mano de la ciencia y la investigación, se permite descubrir un universo de posibilidades.

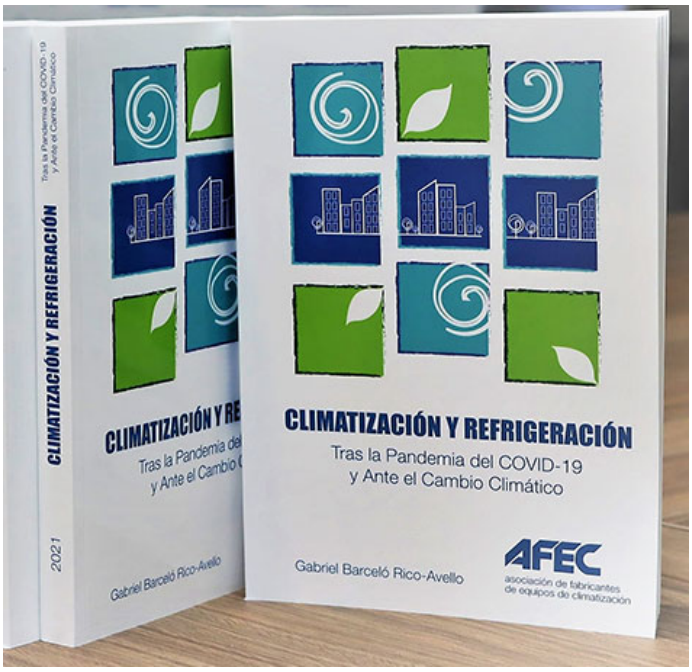
Los cuentos, provenientes de distintos rincones del mundo, avivan la curiosidad científica y cultural de sus lectores. Se accede al texto en:

https://www.fundacionlilly.com/bibliotecadisponible

♦ **'Climatización y Refrigeración: Tras la pandemia del covid-19 y ante el cambio climático', Gabriel Barceló Rico-Avello, Ed. AFEC (2021).**

En esta obra, Gabriel Barceló, compañero de nuestro GEDH, expone la evolución y las tendencias de la termotecnia y técnicas de refrigeración y climatización, destacando los actuales criterios sociales y económicos de las instituciones supranacionales al respecto, en el ámbito de una economía sostenible.

Más detalles al respecto: https://bit.ly/3lyLFvd



RAFAEL LLOPIS: IN MEMORIAM…

El pasado mes de julio nos dejó nuestro amigo y compañero Rafael Llopis Castelló. Quienes tuvimos la fortuna de compartir con él trabajo y amistad no podemos sino tenerle presente con inmenso cariño. Desde el punto de vista profesional, además de su larga y fecunda trayectoria docente, hemos de agradecerle su contribución a la apertura de nuestras aulas –y sobre todo de nuestras mentes– a realidades educativas que nos eran ajenas.

Siempre fue por delante, con una perspectiva amplia y abierta, capaz de integrar todo aquello que más allá de nuestras fronteras se proponía para impulsar y mejorar la enseñanza de las ciencias. Pero todo esto era fruto de sus cualidades humanas, que iban mucho más allá de lo profesional.

Siempre recordaré su cercanía y generosidad, su trato sencillo y familiar, así como esa actitud positiva y alegre que, por contagiosa, era capaz de hacer aflorar lo mejor de cada uno de los que le tratábamos. Más que un recuerdo, Rafael sigue siendo una realidad viva para todos los que le queríamos. ¡Hasta siempre!

Juan A. Llorens Molina

Universitat Politècnica de València

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**

Real Sociedad Española de Física

R.S.E.F.

RSEQ Real Sociedad Española de Química

GEDH (RSEF + RSEQ) | 1986 · 2021

35 AÑOS DIFUNDIENDO LA FÍSICA Y LA QUÍMICA

Desde este Boletín, los miembros de su Comité Editorial y de la Junta de Gobierno del Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química, común a las Reales Sociedades Españolas de Física y de Química, deseamos a todos salud, paz y bien en esta próxima Navidad, y nuestros mejores deseos para el nuevo año, 2022.

Bartolomé Esteban Murillo (1618-1682), *Adoración de los pastores*, hacia 1650. Óleo sobre lienzo, 187 x 228 cm. Museo Nacional del Prado, Madrid.

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

Editor:

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

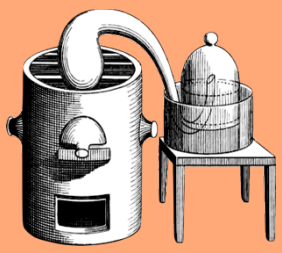
Editores Asociados:

- *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)*

Contacto y envío de contribuciones: gedh@rseq.org

FARADAY:
BOLETÍN DE FÍSICA Y QUÍMICA

- Segunda época -