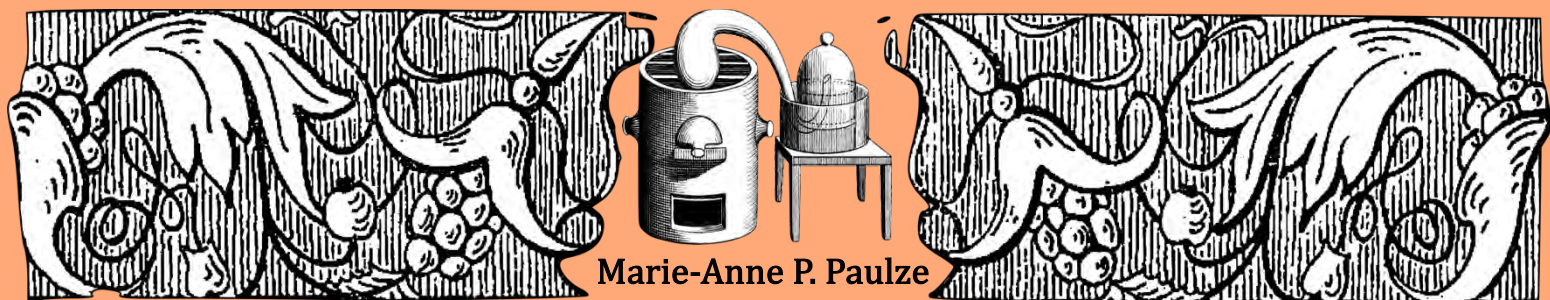


FARADAY



BOLETÍN DE FÍSICA Y QUÍMICA - Segunda época -



Año 2022
Junio, N° 37

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

Presentación

Termina un curso intenso en el que, una vez más, la comunidad de docentes en todas las etapas educativas ha puesto su granito de arena en la formación de esas nuevas generaciones que son la esperanza de un mundo más justo, solidario y pacífico. El verano es un buen momento para aprovecharnos de la electroquímica y “recargar nuestras baterías”, y más cuando se avecina un curso lleno de novedades, entre las que se puede destacar la implantación de la nueva legislación educativa y (si no hay contratiempos) el inicio de un curso sin los impedimentos causados por la pandemia, pero sí con la experiencia didáctica acumulada en ese período. En este número de *Faraday: Boletín de Física y Química (segunda época)*, ofrecemos una serie de artículos para informar y favorecer la reflexión sobre temas que nos incumben a todos los que estamos implicados en la aventura apasionante de la didáctica y la historia de la física y la química, desde múltiples vertientes.

Índice de contenidos

<u>Pág.</u>	<u>Título del trabajo o contribución y autoría</u>
2	Convocatorias de premios.
2-3	La RSEQ premia la labor de Luis Moreno Martínez (Gabriel Pinto).
4-14	Física y Química en la LOMLOE: Una mirada al nuevo currículo de ESO y Bachillerato (Luis Moreno, Almudena de la Fuente y Alejandro Rodríguez-Villamil).
15-18	Wilhelm Ostwald en el XC aniversario de su fallecimiento: Obra científica y Pensamiento pedagógico (Luis Moreno).
19-23	El lado oscuro de la química: de la Antigüedad a la I Guerra Mundial (Carlos Moreno)
23-29	Cómo llevar a cabo propuestas didácticas interdisciplinares que involucren a la materia de Física y Química en Secundaria y Bachillerato para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje competencial (Sergio Galán).
29-30	Pruebas externas de evaluación de Química y Física preuniversitaria: Comparativa entre el bachillerato nacional y bachillerato internacional (José Juan Sirvent).
31	Personajes destacados: Profesor José Miguel Abraham (Gabriel Pinto).
32	Memorial Jesús Mato (Marisa Prolongo).
33-34	Feria ‘Madrid es Ciencia’ (Marisa Prolongo).
35-41	Festival <i>Science on Stage</i> Praga 2022. El festival de profesores STEM más grande de Europa (Nuria Muñoz Molina).
41	Información sobre <i>Diverciencia</i> .
42-43	¿Cómo sería el mundo sin el trabajo de las científicas? (Ángela Martín-Serrano).
44-46	Reseña bibliográfica: ‘Teoría de Campos Rotacionales. La Teoría de Interacciones Dinámicas, Campos Rotacionales y el movimiento de Chandler’ (Gabriel Barceló).
46	Reseña bibliográfica: ‘Drogas, fármacos y venenos’ (Ángela Martín-Serrano).
47	Información del GEDH.
47	Comité editorial de <i>Faraday: Boletín de Física y Química (segunda época)</i> .



◆ Premio Salvador Senent

Manteniendo su periodicidad bienal, se ha convocado ya nuestro tradicional premio, al que desde aquí, se anima a la participación. Sus bases son:

El *Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química* (GEDH), común a las Reales Sociedades Españolas de Física y de Química, convoca la **IX Edición del Premio “SALVADOR SENENT”**, consistente en 1.000 € (mil euros) y un diploma acreditativo. Con el premio se honra la memoria del Prof. Dr. Salvador Senent Pérez, fundador del GEDH en 1986.

Se podrá presentar cualquier trabajo científico especializado, de revisión o de carácter divulgativo, relacionado con la didáctica o la historia de la física o de la química, publicado (o aceptado para publicar) en la *Revista Española de Física* o en *Anales de Química*, revistas editadas por la RSEF y RSEQ, respectivamente. Los objetivos del premio son resaltar los trabajos sobre estas áreas de conocimiento y fomentar el interés para publicar en las citadas revistas. Se valorará su rigurosidad y originalidad.

Los trabajos se enviarán por correo electrónico a la dirección gedh@rseq.org, incluyendo:

- Nombre(s) completo(s) y datos (teléfono y correo electrónico) de los autores.
- Un archivo adjunto con el trabajo presentado (en formato pdf) ya publicado (desde abril de 2021) o admitido para publicación si aún no se ha publicado en marzo de 2023 (en este caso, se deberá acompañar el documento de aceptación de publicación), en una de las dos revistas citadas.

No podrán participar autores premiados en las anteriores convocatorias. **Las propuestas pueden enviarse hasta el 1 de abril de 2023** y se remitirá acuse de recibo. El jurado del premio estará formado por profesionales de acreditado prestigio designados por la Junta de Gobierno del GEDH. El premio, que se resolverá antes del 1 de junio de 2023, se entregará en algún evento o jornada antes de la finalización de dicho año. Se actualizará la información al respecto en: <https://gedh.rseq.org/>

◆ Premio a la Labor Educativa «Física y Química para el Desarrollo Sostenible»

Estamos ultimando, desde el GEDH, la convocatoria de un **nuevo premio para el profesorado**, para llevarlo a cabo en el curso 2022/23: ¡Estad atentos para ello a través de los canales de comunicación del Grupo!



LA RSEQ PREMIA LA LABOR DE LUIS MORENO MARTÍNEZ

Luis Moreno Martínez, vicepresidente 2º de nuestro GEDH y redactor habitual de este Boletín, con sus apasionantes “Apuntes de la historia de la ciencia”, ha sido galardonado recientemente con el *Premio a tareas educativas y divulgativas a profesores de enseñanzas preuniversitarias*, dentro de la Convocatoria de Premios de la RSEQ de 2022.



El Prof. Luis Moreno Martínez.

Según se indica 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, 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, cursó (en 5 universidades españolas diferentes) un curso de experto en Divulgación y Cultura Científica, dos másteres (Historia de la ciencia y Comunicación Científica, y Formación de Profesorado de ESO y Bachillerato), así como dos doctorados (Educación-Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Estudios Históricos y Sociales sobre Ciencia-Área de Historia de la Ciencia).

- Ha ejercido como profesor de Física y Química de ESO y Bachillerato en distintos centros (privados, concertados y públicos) y tipología de alumnos (entorno urbano y rural, alumnado con dificultades de aprendizaje y con diversidad funcional). Actualmente ejerce la docencia en el CEIPSO Vicente Aleixandre de Miraflores de la Sierra como profesor de Física y Química de Enseñanza Secundaria de la Comunidad de Madrid, cuerpo en el que obtuvo plaza por oposición. En dicho centro, donde es también Jefe del Departamento de Física y Química, trabaja con alumnado de diversas nacionalidades y nivel socioeconómico medio-bajo, motivando al alumnado hacia el aprendizaje de la física y la química a través de diversas iniciativas, como el aprendizaje basado en juegos (como juegos de dados para repasar formulación o el “quimibingo” para reforzar el aprendizaje de los símbolos de los elementos químicos diseñados por él mismo), el aprendizaje experimental (a través de la realización semanal de prácticas de laboratorio y la elaboración de proyectos de investigación, como la recreación de un gabinete de física y química del siglo XIX con utensilios cotidianos para 2º y 3º ESO o el análisis químico del agua y los suelos del entorno del centro escolar con 4º ESO) o el aprendizaje por modelización (construyendo maquetas de modelos atómicos, estructuras cristalinas y moleculares), entre otras aproximaciones pedagógicas.

De todo ello da cuenta en la dirección web <https://www.unprofedciencias.es/>, un portafolio docente “Un profe de ciencias”, donde comparte para todo el profesorado sus materiales didácticos y experiencias pedagógicas.

- Ha compaginado la labor anterior con: docencia universitaria, investigación educativa (que incluye una estancia en México), coordinación de proyectos de innovación educativa, enseñanza en cursos de formación del profesorado, y más de 50 ponencias en congresos nacionales e internacionales de historia y didáctica de las ciencias, aportando ideas sobre la mejora de la educación científica.

- Ha publicado más de 70 artículos en revistas nacionales e internacionales sobre la enseñanza y la historia de las ciencias en general y la química en particular. Entre otras, se destacan *Anales de Química, Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, Química e Industria, Educació Química, Revista Española de Física, Enseñanza de las Ciencias, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Substantia. An International Journal on the History of Chemistry*, e *Historia y Memoria de la Educación*.

- Desarrolla una importante labor en pro del profesorado de ciencias a través de 6 sociedades científicas, nacionales e internacionales.

- Ha sido comisario y participante de 7 exposiciones sobre diversos aspectos históricos y pedagógicos relacionados con ámbitos científicos.

- Ha sido organizador y profesor en jornadas, congresos y programas formativos del profesorado en España y otros países (habla, aparte de castellano, catalán e inglés).

- Ha complementado toda esta labor educativa con participaciones en talleres de profundización en la física y en la química, seminarios, etc., como se aprecia en su C.V.

- Ha colaborado activamente y de forma altruista en múltiples eventos divulgativos.

- Su labor ha sido premiada con una docena de distinciones y becas, como la de Excelencia Postdoctoral del Gobierno de México para Investigadores Extranjeros.

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

Gabriel Pinto Cañón

Universidad Politécnica de Madrid

Física y Química en la LOMLOE: Una mirada al nuevo currículo de ESO y Bachillerato

Los pasados meses de marzo y abril se aprobaron los Reales Decretos que establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas para la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y el Bachillerato en el marco de la denominada LOMLOE (Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación). Se trata del Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, que fija el nuevo currículo de ESO; y el Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, que establece el nuevo currículo de Bachillerato.

Este nuevo marco legislativo regirá nuestras programaciones didácticas en 1º ESO, 3º ESO y 1º Bachillerato el próximo curso 2022-2023 y pasará a estar plenamente vigente en todas las etapas y niveles desde el curso 2023-2024. En el ámbito de la especialidad de Física y Química, las novedades que introduce la LOMLOE se incorporarán en 3º ESO y 1º Bachillerato a la vuelta del verano.

Es por ello que se ofrece en las próximas líneas un sucinto pero panorámico resumen de las principales características y novedades del nuevo currículo de ESO y Bachillerato, con el objetivo de contribuir a familiarizarnos con el nuevo marco normativo en el que se inscribirá nuestra acción docente en los próximos años.

Nuevos ítems curriculares

Uno de los elementos novedosos que podemos encontrar en el currículo LOMLOE de ESO y Bachillerato es que de los actuales objetivos, contenidos, competencias, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables del marco LOMCE se mantienen los objetivos y criterios de evaluación, a los que se suman los saberes básicos y situaciones de aprendizaje. Asimismo, las competencias se escinden en competencias clave y competencias específicas.

Dichos ítems quedan definidos como sigue:

- **Objetivos.** Son aquellos logros que el alumnado ha de alcanzar y que están vinculados a la adquisición de las competencias clave.
- **Competencias clave.** Son aquellos desempeños que el alumnado ha de adquirir de forma transversal a lo largo de su formación.
- **Competencias específicas.** Son aquellos desempeños vinculados a los saberes básicos y criterios de evaluación de cada materia. Una competencia específica en una materia dada puede remitir a varias competencias clave.
- **Saberes básicos.** Son los conocimientos, destrezas y actitudes que forman los contenidos propios de cada materia. Su aprendizaje permite al alumnado la adquisición de las competencias (específicas y clave).
- **Situaciones de aprendizaje.** Son las actividades y contextos que implican el despliegue por parte del alumnado de ciertas actuaciones relacionadas con las competencias (específicas y clave).
- **Criterios de evaluación.** Son los referentes que indican el nivel de desempeño logrado por el alumnado y que están vinculados a las diferentes competencias específicas.

Las Reales Decretos de ESO y Bachillerato fijan todos estos ítems curriculares para la materia de Física y Química, excepto las situaciones de aprendizaje. Todos ellos, con la excepción de las competencias clave, se fijan específicamente para las materias de Física y Química de 1º a 3º ESO (que comparten currículo, aunque no se indica en qué cursos se impartirá la materia, cabiendo esperar que, como en la actualidad, se imparta en 2º y 3º ESO), 4º ESO, 1º Bachillerato y 2º Bachillerato (en el que Física y Química siguen siendo materias independientes).

Las competencias clave, por el contrario, se establecen a nivel general distinguiéndose en aquellas que el alumno ha de haber adquirido al finalizar la Educación Primaria, las que ha de haber adquirido al finalizar la enseñanza básica y las que ha de haber adquirido al finalizar el Bachillerato. Se trata de un total de ocho competencias: la competencia en comunicación lingüística, la competencia plurilingüe, la competencia matemática y en ciencia, tecnolo-

gía e ingeniería (denomina competencia STEM por el propio currículo, aludiendo al término inglés *Science, Technology, Engineering and Mathematics* tan extendido en el seno de la investigación en didáctica de las ciencias y la innovación educativa en los últimos años), la competencia digital, la competencia personal, social y de aprender a aprender, la competencia ciudadana, la competencia emprendedora y la competencia en conciencia y expresiones culturales.

Si bien la adquisición de las competencias es transversal y es posible abordar todas ellas desde la materia de Física y Química, cabe destacar la competencia STEM como la más profundamente ligada al ámbito de nuestra especialidad docente.

La competencia STEM en ESO y Bachillerato

De forma resumida y aunque a nivel curricular existen pequeñas diferencias en la formulación de la competencia STEM para ESO y Bachillerato, se considera que el alumno ha adquirido la competencia STEM cuando:

- **STEM 1.** Utiliza métodos inductivos y deductivos propios del razonamiento matemático para resolver problemas, interpretando las soluciones.
- **STEM 2.** Utiliza el pensamiento científico para explicar fenómenos de la vida cotidiana, valorando críticamente el alcance y las limitaciones de la ciencia y aplicando las pautas básicas del quehacer científico.
- **STEM 3.** Diseña y ejecuta proyectos para resolver problemas o necesidades sociales.
- **STEM 4.** Interpreta y transmite los elementos más relevantes que conforman las matemáticas, la ciencia y la tecnología haciendo uso de las TIC y dominando el lenguaje específico STEM.
- **STEM 5.** Empeña acciones fundamentadas científicamente para promover la salud y el cuidado al medio ambiente.

La materia de Física y Química, como parte fundamental de la ciencia escolar en ESO y Bachillerato, puede contribuir la adquisición de los cinco descriptores operativos anteriores que conforman la competencia STEM. En definitiva,

es posible colegir que promover la competencia STEM se traduce en lograr que nuestro alumnado esté familiarizado con los métodos de la ciencia (STEM1), la vincule a la vida cotidiana (STEM2), la use para resolver problemas (STEM3), domine el lenguaje científico-técnico (STEM4) y valore las implicaciones de la ciencia para la humanidad y el planeta (STEM5). Sin duda, un aspecto que ya formaba parte, de una u otra forma, en la propia concepción de la enseñanza de las ciencias como promotora de la alfabetización científica ciudadana y que, con la nueva ley, queda explicitado y concretado a nivel curricular.

La materia de Física y Química en ESO

Carga horaria

Para primer, segundo o tercer curso de ESO (pues no se fija la materia en ninguno de los cursos, a diferencia del currículo LOMCE que fijaba explícitamente Física y Química en 2º y 3º ESO), las horas mínimas de Física y Química han de ser de 105, menos que materias como Lengua Castellana y Literatura (325 h), Lengua Extranjera (290 h), Matemáticas (260 h), Geografía e Historia (195), Tecnología y Digitalización (140 h), y al igual que las materias de Biología y Geología, Música, Educación Plástica, Visual y Audiovisual, Educación Física y Religión. Tan solo la materia de Educación en Valores Cívicos y Éticos (35 h) presenta una carga horaria mínima inferior a Física y Química. En el caso de cuarto curso de ESO, la Física y Química tiene una carga horaria mínima de 65 horas, como la mayoría de materias, excepto Educación Física (35 h), Religión (35 h), Lengua Castellana y Literatura (115 h), Lengua Extranjera (100 h) y Matemáticas A o B (100 h).

Aunque será la concreción curricular llevada a cabo por las Comunidades Autónomas la que finalmente establecerá el número de horas y la distribución de las materias en los distintos cursos, la asignación de horas mínimas no permite afirmar que la materia de Física y Química cuente con una posición privilegiada en el currículo escolar de ESO, algo que introduce importantes limitaciones en el desarrollo de la asignatura dada su complejidad conceptual y su carácter eminentemente experimental.

Competencias específicas y criterios de evaluación

Las materias de Física y Química en ESO comparten las siguientes competencias específicas, las cuales están vinculadas a la competencia STEM, pero también a otras competencias clave. Dichas competencias específicas (CE) de Física y Química son, de forma resumida:

- **CE1.** Comprender fenómenos físicos y químicos del entorno y explicarlos con las pertinentes teorías y leyes científicas, usándolas para resolver problemas reales.
- **CE2.** Aplicar a circunstancias reales la metodología propia del trabajo científico: formular preguntas, plantear hipótesis, etc.
- **CE3.** Manejar con soltura las reglas y normas básicas del trabajo experimental y el lenguaje científico (normas IUPAC, lenguaje matemático, unidades, etc.).
- **CE4.** Saber usar fuentes de información científica, con especial atención a las TIC.
- **CE5.** Utilizar estrategias propias del trabajo colaborativo para comprender la importancia de la ciencia en la sociedad, la salud y el medio ambiente.
- **CE6.** Comprender y valorar la ciencia como una construcción colectiva en continuo cambio que requiere de una interacción con el resto de la sociedad, para repercutir en el avance tecnológico, económico, ambiental y social.

Cada competencia específica lleva asociada una serie de criterios de evaluación. Por ejemplo, la CE1 tiene asociados los siguientes criterios de evaluación para la materia de Física y Química de 1º a 3º ESO:

- Identificar, comprender y explicar fenómenos fisicoquímicos cotidianos.
- Resolver problemas fisicoquímicos usando leyes y teorías científicas adecuadas.
- Reconocer y describir en el entorno inmediato situaciones problemáticas reales de índole científica y emprender iniciativas en las que la física y química contribuyan a la solución.

Como muestra el ejemplo, los criterios de evaluación subyacen en las propias competencias específicas, que explicitan

indicaciones concretas para comprobar su consecución por parte del alumnado.

Saberes básicos

Los saberes básicos de las materias de Física y Química de ESO son los siguientes:

1º/2º/3º ESO	4º ESO
Bloque A: Destrezas científicas básicas	
Metodología científica (hipótesis, leyes, teorías...). El laboratorio (materiales, normas de seguridad...). Lenguaje científico: magnitudes y unidades (SI). Hitos históricos y actuales de la física y la química.	
Bloque B: Materia	
Teoría cinético-molecular (estados de agregación, cambios de estado, formación de mezclas). Sistemas materiales. Modelos atómicos (historia y partículas subatómicas). Isótopos. Tabla periódica. Masa atómica y masa molecular. Principales compuestos químicos (formación, propiedades, usos, nomenclatura de compuestos binarios).	Sistemas materiales: gases y disoluciones. Modelos atómicos (historia y partículas subatómicas). Estructura atómica: configuraciones electrónicas, tabla periódica y propiedades periódicas. Principales compuestos químicos (formación, propiedades y usos). Introducción a la estequiometría (nº de moles). Nomenclatura inorgánica (compuestos binarios y ternarios). Nomenclatura orgánica (compuestos monofuncionales).
Bloque C: Energía	
Concepto y propiedades. Fuentes de energía. El calor y sus efectos. Energía eléctrica.	Concepto, propiedades y principio de conservación. Energía mecánica. Trabajo y calor. Luz y sonido. Energía y vida cotidiana.
Bloque D: Interacción	
Movimiento (magnitudes, gráficas y estudio experimental). Fuerzas y deformaciones. Fuerzas y movimiento. Leyes de Newton. Fenómenos gravitatorios, eléctricos y magnéticos.	Movimiento (magnitudes, ecuaciones, gráficas y estudio experimental). Fuerzas como agentes de cambios en los cuerpos. Carácter vectorial de las fuerzas y aplicación. Peso, normal, rozamiento, tensión y empuje. Ley de gravitación universal Presión y estudio de fluidos.
Bloque E: Cambio	
Cambios de los sistemas materiales (interpretación macro- y microscópica).	Reacciones químicas: ajuste de ecuaciones químicas y aplicaciones. Reacciones de combustión, neutralización y electroquímicas.

Ley de conservación de la masa y ley de las proporciones definidas. Factores que afectan a la reacción química.	Velocidad de las reacciones químicas (factores y teoría de colisiones).
--	---

Si bien los contenidos (ahora, saberes básicos) del nuevo currículo no cambian sustancialmente respecto al actual, sí cabe señalar algunas apreciaciones significativas:

- Se explicita la ley de las proporciones definidas (Proust) para las materias de Física y Química de 1º-3º ESO. En el currículo actual, la única ley ponderal de la química que recogía el currículo con anterioridad a 4ºESO era la ley de conservación de la masa (Lavoisier). No obstante, a diferencia de la LOMCE, en la LOMLOE no se explicitan aprendizajes sobre cálculos estequiométricos sencillos en el currículo de Física y Química de 1º-3º ESO.
- No se explicita la diferencia entre cambios físicos y químicos en los cambios de los sistemas materiales en las materias de Física y Química de 1º-3º ESO, aspecto fundamental en la introducción al aprendizaje de ambas materias.
- El nuevo currículo da menos importancia al enlace químico en ESO. Así, los contenidos de «uniones entre átomos» (moléculas y cristales) para las materias de Física y Química de 2º-3º ESO y de «enlace químico y fuerzas intermoleculares» para la materia de 4º ESO del currículo actual, dan paso a un saber básico relacionado con la «formación de los principales compuestos químicos», lo que excluye el enlace metálico o el enlace covalente en elementos químicos.
- El único cálculo estequiométrico al que remite explícitamente el nuevo currículo en 4ºESO es el cálculo del número de moles (sin aludir a cantidad de sustancia). A diferencia del currículo actual, no se alude a la concentración molar (molaridad).
- En cinemática no se explicitan los movimientos que se deben estudiar en cada curso, a diferencia del currículo actual, donde sí se indican.
- En la materia de Física y Química de 4ºESO se incorporan aprendizajes sobre ondas (luz y sonido), lo que posibilita introducir elementos

básicos de ondas con anterioridad al Bachillerato, algo que en el currículo actual se hace en la materia de Física y Química de 2º/3º ESO de forma cualitativa y fenomenológica.

Un aspecto relevante que debe ser tenido en cuenta es que si bien en la LOMCE los contenidos estaban vinculados a criterios de evaluación específicos (y a sus respectivos estándares de aprendizaje evaluables), los saberes básicos de la LOMLOE no están vinculados a los criterios de evaluación (que por el contrario, sí están vinculados a las competencias específicas).

Esto sitúa a los saberes básicos en una situación descontextualizada del resto de ítems curriculares, lo que puede acarrear no pocas dificultades para la adaptación del currículo al quehacer docente y la realidad de los centros educativos, ya que los nuevos criterios de evaluación pasan a ser indicaciones muy generales (y en ocasiones, ambiguas) al estar desligados de los contenidos (ahora, saberes básicos) específicos de cada materia.

Ciencias Aplicadas

Cabe señalar la desaparición de la actual «materia espejo» de Física y Química en la opción de enseñanzas aplicadas de 4º ESO: Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional. No obstante, sí se recoge el ámbito de Ciencias Aplicadas como parte del currículo de los Ciclos Formativos de Grado Básico, como ocurre en la actual Formación Profesional Básica.

Esta materia incluye saberes básicos del ámbito de la Física y Química (como magnitudes y errores, la teoría cinético-molecular, la composición de la materia, la nomenclatura química, las reacciones químicas, el movimiento de los cuerpos, los fundamentos de la dinámica e ideas básicas sobre energía y electricidad) junto con otros de Biología y Geología y de Matemáticas.

Asimismo, cabe destacar que se sustituyen los actuales Programas de Mejora del Aprendizaje y el Rendimiento (PMAR) de 2º y 3º ESO por Diversificación Curricular en 3º y 4º ESO.

La materia de Física y Química en 1º de Bachillerato

Carga horaria

Según el Real Decreto 243/2022, en 1º de Bachillerato los estudiantes que elijan la modalidad de Ciencias y Tecnología tendrán que escoger dos materias de un repertorio de cuatro asignaturas: Física y Química, Biología, Geología y Ciencias Ambientales, Dibujo Técnico I y Tecnología e Ingeniería I. Dado que la LOMCE establecía que los alumnos de la modalidad de Ciencias debían cursar al menos dos materias de opción de un repertorio que incluía solo tres (Física y Química, Biología y Geología y Dibujo Técnico I) es previsible que Física y Química sea escogida por una proporción menor del alumnado. Al igual que el resto de las materias de modalidad, Física y Química tiene una carga horaria mínima de 87,5 horas (2,5 horas semanales).

Según la LOMLOE, es competencia de las Comunidades Autónomas establecer el número de horas definitivo, pero se prevé que, al igual que en los marcos legislativos previos, se mantengan las 4 horas semanales que corresponden actualmente a cada una de las asignaturas de modalidad del Bachillerato.

Competencias específicas y criterios de evaluación

Las competencias específicas que se enumeran en el currículo de Física y Química de 1º de Bachillerato son, aunque con ligeros matices y diferente redacción, las mismas que en ESO. Por ejemplo, en la CE6 se sustituye “comprender y valorar la ciencia como una construcción colectiva en continuo cambio y evolución” por “participar de forma activa en la construcción colectiva y evolutiva del conocimiento científico”.

En cuanto a los criterios de evaluación, tampoco varían apenas respecto a los propuestos para la ESO, resultando en general muy poco concretos. Los criterios con mayor concreción son los relativos al lenguaje científico y así, mientras que en 4º de ESO se requería que el alumnado empleara correctamente varios sistemas de unidades, las herramientas matemáticas necesarias y las reglas de

nomenclatura avanzadas, en 1º de Bachillerato se especifica que debe “utilizar y relacionar de manera rigurosa diferentes sistemas de unidades, empleando correctamente su notación y sus equivalencias” y “nombrar y formular correctamente sustancias simples, iones y compuestos químicos inorgánicos y orgánicos utilizando las normas de la IUPAC”.

Al igual que en ESO, la mayoría de los criterios de evaluación son más generales que los que figuraban en la LOMCE y están desligados de los contenidos, lo que dificultará su aplicación por parte del profesorado.

Saberes básicos

Los saberes básicos de la materia de Física y Química de 1º de Bachillerato son:

Bloque A: Enlace químico y estructura de la materia
Desarrollo de la tabla periódica (historia, relación con propiedades de los elementos). Estructura electrónica de los átomos (relación con posición en la tabla periódica, similitud en las propiedades de cada grupo). Estabilidad de átomos e iones (formación y representación de enlaces, deducción de propiedades de las sustancias y comprobación por observación y experimentación). Nomenclatura de sustancias simples, iones y compuestos inorgánicos (composición y aplicaciones en la vida cotidiana).
Bloque B: Reacciones químicas
Estequiometría en reacciones químicas y compuestos. Clasificación de las reacciones químicas (relación con medioambiente, fármacos, etc.). Gases ideales y disoluciones (cálculo de cantidad de materia y propiedades). Aplicaciones de la estequiometría en procesos industriales.
Bloque C: Química orgánica
Compuestos orgánicos (propiedades físicas y químicas según sus grupos funcionales, aplicaciones en el mundo real). Reglas de la IUPAC para formular y nombrar hidrocarburos, compuestos oxigenados y compuestos nitrogenados.
Bloque D: Cinemática
Variables cinemáticas en los distintos movimientos con o sin fuerzas externas (resolución de situaciones reales). Movimientos rectilíneos y circulares (variables que influyen, magnitudes, unidades y movimientos cotidianos con estas trayectorias). Movimientos compuestos (relación de la trayectoria con las magnitudes que lo describen).
Bloque E: Estática y dinámica
Predicción del comportamiento estático o dinámico de una partícula y un sólido rígido (par de fuerzas). Mecánica vectorial aplicada a una partícula (relación con su estado de reposo o movimiento, aplicaciones a la ingeniería o el deporte).

Momento lineal y el impulso mecánico (aplicaciones en el mundo real).

Bloque F: Energía

Trabajo y potencia (consumo energético de sistemas mecánicos o eléctricos del entorno cotidiano y su rendimiento).
Energía potencial y energía cinética (conservación de la energía mecánica en sistemas conservativos y no conservativos, causas que producen el movimiento de los objetos).
Variables termodinámicas de un sistema en función de las condiciones (variaciones de temperatura y transferencias de energía).

Los saberes básicos del nuevo currículo difieren en algunos aspectos de los contenidos que figuraban en la LOMCE:

- Se suprime el bloque relativo a la actividad científica que, entre otros ítems, mencionaba el desarrollo de un proyecto de investigación.
- Se incluye un bloque dedicado al estudio del enlace químico y la estructura de la materia, incluyendo un repaso de la nomenclatura inorgánica y las aplicaciones de elementos y compuestos en la vida cotidiana.
- El bloque que en la LOMCE hacía alusión a los aspectos cuantitativos de la química se incluye ahora dentro del que estudia las reacciones químicas, aunque se omiten las menciones a las propiedades coligativas de las disoluciones, los métodos para el análisis de sustancias, el reactivo limitante y el rendimiento de una reacción.
- La termoquímica pasa a estudiarse en la materia de Química de 2º de Bachillerato.
- Dentro de la química orgánica se omite la isomería estructural (que ahora se estudiará en 2º de Bachillerato) y la mención al petróleo y los nuevos materiales.
- En el campo de la cinemática, no se menciona el estudio de sistemas de referencia inerciales ni del movimiento armónico simple (que se estudiará en Física de 2º de Bachillerato dentro del bloque dedicado a vibraciones y ondas).
- El bloque relacionado con el estudio de las fuerzas incluye el estudio de la estática, concretando el caso de un sólido rígido bajo un par de fuerzas, pero se omite toda mención a las fuerzas gravitatoria y eléctrica, que siguen estudiándose en Física de 2º de Bachillerato.
- Dentro del bloque dedicado a la energía no se hace mención al teorema de las fuerzas vivas, a

la energía del movimiento armónico simple, ni al potencial eléctrico. Sin embargo, el nuevo currículo incluye el concepto de potencia, la elaboración de hipótesis sobre consumo energético de sistemas mecánicos o eléctricos y la relación de las variables termodinámicas con las variaciones de temperatura.

Por otro lado, cabe destacar las numerosas alusiones que se hacen en el currículo de esta materia a las situaciones cotidianas y de la vida real, remarcando aspectos de la competencia STEM de forma más explícita que en los marcos legislativos previos.

La materia de Física en 2º de Bachillerato

Carga horaria

En 2º de Bachillerato, los alumnos de la modalidad de Ciencias y Tecnología, además de cursar obligatoriamente Matemáticas II, deben escoger dos materias de modalidad de un repertorio de seis (Biología., Dibujo Técnico II, Física, Geología y Ciencias Ambientales, Química y Tecnología e Ingeniería II).

El hecho de que solo se puedan escoger dos asignaturas de modalidad (según la LOMCE los alumnos de Ciencias elegían un mínimo de dos materias de opción de un repertorio de cinco, permitiéndose la elección de una tercera materia de dicho repertorio) es previsible que haga disminuir el número de alumnos que cursen Física en 2º de Bachillerato, sobre todo en el caso de los que quieran continuar sus estudios en la rama de las Ciencias de la Salud.

Esta situación solo se podrá revertir si las administraciones educativas ofrecen, dentro de las materias optativas, la posibilidad de cursar una materia de modalidad no elegida previamente por el alumno.

Al igual que en el caso del resto de las materias de modalidad del Bachillerato, la LOMLOE asigna a la Física 87,5 horas lectivas a lo largo del curso y serán las Comunidades Autónomas las que tendrán que fijar el horario definitivo.

Competencias específicas y criterios de evaluación

La LOMLOE establece seis competencias específicas para la materia de Física de 2º Bachillerato que pueden resumirse en:

- CE1. Utilizar las teorías, principios y leyes que rigen los procesos físicos más importantes, para reconocer la física como una ciencia relevante implicada en el desarrollo de la tecnología, la economía, la sociedad y la sostenibilidad ambiental.

- CE2. Adoptar los modelos, teorías y leyes aceptados de la física como base de estudio de los sistemas naturales y predecir su evolución para inferir soluciones generales a los problemas cotidianos.

- CE3. Utilizar el lenguaje de la física para establecer una comunicación adecuada entre diferentes comunidades científicas y como una herramienta fundamental en la investigación.

- CE4. Utilizar plataformas digitales de información y de comunicación para el fomento de la creatividad mediante la producción de materiales científicos y divulgativos que faciliten acercar la física a la sociedad como un campo de conocimientos accesible.

- CE5. Aplicar técnicas de trabajo propias de la física en la resolución de problemas para poner en valor el papel de la física en una sociedad basada en valores éticos y sostenibles.

- CE6. Reconocer el carácter multidisciplinar de la física, considerando sus contribuciones al avance del conocimiento científico como un proceso en continua evolución.

Los criterios de evaluación asociados a las distintas competencias específicas de la materia resultan, al igual que lo comentado en apartados anteriores, faltos de concreción y relación con los saberes básicos. Tal es el caso de los criterios de evaluación asociados a la CE6, que demandan “identificar los principales avances científicos relacionados con la física (...) como las fases para el entendimiento de las metodologías de la ciencia, su evolución constante y su universalidad” y “reconocer el carácter multidisciplinar de la ciencia y las contribuciones de unas disciplinas en otras”.

La redacción de estos resulta excesivamente ambigua y alejada de los saberes básicos relacionados por el RD, lo que dificultará la labor de evaluación por parte del profesorado.

Saberes básicos

Los saberes básicos de la materia de Física de 2º de Bachillerato son:

Bloque A: Campo gravitatorio
<ol style="list-style-type: none">1. Determinación, a través del cálculo vectorial, del campo gravitatorio producido por un sistema de masas. Efectos sobre las variables cinemáticas y dinámicas de objetos inmersos en el campo.2. Momento angular de un objeto en un campo gravitatorio: cálculo, relación con las fuerzas centrales y aplicación de su conservación en el estudio de su movimiento.3. Energía mecánica de un objeto sometido a un campo gravitatorio: deducción del tipo de movimiento que posee, cálculo del trabajo o los balances energéticos existentes en desplazamientos entre distintas posiciones, velocidades y tipos de trayectorias.4. Leyes que se verifican en el movimiento planetario y extrapolación al movimiento de satélites y cuerpos celestes.5. Introducción a la cosmología y la astrofísica como aplicación del campo gravitatorio: implicación de la física en la evolución de objetos astronómicos, del conocimiento del universo y repercusión de la investigación en estos ámbitos en la industria, la tecnología, la economía y en la sociedad.
Bloque B: Campo electromagnético
<ol style="list-style-type: none">1. Campos eléctrico y magnético: tratamiento vectorial, determinación de las variables cinemáticas y dinámicas de cargas eléctricas libres en presencia de estos campos. Fenómenos naturales y aplicaciones tecnológicas en los que se aprecian estos efectos.2. Intensidad del campo eléctrico en distribuciones de cargas discretas y continuas: cálculo e interpretación del flujo de campo eléctrico.3. Energía de una distribución de cargas estáticas: magnitudes que se modifican y que permanecen constantes con el desplazamiento de cargas libres entre puntos de distinto potencial eléctrico.4. Campos magnéticos generados por hilos con corriente eléctrica en distintas configuraciones geométricas: rectilíneos, espiras, solenoides o toros. Interacción con cargas eléctricas libres presentes en su entorno.5. Líneas de campo eléctrico y magnético producido por distribuciones de carga sencillas, imanes e hilos con corriente eléctrica en distintas configuraciones geométricas.6. Generación de la fuerza electromotriz: funcionamiento de motores, generadores y transformadores a partir de sistemas donde se produce una variación del flujo magnético.
Bloque C: Vibraciones y ondas
<ol style="list-style-type: none">1. Movimiento oscilatorio: variables cinemáticas de un cuerpo oscilante y conservación de energía en estos sistemas.2. Movimiento ondulatorio: gráficas de oscilación en función de la posición y del tiempo, ecuación de onda que lo describe y relación con el movimiento armónico simple. Distintos tipos de movimientos ondulatorios en la naturaleza.3. Fenómenos ondulatorios: situaciones y contextos naturales en los que se ponen de manifiesto distintos fenómenos ondulatorios y aplicaciones. Ondas sonoras y sus cualidades. Cambios en las propiedades de las ondas en función del desplazamiento del emisor y receptor.4. Naturaleza de la luz: controversias y debates históricos. La luz como onda electromagnética. Espectro electromagnético.5. Formación de imágenes en medios y objetos con distinto índice de refracción. Sistemas ópticos: lentes delgadas, espejos planos y curvos y sus aplicaciones.

Bloque D: Física relativista, cuántica, nuclear y de partículas

1. Principios fundamentales de la Relatividad especial y sus consecuencias: contracción de la longitud, dilatación del tiempo, energía y masa relativistas.
2. Dualidad onda-corpúsculo y cuantización: hipótesis de De Broglie y efecto fotoeléctrico. Principio de incertidumbre formulado en base al tiempo y la energía.
3. Modelo estándar en la física de partículas. Clasificaciones de las partículas fundamentales. Las interacciones fundamentales como procesos de intercambio de partículas (bosones). Aceleradores de partículas.
4. Núcleos atómicos y estabilidad de isótopos. Radiactividad natural y otros procesos nucleares. Aplicaciones en los campos de la ingeniería, la tecnología y la salud.

Las principales diferencias existentes entre los contenidos de Física de 2º de Bachillerato establecidos por la LOMCE y los saberes básicos que fija la LOMLOE son:

- Se suprime el bloque de actividad científica.
- En el bloque de campo gravitatorio se introduce el estudio del momento angular y la energía mecánica de un cuerpo en un campo gravitatorio y elimina la utilización de aplicaciones virtuales para el estudio de la órbita de satélites.
- El bloque de vibraciones y ondas engloba los antiguos bloques 4 (Ondas) y 5 (Óptica geométrica) del currículo LOMCE, aunque se eliminan las referencias a las aplicaciones tecnológicas de los diferentes tipos de radiaciones y su efecto sobre la biosfera, así como el diseño de circuitos eléctricos generadores de ondas.
- El bloque D sufre un recorte generalizado de los saberes básicos asociados a él. Se eliminan las referencias a la incapacidad de la física clásica de explicar los fenómenos aparecidos a finales del S. XIX que produjeron la irrupción de la física moderna. Tampoco se hace referencia alguna a sus aplicaciones ni a las cuatro interacciones fundamentales de la naturaleza. Asimismo, se eliminan los contenidos relacionados con el origen y evolución del universo y con las fronteras actuales de la Física.

La materia de Química en 2º de Bachillerato

Carga horaria

Como ya se ha indicado en el caso de la Física, en el nuevo currículo de 2º de Bachillerato la Química es una de las seis materias de carácter optativo dentro de la modalidad de Ciencias y

Tecnología. La limitación impuesta a la elección de solo dos asignaturas de dicho repertorio irá también en detrimento de la Química, especialmente en el caso de alumnos que deseen cursar Ingenierías. En cuanto a su asignación mínima horaria, también le corresponden 87,5 horas anuales, pendientes de la concreción por parte de las administraciones educativas.

Competencias específicas y criterios de evaluación

La LOMLOE propone seis competencias específicas para la materia de Química de 2º de Bachillerato, que pueden resumirse en:

- CE1. Comprender, describir y aplicar los fundamentos de los procesos químicos más importantes.
- CE2. Adoptar los modelos y leyes de la química para inferir soluciones generales a los problemas cotidianos relacionados con ella.
- CE3. Utilizar con corrección los códigos del lenguaje químico (nomenclatura química, unidades, ecuaciones, etc.).
- CE4. Reconocer la importancia del uso responsable de los productos y procesos químicos, argumentando la influencia positiva de la química en la sociedad actual.
- CE5. Aplicar técnicas de trabajo propias de las ciencias experimentales y el razonamiento lógico-matemático en la resolución de problemas de química y en la interpretación de situaciones relacionadas,
- CE6. Reconocer y analizar la química como un área de conocimiento multidisciplinar y sus relaciones con otras ciencias y campos de conocimiento.

Los criterios de evaluación asociados a las competencias específicas de esta materia, al igual que las expuestas en los apartados previos, carecen de concreción y permanecen desligados de los saberes básicos de la asignatura. Por ejemplo, en referencia a la CE1, los criterios de evaluación requerirían “reconocer la importancia de la química y sus conexiones con otras áreas en el desarrollo de la sociedad”, “describir los principales procesos químicos que suceden en el entorno y las

propiedades de los sistemas materiales” y “reconocer la naturaleza experimental e interdisciplinar de la química y su influencia en la investigación científica y en los ámbitos económico y laboral actuales”. La abstracción del lenguaje empleado no contribuye a facilitar la evaluación por parte del profesorado en un curso tan crítico para los estudiantes de cara al acceso a estudios posteriores.

Saberes básicos

Para la materia de Química de 2º Bachillerato la LOMLOE fija los saberes básico siguientes:

Bloque A: Enlace químico y estructura de la materia
<ol style="list-style-type: none"> 1. Espectros atómicos: relación con el desarrollo histórico del modelo atómico, interpretación de los espectros de emisión y absorción y relación con la estructura electrónica del átomo. 2. Principios cuánticos de la estructura atómica: relación entre espectros atómicos y cuantización de la energía, niveles de energía (modelos de Bohr y mecano-cuánticos), principio de incertidumbre de Heisenberg y doble naturaleza onda-corpúsculo del electrón, naturaleza probabilística del concepto de orbital, números cuánticos y principio de exclusión de Pauli, estructura electrónica del átomo (diagrama de Moeller). 3. Tabla periódica y propiedades de los átomos: naturaleza experimental de la tabla periódica, relación con la teoría atómica actual, posición de un elemento a partir de su configuración electrónica, tendencias periódicas, predicción de los valores de las propiedades a partir de la posición en la tabla. 4. Enlace químico y fuerzas intermoleculares; deducción de los tipos de enlace, energía implicada en la formación de moléculas, cristales y estructuras macroscópicas, modelos de Lewis, RPECV e hibridación de orbitales, geometría molecular, energía intercambiada en la formación de cristales iónicos (ciclo de Born-Haber), modelos de la nube electrónica y teoría de bandas (cristales metálicos), fuerzas intermoleculares, propiedades de las sustancias químicas.
Bloque B: Reacciones químicas
<ol style="list-style-type: none"> 1. Termodinámica química: primer principio de la termodinámica (calor y trabajo), ecuaciones termoquímicas (entalpía de reacción, procesos endotérmicos y exotérmicos), obtención de la entalpía de una reacción (ley de Hess, entalpías de formación estándar y energías de enlace), segundo principio de la termodinámica (entropía, espontaneidad e irreversibilidad), cálculo de la energía de Gibbs (espontaneidad en función de la temperatura). 2. Cinética química: teoría de las colisiones, velocidad de reacción, energía de activación, condiciones que influyen en la velocidad de reacción y deducción de la ley diferencial de la velocidad a partir de datos experimentales. 3. Equilibrio químico: equilibrio químico como proceso dinámico (ecuaciones de velocidad y aspectos termodinámicos), constantes de equilibrio (K_c y K_p) y producto de solubilidad en equilibrios heterogéneos; principio de Le Châtelier y cociente de reacción (variación de las condiciones de concentración, presión o temperatura del sistema).

4. Reacciones ácido-base: ácidos y bases según teorías de Arrhenius y de Brønsted y Lowry, fortaleza de ácidos y bases fuertes (grado de disociación), constantes K_a y K_b , cálculo del pH, pares ácido y base conjugados, hidrólisis de una sal, reacciones de neutralización, volumetrías ácido-base, ácidos y bases relevantes (industria, consumo y medioambiente).
5. Reacciones redox: estado de oxidación, método del ion-electrón para su ajuste, cálculos estequiométricos, volumetrías, espontaneidad (potencial estándar), cálculos estequiométricos en cubas electrolíticas (leyes de Faraday), baterías eléctricas, celdas electrolíticas, pilas de combustible, prevención de la corrosión de metales.

Bloque C: Química orgánica

1. Isomería: fórmulas moleculares y desarrolladas de compuestos orgánicos, isomería estructural, modelos moleculares o técnicas de representación 3D de moléculas, isómeros espaciales de un compuesto y sus propiedades.
2. Reactividad orgánica: principales propiedades químicas de las funciones orgánicas, principales tipos de reacciones orgánicas (productos de la reacción y ecuaciones químicas).
3. Polímeros: proceso de formación a partir de sus monómeros, estructura y propiedades, clasificación de los polímeros según su naturaleza, estructura y composición, aplicaciones, propiedades y riesgos medioambientales asociados.

Las principales diferencias existentes entre los contenidos de Química de 2º de Bachillerato fijados por la LOMCE y los saberes básicos que establece la LOMLOE son las siguientes:

- Se suprime el bloque de actividad científica.
- En el bloque dedicado al enlace químico y estructura de la materia se incluye la interpretación de los espectros atómicos en relación con el desarrollo histórico de los modelos atómicos, pero se omite la alusión a las partículas subatómicas y el origen del universo. Tampoco se explicita la polaridad del enlace y de la molécula.
- En el bloque de reacciones químicas se incorpora el estudio de la Termodinámica química (que en la LOMCE se incluía en 1º de Bachillerato).
- En química orgánica se alude expresamente a los isómeros espaciales (en la LOMCE se hablaba genéricamente de tipos de isomería) y sus propiedades. Además, se estudian las propiedades químicas de las distintas funciones orgánicas.

En resumen, el currículo de Química de 2º de Bachillerato es algo más extenso que el anterior y con idéntico carácter enciclopédico. Teniendo en cuenta que la mayoría del alumnado tendrá

que realizar una prueba sobre dichos contenidos para acceder a la universidad al terminar este curso, es sumamente difícil que los docentes puedan dar a la asignatura el carácter competencial que pretende la LOMLOE.

Solo si las características de estas pruebas difieren sustancialmente de las realizadas hasta ahora, será posible un cambio de enfoque didáctico.

Una nueva materia científica para una nueva modalidad de Bachillerato: Ciencias Generales

Carga horaria

Los estudiantes que elijan la nueva modalidad de Bachillerato General, deberán cursar de forma obligatoria en el 2º curso la asignatura de Ciencias Generales. Su carga horaria mínima, al igual que para el resto de las materias de modalidad, será de 87,5 horas.

Competencias específicas y criterios de evaluación

Las competencias específicas que se proponen para Ciencias Generales se pueden resumir en:

- CE1. Aplicar las metodologías de la ciencia.
- CE2. Comprender y explicar los procesos del entorno.
- CE3. Argumentar sobre la importancia de los estilos de vida sostenibles y saludables.
- CE4. Aplicar el pensamiento científico y los razonamientos lógico-matemáticos.
- CE5. Analizar la contribución de la ciencia en el progreso de la sociedad.
- CE6. Utilizar recursos variados para buscar y seleccionar información contrastada.

Los criterios de evaluación de esta materia (p. ej.: “explicar fenómenos que ocurren en el entorno” o “reconocer y analizar los fenómenos fisicoquímicos más relevantes”) carecen también de la concreción que sería deseable para su aplicación objetiva.

Saberes básicos

De los cinco bloques temáticos de saberes básicos que incluye el currículo de Ciencias Generales, los tres que se detallan a continuación están relacionados con la Física y la Química:

<p>Bloque A: Construyendo ciencia</p> <p>Metodologías de investigación científica (identificación y formulación de cuestiones, hipótesis, comprobación experimental, etc.).</p> <p>Experimentos y proyectos de investigación (uso de instrumental adecuado, controles experimentales, razonamiento lógico-matemático y métodos de análisis de los resultados).</p> <p>Fuentes veraces y medios de colaboración.</p> <p>Información científica (interpretación y producción con un lenguaje adecuado).</p> <p>Contribución de científicos y científicas a los principales hitos de la ciencia.</p>
<p>Bloque B: Un universo de materia y energía</p> <p>Sistemas materiales macroscópicos y modelos microscópicos (propiedades y estados de agregación, cambios físicos y químicos).</p> <p>Clasificación de los sistemas materiales (aplicación a la descripción de sistemas naturales y resolución de problemas).</p> <p>Estructura interna de la materia y relación con regularidades en la tabla periódica (importancia histórica y actual).</p> <p>Compuestos químicos (nomenclatura).</p> <p>Transformaciones químicas de los sistemas materiales y leyes que los rigen (importancia en industria, medioambiente y sociedad actual).</p> <p>Energía de un sistema (propiedades, manifestaciones, conservación de la energía mecánica, procesos termodinámicos relevantes, resolución de problemas relacionados con consumo energético y desarrollo sostenible).</p>
<p>Bloque E: Las fuerzas que nos mueven</p> <p>Fuerzas fundamentales de la naturaleza (fenómenos electromagnéticos, movimiento de los planetas y procesos nucleares).</p> <p>Leyes de la estática (estructuras en relación con la física, la biología, la geología o la ingeniería).</p> <p>Leyes de la mecánica y movimiento (comportamiento de un objeto móvil y aplicaciones en seguridad vial y tecnología).</p>

La inclusión de estos contenidos de Física y Química posibilitará una formación científica más completa que otras materias similares (como Cultura Científica, materia del marco LOMCE para 1º de Bachillerato) cuyos contenidos se centraban solo en Biología y Geología.

No obstante, deberá aclararse al alumnado que la selección de la modalidad de Bachillerato General, en el que se encuentra incluida esta asignatura, no es, en contra de lo que se ha referido en los medios de comunicación, una elección adecuada para el alumnado que duda si realizar posteriormente estudios universitarios técnicos o científicos, ya que se prevé que el nivel de adecuación de los contenidos en ella producirá un decalaje demasiado grande con el nivel esperado de alumnado que ingresa en el

primer curso de las Escuelas técnicas y Facultades de Ciencias.

A modo de conclusión

Aunque Física y Química se ve afectada por los nuevos vocablos introducidos por la LOMLOE, con sus implicaciones para las programaciones didácticas, la materia cuenta con una situación no muy diferente al actual marco curricular salvo por algunos aspectos:

- No queda definida a nivel nacional la ubicación de la materia de Física y Química en los 3 primeros cursos de ESO.
- Desaparecen la materia de Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional existente actualmente en 4º ESO.
- Los saberes básicos de Física y Química en ESO en la LOMLOE son menos específicos que los contenidos de la LOMCE. Por ejemplo, el enlace químico queda presentado de forma ambigua.
- Se da menos peso a la estequiometría en la Física y Química de ESO. Así, si bien la LOMCE recogía contenidos sobre cálculos estequiométricos sencillos en la materia de 2º-3º ESO, no aparecen saberes básicos análogos en la LOMLOE para estos cursos.
- Se incorporan aprendizajes sobre ondas en la Física y Química en 4º ESO.
- Desaparecen los bloques temáticos relacionados con la actividad científica en las materias de 1º y 2º de Bachillerato.
- En 1º de Bachillerato se incorpora el estudio de la estructura de la materia, un repaso de la nomenclatura inorgánica y el estudio de los efectos estáticos de las fuerzas. Sin embargo, se suprime el estudio de la termoquímica, de las fuerzas centrales y de la isomería.
- En Física de 2º de Bachillerato se reduce la extensión de los bloques sobre ondas y física cuántica, y de forma general, se da menos peso a la relación de la física con otros campos y sus aplicaciones, dando como resultado un enfoque casi exclusivo en el estudio de los campos gravitatorio y electromagnético y del movimiento ondulatorio.

• En Química de 2º de Bachillerato el currículo se hace más extenso, destacando la incorporación de la termoquímica.

• La materia de Ciencias Generales de 2º de Bachillerato de la modalidad General incluye aprendizajes relacionados con la construcción de la ciencia y los principios básicos de la física y la química, si bien mayores que los de otras materias de la misma índole (como la actual Cultura Científica), pero previsiblemente insuficientes si en el futuro el alumnado optase por grados universitarios STEM.

Referencias

Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, Núm. 340, de 30 de diciembre de 2020, pp. 122868-122953. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>

Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial del Estado*, Núm. 76, de 30 de marzo de 2022, pp. 41571-41789. Disponible en:

<https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/29/217>
Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, Núm. 82, de 6 de abril de 2022, pp. 46047-46408. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/04/05/243>

Luis Moreno Martínez

CEIPS Vicente Aleixandre, Madrid
luis.morenomartinez@educa.madrid.org

Almudena de la Fuente Fernández

Colegio Nuestra Señora de los Ángeles, Madrid
Facultad de Educación-UCM, Madrid
almdelaf@ucm.es

Alejandro Rodríguez-Villamil Hernández

IES Francisco Montoya, Almería
arh533@inlumine.ual.es



Wilhelm Ostwald en el XC aniversario de su fallecimiento: Obra científica y pensamiento pedagógico

Friedrich Wilhelm Ostwald constituye una de las figuras clave de la historia de las ciencias fisicoquímicas de finales del siglo XIX y principios del siglo XX. Nacido el 2 de septiembre de 1853 (21 de agosto según el calendario Juliano) en Riga (cuando dicha ciudad formaba parte del Imperio Ruso), fue el segundo hijo de los tres que tuvieron el matrimonio del tonelero Wilhelm Gottfried Ostwald y Elisabeth née Leuckel. Fascinado por la química desde joven, ingresó en la Universidad de Dorpat (actual Tartu, Estonia), donde se formó como químico y se especializó en química física, área en la que realizó su tesis doctoral (sobre lo que entonces se conocía como estudios de química volumétrica y óptica) posiblemente motivado por la lectura de la tesis de otro de los grandes impulsores de la disciplina, Svante Arrhenius (1859-1927).



Figura 1. Un treintañero Wilhelm Ostwald. Fuente: Wilhelm Ostwald Park Museum.

La década de 1880 fue especialmente prolífica para Ostwald en lo profesional y personal. Así, inició su labor docente e investigadora en el Instituto de Química de Dorpat y, después, en el Instituto Politécnico de Riga. Además, contrajo matrimonio con Helene von Reyher, con quien tendrá dos hijas y tres hijos. Sin embargo, fue en la Universidad de Leipzig donde Ostwald desarrolló su labor docente e investigadora durante más de dos décadas, ocupando la que fue la primera cátedra de Fisicoquímica.

Entre sus muchas contribuciones científicas se encuentran la ley de dilución de Ostwald para disoluciones de electrolitos, el estudio de la viscosidad de las disoluciones mediante viscosímetros, el estudio del color o la preparación de ácido nítrico por oxidación del amoníaco. Sin embargo, fueron sus trabajos en catálisis los que le valieron el Premio Nobel de Química en 1909.



Figura 2. Wilhelm Ostwald rondando los 60 años. Fuente: Wilhelm Ostwald Park Museum.

A través de la realización de diversas reacciones químicas en presencia de ácidos y bases, Ostwald concluyó que estas sustancias podían aumentar la velocidad de las reacciones químicas, pese a no actuar ni como reactivos ni como productos de la reacción. Ostwald contribuyó así a forjar las bases de la catálisis en el seno de la cinética química, una de las principales áreas de la Química Física.

Ostwald realizó una destacada labor impulsando la química física a nivel internacional. Así, en 1887 fundó la primera revista especializada en química física, su *Zeitschrift für Physikalische Chemie (Revista de Química Física)*. Un año más tarde fundó el Instituto de Química Física de la Universidad de Leipzig (actual Instituto Wilhelm Ostwald de Química Física y Teórica), centro donde se formaron científicos de diversos países. Ostwald también fue el primer profesor alemán visitante en una universidad norteamericana, habiendo impartido cursos de química en la Universidad de Harvard, el MIT y la Universidad Columbia entre 1905 y 1906, año en que se retiró de la docencia.

En paralelo a su dedicación a la química física, Ostwald fue también un destacado estudioso de

la historia de la química, fundando en 1889 los llamados *Klassiker der exakten Wissenschaften* (*Clásicos de las Ciencias*), un conjunto de obras donde se recopilaban textos clásicos de la historia de la ciencia. Estas obras se convirtieron en referencias obligadas para los autores de trabajos de historia de la química hasta bien entrado el siglo XX. Asimismo, Ostwald fue un entusiasta de la llama «literatura gris», impulsando diversos trabajos sobre documentación científica.

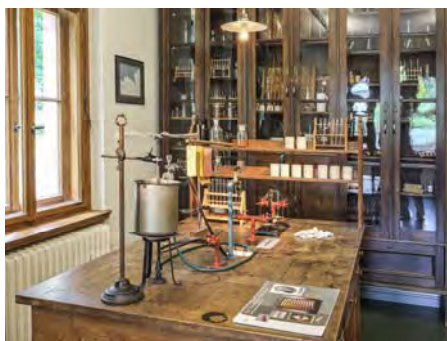


Figura 3. Recreación del laboratorio de Ostwald en Grossbothen (Alemania). Fuente: Wilhelm Ostwald Park Museum.

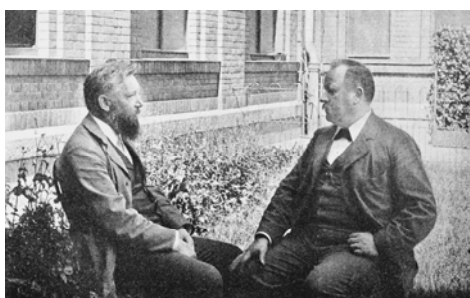


Figura 4. Ostwald charlando con Arrhenius. Fuente: Popular Science Núm. 65 (1904).

Si bien su trayectoria profesional puede considerarse sobresaliente, hasta el punto de haber escrito su nombre de forma indeleble en nuestros modernos libros de química, su biografía también revela pasos en falso y posturas fallidas que, como suele ocurrir al explorar la historia de la ciencia, albergan valiosas lecciones. Así, una de las controversias científicas en las que estuvo implicado Ostwald fue la polémica en torno al atomismo y el energetismo. Se trata de una polémica especialmente efervescente en las décadas finales del siglo XIX y principios del siglo XX. Si bien la idea de una naturaleza discontinua o corpuscular de la materia había sido empleada por diferentes filósofos naturales y alquimistas

desde tiempos remotos, los trabajos de John Dalton (1766-1844) a principios del siglo XIX y el desarrollo de la química durante este siglo (como el establecimiento de las leyes ponderales y volumétricas) llevó a diversos químicos a aceptar la existencia de los átomos. Sin embargo, no toda la comunidad química aceptó la existencia del átomo como un ente material real (esto es, como una realidad a nivel ontológico). Para muchos químicos, el átomo era un recurso mental útil para explicar diversos aspectos cuantitativos de las reacciones químicas, pero sin entidad real. En esta línea, hubo químicos que no dudaron en renegar de la existencia de los átomos, como el químico francés Marcellin Berthelot (1827-1907), quien siendo Ministro de Educación llegó a eliminar la enseñanza de la teoría atómica. Este antiatomismo encontró en nuestro protagonista, Wilhelm Ostwald, una nueva vertiente conocida como energetismo, de la que Ostwald fue un ferviente defensor. Así, para el químico físico alemán los fenómenos físicos y químicos debían ser explicados en último término aludiendo al concepto de energía. Tal fue su defensa del energetismo que bautizó su finca en Grossbothen (localidad alemana que hoy alberga el Wilhelm Ostwald Park Museum) como *Landhause Energie*.



Figura 5. La casa «Energie» en Grossbothen. Fuente: Wilhelm Ostwald Park Museum.

Ostwald seguirá negando la existencia de los átomos hasta tiempos no tan lejanos como 1904. No obstante, la creciente evidencia experimental suscitada a tenor de los trabajos de Thomson, Rutherford, Soddy, Einstein, Perrin o Millikan, entre otros, le llevó a retractarse y aceptar finalmente la existencia de

los átomos como entidades físicas en 1909. Una muestra de que incluso las grandes mentes de científicas pueden ser -y han de ser- doblegadas al carácter provisional y en permanente construcción de la ciencia.

Finalmente, Ostwald falleció a los 79 años de edad el 4 de abril de 1932 en un hospital de la ciudad alemana de Leipzig, la cual fue testigo de sus muchas contribuciones a la ciencia. Sus restos descansan hoy en su finca «Energie», sede del actual Wilhelm Ostwald Park Museum.

Una historia menos conocida: Ostwald, pedagogo de la química, y la recepción de sus ideas sobre educación química en España

En 1917 la editorial española Gustavo Gili publicaba la obra *Elementos de Química* firmada por el profesor «Guillermo Ostwald». Más allá de la castellanización entonces habitual de los nombres propios, cabe destacar el subtítulo que acompañaba la obra: «obra escrita para los centros de enseñanza secundaria y para los principiantes que hayan de estudiar privadamente la química». Tampoco pasará desapercibido para el lector de los *Apuntes de Historia de la Ciencia* del presente boletín el nombre del traductor: el profesor Modesto Bargalló (1894-1981).

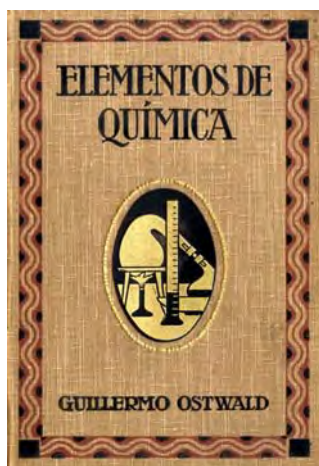


Figura 6. Cubierta de «Elementos de Química», versión en castellano de «Schule der Chemie» de Ostwald, traducida por Bargalló.

Las primeras líneas de esta obra dan cumplida cuenta de la admiración del profesor Bargalló por Ostwald:

«El profesor Ostwald, a la vez químico eminente y pedagogo, nos muestra en su libro su vida

entera dedicada a la enseñanza (...). Por eso introducimos este libro en España, y con cariño, siguiendo a Ostwald, lo ofrecemos a nuestros jóvenes estudiantes, con la esperanza de que sepan ver y gozar en el estudio de una de las más hermosas disciplinas científicas».

Modesto Bargalló

Bargalló cede la palabra a Ostwald en el prólogo, el cual nos ofrece hoy un sucinto pero ilustrador resumen del pensamiento pedagógico de Ostwald en torno a la enseñanza de la química. Así, Ostwald defendió el valor de la historia de la química para la enseñanza de esta ciencia:

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

Asimismo, Ostwald no dudó en abogar por el aprendizaje experimental de la química, pues:

«La química ha de ser algo más que una ciencia escrita en papel».

No obstante, también advertía de la importancia de no fomentar la experimentación sin reflexión:

«La necesidad de apoyar la enseñanza de la química en la práctica ha sido llevada por algunos a la exageración, porque el alumno, engolfado en muchos y a veces muy complicados experimentos, no tiene tiempo para reflexionar sobre ellos. La química es una ciencia experimental, esto es, tanto práctica como ciencia, y esta última empieza al aplicar los resultados de la práctica a la formación de conceptos y conclusiones».

Ostwald volcaba así en esta obra sus propias conclusiones tras décadas dedicado a la enseñanza de la química, el trabajo experimental y el estudio de la historia de la ciencia. Sus ideas pedagógicas tendrán una amplia recepción en diversos países, como en el caso de España, donde su traductor, Modesto Bargalló, no dudó en fomentar el aprendizaje experimental y el uso de la historia de la ciencia para la enseñanza de la química a través de sus

múltiples publicaciones. Entre ellas cabe destacar el boletín *Faraday*, que da nombre a esta nueva etapa de la publicación que tienes ante ti. Así, en el número de enero de 1928 de *Faraday*, Bargalló destacaba el valor de los «Clásicos de Ostwald» e invitaba a las instituciones académicas españolas a producir el mismo tipo de obras en España:

«Cumple en Italia el desempeño que en Alemania, en proporciones mucho mayores, han tenido los Ostwald's Klassiker; en Francia, en escala más modesta a los Clásicos de Ostwald, las colecciones Les maîtres de la pensée scientifique y Science et Civilisation (...) en los países de habla inglesa los Mathematical Monographs o los Open Court Classics of Science and Philosophy... ¿Cuándo tendremos en lengua española una colección semejante?»

Sin duda una pregunta que, todavía hoy y pese a interesantes iniciativas para promover la historia de la ciencia, sigue sin respuesta.

A modo de conclusión

El apunte biográfico sobre Ostwald ofrecido en las líneas anteriores, si bien telegráfico, permite observar con nitidez diversos aspectos de gran importancia para la enseñanza de la química. Así, la defensa de Ostwald del energetismo ilustra la naturaleza controvertida del conocimiento científico, ofreciéndonos una historia más problematizada y enriquecedora (en términos de naturaleza de la ciencia) del atomismo, frecuentemente presentado en los libros de texto como una idea aceptada por la comunidad científica desde la teoría atómica de Dalton.

Otro aspecto sin duda subrayable de la biografía de Ostwald es su profundo interés en la historia de la química, el cual no puede separarse de sus reflexiones y contribuciones para la construcción de una pedagogía química adecuada a las características del alumnado de enseñanza secundaria. Sin duda, hemos podido reconocer en sus ideas sobre la importancia de un aprendizaje experimental reflexivo de la química y quizá sorprendernos al leer en tiempos tan remotos algo por lo que se sigue abogando en la actualidad: el uso de la historia de la química en la enseñanza.

Más de un siglo después de las palabras de Ostwald, traducidas por Bargalló, seguimos buscando formas de promover la historia de la ciencia en contextos y materiales educativos. Su biografía, al hablar a nuestros estudiantes del concepto de catalizador o de electrolito, puede constituir un buen ejemplo de uso real de la historia de la ciencia en el aula. Asimismo, merece especial mención reflexionar sobre las facetas de las grandes figuras de la ciencia que en ocasiones son desconocidas. Al igual que el «Newton alquimista» quedó relegado a un segundo plano ante el «Newton físico», la obra científica de Ostwald ha eclipsado su vertiente como docente de química, pese a que coetáneos como el profesor Bargalló presentaban a Ostwald no solo como «químico eminente» sino también como «pedagogo», entendiendo la pedagogía como la entendió el propio Bargalló: como un conocimiento del cómo enseñar que jamás debe ir desprovisto del conocimiento que se quiere enseñar. Para profundizar en ese conocimiento científico, en sus saberes y principios, ambos pedagogos y científicos no tuvieron duda alguna en abogar por un mayor conocimiento de la historia de la ciencia. Y en ello seguimos.

Para saber más:

Para más detalles sobre la vida y obra de Ostwald es de especial interés visitar la página web del Wilhelm Ostwald Park:

<https://www.wilhelm-ostwald-park.de/en/>

Sobre atomismo y energetismo, véase: Moreno González, Antonio (2006). Atomismo vs energetismo: Controversia científica a finales del siglo XIX. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(3), pp. 411-428.

Para profundizar en el pensamiento pedagógico de Ostwald, consúltese: Dos Santos Pereira, Letícia, Freire Júnior, Olival y Boeck, Gisela (2022). Wilhelms Ostwald's Pedagogy: An Analysis of the Nobel Prize Nonimation Letters. *Ambix*, 69(2). En prensa.

Luis Moreno Martínez

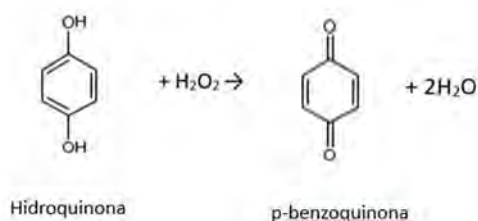
Departamento de Física y Química
CEIPSO Vicente Aleixandre, Madrid
luis.morenomartinez@educa.madrid.org



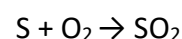
El lado oscuro de la química (de la Antigüedad a la I Guerra Mundial)

La ciencia en general es un mundo fascinante. Sus avances nos han permitido desarrollar el mundo tal y como lo conocemos. Y, la química en particular ha formado parte del progreso de la sociedad en prácticamente todos los ámbitos. El desarrollo de los fertilizantes nos dio la oportunidad de mejorar nuestros cultivos. Los nuevos materiales nos permiten volar más seguros, acumular la energía y desarrollar nuevas moléculas que han hecho, a su vez, que la medicina evolucione para mejorar nuestra salud. Sin embargo, la química, o mejor dicho sus aplicaciones, no siempre se ha utilizado para mejorar la vida de las personas y ese es el punto de partida de nuestra historia.

Los animales usan los procesos químicos para el ataque y también para su defensa. Valga de ejemplo el abejorro bombardero (también el escarabajo bombardero utiliza el mismo mecanismo) que posee dos vejigas separadas. En una de ellas almacena peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y en la otra un compuesto químico como es la hidroquinona, que es un derivado del benceno, en concreto el benceno-1,4-diol que es un producto habitual en el metabolismo de los insectos. Nombre que fue propuesto por el químico alemán Friedrich Wöhler, conocido entre otras aportaciones por la síntesis de la urea que lleva su nombre. Cuando algún depredador amenaza al abejorro, estas sustancias entran en contacto y mediante la acción de una enzima se produce una reacción exotérmica cuyos productos se expelen a más de 100°C ahuyentando a su perseguidor. La Química salvó la vida de nuestro pequeño insecto. El producto de esta reacción es la **p-benzoquinona** (ciclohexa-2,5-dien-1,4-diona) que es irritante e interfiere en la respiración celular.



Las sustancias químicas se han utilizado desde que el hombre es hombre, como mecanismo de ataque y conquista entre las tribus y pueblos. Más de mil años antes de cristo ya los chinos hacían uso de **compuestos arsenicales** contra sus enemigos. También se hizo uso de los compuestos químicos en la guerra entre Esparta y Atenas (431-404 a.C) sobre las ciudades sitiadas. Se tenía como principal objetivo el aislamiento de las ciudades y que estas se rindieran debido al hambre y las enfermedades, pero para acelerar este proceso se excavaban túneles que conectaban el exterior con la ciudad y se quemaba azufre para generar **dióxido de azufre** que es un gas irritante que causa quemaduras en las vías respiratorias, según la reacción:

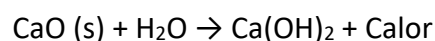


La biblia tiene referencias a la lluvia de fuego y azufre para acabar con el pecado en Sodoma y Gomorra.

La Química pudo haber sido la responsable de mantener el Imperio Bizantino durante tanto tiempo y defenderse de los constantes ataques árabes. Tuvo especial repercusión en la defensa de Constantinopla (673 d.C) el conocido "**fuego griego**" cuya composición se ha mantenido en secreto hasta nuestros días. El "fuego griego" era especialmente temido en las batallas navales y causaba estragos en los barcos enemigos, además de perplejidad al no poderse apagar con el agua, sino que más bien se avivaba.

Si bien no se sabe con certeza su composición, puede extraerse de sus propiedades que era una mezcla de **nafta** (mezcla de hidrocarburos líquido inflamable) que se usaba como combustible, de **nitrato sódico** (NaNO_3) como comburente y de **cal viva** (CaO) que tenía la función de actuar como detonante.

La cal viva cuando entra en contacto con el agua da lugar a una reacción fuertemente exotérmica, alcanzándose temperaturas superiores a 150°C . El calor desprendido hace arder la nafta que no se mezcla con el agua y a su vez, el nitrato sódico caliente se descompone liberando oxígeno que favorece la combustión. Las reacciones son:



$2\text{NaNO}_3 \rightarrow 2\text{NaNO}_2 + \text{O}_2$ (descomposición térmica del nitrato sódico)

El arrojar agua sobre esta mezcla, lejos de apagarla, hacía que las llamas aumentaran por humedecer aquellas zonas de la cal que no hubiesen entrado en contacto con el agua previamente.

Para poder ser utilizado en plena navegación contra otros barcos, fundamentalmente dirigido hacia las velas de los mismos, se usaba un sifón hidráulico que consistía en una bomba a presión que hacía que la mezcla atravesase unas brasas para calentarla, y de ahí pasaba a un inyector con una barra al rojo vivo que encendía la mezcla.

El ejército alemán en 1591 experimentaba con bombas pestilentes hechas de pezuñas y restos de animales que se mezclaba con la resina de una planta llamada asafétida, conocida como “mierda del diablo” por su olor extremadamente desagradable.

En el siglo XIX, concretamente en 1854, Lyon Playfair, químico británico, propuso la creación de piezas de artillería cargadas con **cianuro de cacodilo**, aunque no se aceptó su idea y Playfair nunca comprendió el rechazo:

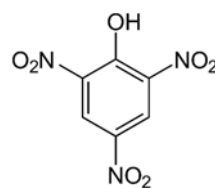
“No había ningún sentido en esa objeción. Se considera una forma legítima de guerra el llenar recipientes con metal fundido para dispersarlo sobre tropas un vapor venenoso que mataría a los hombres sin sufrimiento. La guerra es destrucción y mientras más destructiva sea, con menor sufrimiento, más rápidamente terminará ese bárbaro método de proteger los derechos nacionales. No hay duda en que llegará un tiempo en que la química se utilizará para reducir el sufrimiento de los combatientes, así como los de los criminales condenados a muerte”

El cianuro cacodilo es un compuesto altamente tóxico que produce envenenamiento por **cianuro y arsénico**. Robert Bunsen, químico alemán muy nombrado por el mechero de laboratorio que lleva su nombre, trabajó en este compuesto pensando en su uso como arma química de guerra, y aunque es también un potente lacrimógeno nunca tuvo uso militar.

$(\text{CH}_3)_2\text{-As-CN}$ *Cianuro de cacodilo*

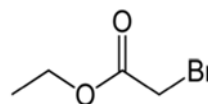
Bunsen perdió un ojo por un accidente trabajando con el cianuro de cacodilo ya que este además es explosivo, y no deja de ser curioso que sustituyese a Friedrich Wöhler (antes mencionado) como profesor de Química en la Escuela Politécnica de Kassel.

A finales del siglo XIX, las tropas británicas utilizaron proyectiles de **ácido pícrico** (2,4,6-trinitrofenol) en la Guerra de los Boers que se desarrolló en Sudáfrica entre el Imperio británico y los colonos de origen germánico-neerlandés.



Ácido pícrico

En 1887, tanto alemanes como franceses se lanzaron al desarrollo de armas químicas con gases lacrimógenos y granadas de **bromoacetato de etilo y cloropicrina**.

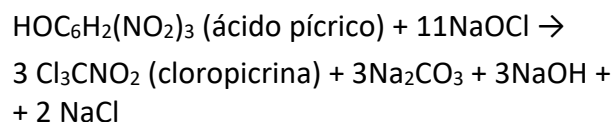


Bromoacetato de etilo

La cloropicrina o tricloronitrometano es una sustancia sofocante y lacrimógena que se utilizó en combinación con otras pues atravesaba los filtros de las máscaras de gas y obligaba a los combatientes a quitárselas con lo que quedaban expuestos a otros gases como el cloro.

Su mecanismo de acción afectaba a la permeabilidad de la membrana alveolar de manera que el intercambio de gases se ve afectado y se provoca una sensación de falta de aire o disnea.

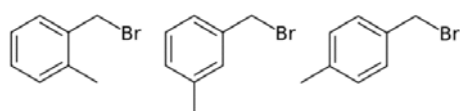
La cloropicrina puede obtenerse por cloración del ácido pícrico:



La I Guerra Mundial fue el momento álgido en la utilización de la química como arma de guerra, produciendo más de 100.000 muertes y un millón de afectados

Los franceses fueron los primeros en utilizar agentes químicos contra los alemanes en agosto de 1914. En este ataque se lanzaron granadas

rellenas con gas lacrimógeno, probablemente **bromoacetato de etilo**. Este hecho encontró una rápida y masiva respuesta del ejército alemán en la Batalla de Bolimov (1915). Aquí, se utilizaron 18.000 obuses cargados con **bromuro de xililo** líquido, llamado también T-Stoff, pero con poco éxito pues el reactivo en lugar de vaporizarse y así extenderse entre las tropas enemigas, se congeló debido a las bajas temperaturas.



Bromuro de xililo

Fue entonces cuando el químico alemán Fritz Haber, en cuya cabeza resonaban las palabras de Playfair, empezó a pensar en la utilización del **gas cloro**.

Haber, obtuvo el Premio Nobel de Química en 1918 por su aportación sobre la síntesis de amoníaco, que tan importante ha sido para el desarrollo de los fertilizantes en la agricultura. Sin embargo, tiene el dudoso honor de ser conocido como “el padre” de guerra química.

Haber contó para el desarrollo del cloro como armamento en el frente con la colaboración de un conjunto de empresas bajo el nombre de IG Farben, que contaba con nombres tan conocidos como AGFA, BASF o BAYER. Estas empresas estaban relacionadas con la fabricación de colorantes y tintes en cuyo proceso se obtenía el cloro como producto. También, fueron las responsables de la producción en la Alemania nazi del **gas Zyclon-B** que se usó para los exterminios de prisioneros judíos en los campos de concentración de Auschwitz y Majdanek, asesinando en cámaras de gas a más de un millón de personas.

La I Guerra Mundial llegó a llamarse “guerra de trincheras”, pues ni los aliados ni el ejército alemán parecían tener recursos suficientes para avanzar. Haber, judío y alemán, quiso mostrar su patriotismo y aportar a la guerra una solución a favor de su país.

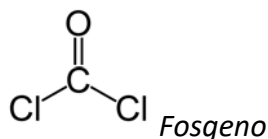
Los primeros intentos por parte de los alemanes no obtuvieron los resultados esperados. El 27

de octubre de 1914 se utilizaron 3000 proyectiles de 105 mm con **clorosulfato de dianisidina** que es un irritante pulmonar, pero la explosión de los proyectiles provocó la oxidación del compuesto y el ataque fue un fracaso. Fritz Haber se dio cuenta de que el uso de artillería no era la mejor opción y pensó que la única manera de que el enemigo abandonara las trincheras y así poder avanzar era enviar una nube de gases tóxicos ayudado por el viento. Tras múltiples intentos con diferentes gases, el 22 de abril de 1915 fue el día en el que al norte de Ypres, en Bélgica, se produjo el primer ataque masivo y con éxito. Un cargamento de 6000 cilindros con 168 toneladas de gas cloro, provocando más de 15000 afectados de los que murieron unos 5000 en un solo ataque. Los soldados alemanes fueron provistos de máscaras de gas para su protección con filtros de **tiosulfato de sodio**. Los británicos respondieron días después, aunque el viento acabó dispersando el gas sin causar los daños previstos.

Entre batalla y batalla, entre gas y gas, la esposa de Fritz Haber, Clara Immerwhar que fue la primera mujer en doctorarse en química en la Universidad de Breslavia no pudo aguantar más el hecho de que su marido utilizase la ciencia que ella tanto amaba para causar la muerte. Tras muchas discusiones se disparó en el pecho con la pistola de su marido, muriendo días después del ataque a Ypres. Este dramático acontecimiento no frenó a Fritz Haber en su obsesión por ganar la guerra para Alemania, hasta el punto que al día después partió hacia el frente para coordinar otro ataque, esta vez contra las tropas rusas.

Pronto hizo su aparición el **fosgeno**, que uniéndose al cloro se convirtió en una mezcla letal. El cloro podía detectarse por su color verduzco y su intenso olor, por lo que pronto los aliados desarrollaron máscaras para protegerse tras observar los franceses como los cerdos metían sus hocicos en el fango de sus pocilgas llenas de orines. Empapar un trapo con los propios orines de los soldados fue la primera máscara, pero en cuestión de días aparecieron filtros de **tiosulfato y carbonato sódico** y más tarde los británi-

cos desarrollaron filtros de **hexametilentetramina** para contrarrestar el fosgeno. Hoy en día, se utiliza en las pastillas combustibles para calentar la comida de militares y campistas.



La aportación de añadir el fosgeno al gas cloro fue desarrollada primero por el químico francés Victor Grignard (Premio Nobel en 1912 por sus avances en la química de los alcoholes mediante la reacción que lleva su nombre), y seguidamente por Haber en el bando alemán. El fosgeno es un compuesto mucho más letal y más indetectable, además de tardar más en aparecer los síntomas entre las tropas enemigas de manera que las bajas se daban sorpresivamente transcurridas veinticuatro horas.

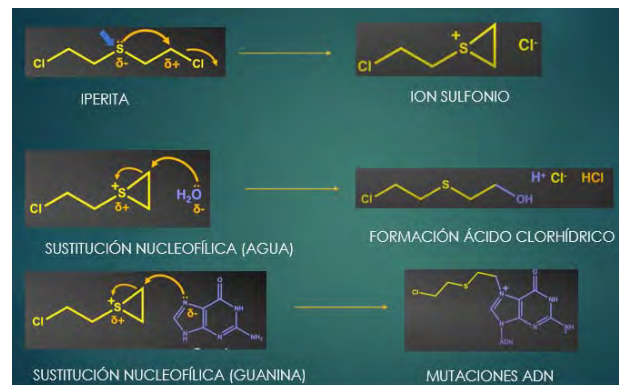
Pero, si hubo un gas que fue especialmente efectivo y que ha sido ampliamente utilizado en períodos posteriores, este es el “gas mostaza” que fue bautizado de esta manera por los británicos debido a su olor característico. Se trata de la **iperita** o sulfuro bis-(2-cloroetil) y pertenece a la clasificación de gases vesicantes, es decir que al entrar en contacto con la piel y las mucosas producen quemaduras, ampollas y la destrucción de los tejidos.

Fue empleado por primera vez por los alemanes en julio de 1917 en la tercera batalla de Ypres.

La iperita es una molécula relativamente simple con un átomo de azufre en la parte central, que es el responsable de que se produzca una sustitución nucleofílica intramolecular formándose un enlace covalente entre el azufre y el último carbono de la cadena y desplazando al cloro en forma de cloruro (Cl^-). Se genera así un ion sulfonio muy inestable y reactivo que reacciona con cualquier nucleófilo como pueda ser el agua y se desprende un protón (H^+) que se une al ion cloruro dando lugar a la formación de ácido clorhídrico que es el causante de las quemaduras.

Pero, además de con el agua, la iperita también reacciona con otros nucleófilos como son algunas de las bases nitrogenadas que forman la cadena de ADN, especialmente con la adenina y la

guanina, causando graves mutaciones y la muerte celular.



Dentro de la familia de estos gases mostaza, se han desarrollado diferentes estructuras tanto sulfuradas como nitrogenadas.

Aunque en la II Guerra Mundial no hubo ataques con agentes químicos importantes, es de destacar como un compuesto nacido en la primera de las guerras mundiales aportó algo positivo al desarrollo de la medicina y el cáncer. El hecho de la no utilización de este tipo de armamento en el conflicto entre la Alemania nazi y los aliados pudo tener su explicación en el miedo de Hitler a perder una guerra que consideraba ganada y no por motivos humanitarios como es de todos conocido. Quizá tuvo algo que ver el hecho de que el mismo Hitler sufrió los efectos de la iperita cuando era un simple cabo del ejército durante la primera gran guerra donde sufrió una ceguera temporal durante varias semanas.

El 7 de diciembre 1943, un barco americano atracado en el puerto de Bari fue bombardeado por la aviación alemana.

El SS John Harvey transportaba una carga secreta 2000 bombas M47A3 que contenían en total más de 60 Tm de gas mostaza. Ningún tripulante sobrevivió y la dispersión de este gas afectó a la población civil de manera importante causando muchas muertes entre los habitantes de la zona.

Aunque durante la primera guerra mundial se habían descrito los efectos que producía en las células sanguíneas presentándose una importante disminución de leucocitos, eritrocitos y trombocitos por el doctor Edward Krumbhaar

en 1919, fue tras este ataque cuando al realizar las autopsias correspondientes se observó en los cadáveres una lesión medular intensa.

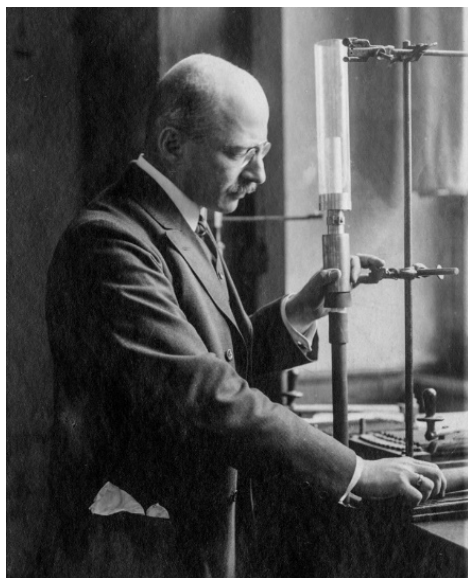
Este hecho, hizo pensar que, si se afectaba a los leucocitos de manera tan importante, también podría utilizarse como remedio terapéutico para destruir este tipo de células cancerosas que presentan un rápida división.

De esta manera, podemos decir que de la barbarie el nació uno de los recursos médicos más importantes en la lucha contra el cáncer como es la quimioterapia.

Las investigaciones de sustancias químicas diseñadas para la muerte, no terminaron en ningún momento y por desgracia para la humanidad se han seguido desarrollando en muchos países y utilizando en muchos conflictos tras la I Guerra Mundial. Pero, esa será otra historia.

Carlos Moreno Borrallo

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



Fotografía de Fritz Haber en su laboratorio.

♦ **Cómo llevar a cabo propuestas didácticas interdisciplinares que involucren a la materia de Física y Química en Secundaria y Bachillerato para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje competencial**

“Hay un proyecto interesante que se ha hecho con estudiantes más mayores en el que se les formula la siguiente pregunta: ¿cómo vuela un mosquito bajo la lluvia soportando una presión que aplastaría a un ser humano? Respondiendo a esta pregunta se aprende de manera significativa Física, Biología y Matemáticas. Se pueden hacer infinitos proyectos interdisciplinares similares que les dé la oportunidad a los niños para que satisfagan su curiosidad natural de manera que les ayude a entender cosas sobre el mundo. Se puede hacer en todos los ámbitos, Literatura, Historia o cualquier otra disciplina. Eso debería ser la educación y se puede conseguir”.

Avram Noam Chomsky, fragmento de la entrevista en “Aprendemos Juntos” del BBVA.

El principal objetivo de este artículo es mostrarles a los docentes la manera en la que se puede diseñar, organizar e implementar en el aula una propuesta didáctica interdisciplinar que contribuya al desarrollo curricular de la materia de Física y Química y, paralelamente, al de otras materias, preferentemente del área científico-tecnológica en Secundaria y Bachillerato, con el sentido pedagógico que se esboza en la cita inicial de esta página de Noam Chomsky. Uno de los retos educativos más importantes que tenemos por delante los docentes en nuestro país para mejorar la calidad de la enseñanza es aumentar el carácter competencial de la misma, algo que estamos tratando de hacer desde que se introdujeron las Competencias Básicas como elemento curricular en la Ley Orgánica de Educación de 2006 pero que no está terminando de cristalizar de manera generalizada en las aulas de nuestras escuelas, seguimos anclados a una manera de enseñar asociada a currículos enciclopédicos

que reducen la enseñanza a una mera transmisión pasiva de información y en la que se dedica poco tiempo al empleo de metodologías activas que aseguren que los discentes desarrollen los aprendizajes claves de una manera más profunda. Las propuestas didácticas interdisciplinares juegan un papel fundamental en la consolidación definitiva de un proceso de enseñanza–aprendizaje competencial en nuestras aulas porque les exige a los estudiantes que transfieran los distintos saberes recogidos en el currículo de cada una de las materias implicadas a contextos reales.

A partir de ahora, intentaré trasladar la experiencia docente de los últimos años en la realización de este tipo de propuestas interdisciplinares en el aula con el propósito de dotar a este artículo de un sentido práctico. Son muchas las actuaciones pedagógicas de este tipo que hemos realizado, pero voy a poner de ejemplo algunas de las que se han presentado en las Jornadas Internacionales de Ciencia en la Calle, *Diverciencia*, en Algeciras, o en el Certamen para países de habla hispana y portuguesa, Ciencia en Acción, indicando el nivel educativo y las materias implicadas: “Física y flamenco: un recorrido desde el origen físico y matemático del sonido hasta su transformación artística” (2º ESO, Física y Química, Matemáticas, Tecnología y Música), “Detectives del clima en el IES Isla Verde” (2º ESO - ESERO, Física y Química, Tecnología, Matemáticas y Educación Plástica y Visual), “Una vida saludable: la química y la física detrás de las calorías” (3º ESO, Física y Química, Biología y Matemáticas), “Estudio de la capacidad fotosintética de diferentes especies vegetales del huerto escolar” (4º ESO, Física y Química, Biología y Matemáticas), “La actividad antioxidante de las algas invasoras del Parque Natural de El Estrecho” (4º ESO, Física y Química y Biología), “La química de la lluvia ácida y su problemática medioambiental” (4º ESO, Física y Química y Biología), “Galileo en el IES Isla Verde: cálculo de la aceleración de la gravedad a través del estudio experimental del movimiento en un plano inclinado” (4º ESO y 1º Bachillerato, Física y Matemáticas), “Estudio experimental de las propiedades coligativas de las disoluciones y sus

aplicaciones” (1º Bachillerato, Física y Química y Matemáticas) y “Estudio experimental de las fuerzas intermoleculares y su importancia biológica” (2º Bachillerato, Química y Biología).

Lo primero que podríamos tener en cuenta para llevar a cabo este tipo de propuestas didácticas interdisciplinares es incluir esta estrategia didáctica en el Proyecto Educativo de Centro para que esta línea de trabajo sea generalizada, asimismo, también se podría recoger en el Plan de Trabajo Anual del área y del departamento didáctico que se elabora al comenzar cada curso escolar. Por ejemplo, en mi centro actual, el IES Isla Verde (Algeciras, Cádiz), se recoge en el Proyecto Educativo de Centro desde hace dos años que se realizará, al menos, una intervención didáctica interdisciplinar en cada uno de los niveles educativos que involucre a dos o más materias, preferentemente de una misma área de conocimiento, puede ser un proyecto o una unidad didáctica interdisciplinar o de ámbito. Además, se recomienda que se realicen aquellas actuaciones didácticas que en cursos anteriores tuvieron una valoración positiva por parte de los departamentos didácticos y el Equipo Técnico de Coordinación Pedagógica (ETCP) en lo referido a su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje por su carácter competencial y capacidad para dar significación a los contenidos curriculares.

En segundo lugar, si tratamos de hacer una propuesta didáctica interdisciplinar por primera vez, el siguiente paso es que los docentes implicados la diseñen. Este proceso requiere de manera imprescindible de colaboración entre los docentes que componen el departamento didáctico y las áreas de conocimiento, por tanto, se precisa de un trabajo en equipo que no estamos acostumbrados a hacer la mayoría de los docentes en nuestro país y que es algo en lo que podemos mejorar mucho para dotar de más calidad a la enseñanza que ofrecemos. Un dato a este respecto, según los resultados del informe TALIS (*Teaching and Learning International Survey*), los docentes españoles son de los que menos colaboran de la OCDE, trabajan de forma aislada en su aula y sólo el 24% declara participar en una red de

colaboración para diseñar planes de docencia o compartir material pedagógico, frente al 40% de media de los países de la OCDE.

El diseño lo hacemos durante el primer trimestre del curso escolar y se coordina en las reuniones semanales por el jefe o jefa del Área Científico – Tecnológica y, posteriormente, en las reuniones de departamento siempre tratamos un punto dedicado a esta tarea de diseño. Lo primero es decidir cuál es el tema transversal que va a contextualizar en el mundo real las distintas tareas que diseñemos desde las materias que constituyen la propuesta didáctica interdisciplinar. Por ejemplo, en la propuesta del “Estudio de la capacidad fotosintética de diferentes especies vegetales” llevada a cabo en 4º ESO, el tema transversal o contexto común a todas las materias implicadas es el proceso químico de la fotosíntesis y la respiración celular, desde la materia de Física y Química se aplicarán a este contexto los saberes normativos recogidos en el bloque de contenidos de la actividad científica y los cambios (Reacciones y ecuaciones químicas, mecanismo, velocidad y energía de las reacciones, cantidad de sustancia: el mol, concentración molar, cálculos estequiométricos y reacciones de especial interés), en Biología y Geología del bloque de contenidos de ecología y medio ambiente y proyecto de investigación, y en Matemáticas Orientadas a las Enseñanzas Académicas del bloque de contenidos de procesos, métodos y actitudes en matemáticas.

Tercero, seleccionamos los saberes que los discentes desarrollarán y aplicarán al contexto real que caracteriza a la intervención didáctica que diseñemos; estos saberes están indicados en la normativa a través del elemento curricular de los Criterios de Evaluación y los Saberes Básicos en la nueva normativa curricular.

Este es un punto crucial en la etapa del diseño y planificación porque este tipo de propuestas no pueden ser una ocurrencia de un momento puntual o algo que se le dé bien a un grupo de docentes sin conexión con el currículo, eso supondría un tiempo de aula dedicado a una propuesta didáctica que no contribuye al desarrollo del currículo regulado en la

legislación de cada Comunidad Autónoma. En nuestro caso, este trabajo de diseño con encaje curricular lo llevamos a cabo de una manera efectiva desde el módulo de Currículo por Competencia del Portal Séneca que pone a nuestra disposición la administración educativa andaluza y el cual nos facilita el diseño colaborativo de estas intervenciones didácticas con encaje curricular trabajando tanto de manera presencial como a distancia.

A continuación, desde las distintas materias se diseñarán las actividades, tareas o proyectos que van a configurar la propuesta didáctica interdisciplinar. Éstas estarán asociadas a las unidades didácticas propias de la Programación Didáctica de cada una de las materias que participan en el proyecto o en la unidad didáctica interdisciplinar.

Otro aspecto importante a tener en cuenta es que las propuestas didácticas que se diseñen se han de implementar en el aula en un orden lógico para favorecer el aprendizaje significativo, por este motivo, es fundamental que la temporalización de las unidades didácticas de cada materia recogida en la Programación Didáctica se decidan desde el Área Científico – Tecnológica teniendo en cuenta las propuestas interdisciplinares que se van a llevar a cabo en un nivel educativo durante ese curso escolar. Por ejemplo, en la propuesta de “Una vida saludable: la química y la física detrás de las calorías” de 3º ESO, cuyo tema transversal en el que se contextualizan las distintas propuestas didácticas de las materias intervinientes es la salud, una de las sesiones corresponde a la materia de Física y Química y consiste en una práctica de laboratorio en la que se visualiza experimentalmente del concepto de caloría como la energía calorífica necesaria para elevar un grado centígrado la temperatura de un gramo de agua pura, desde 14,5 °C a 15,5 °C, a una presión normal de una atmósfera, esa sesión acaba en una tarea consistente en la elaboración de un informe de laboratorio, pero, además, hay otras sesiones de investigación en la que los estudiantes determinan con un calorímetro casero y con ayuda de un sensor digital de temperatura las

calorías que contienen determinados alimentos que combustionan en el laboratorio.

Pues bien, estas sesiones que conforman la participación de la materia de Física y Química en dicha propuesta interdisciplinar y que se desarrollan en la unidad didáctica propia de las reacciones químicas, se han de implementar en el aula con anterioridad a las sesiones correspondientes a esta unidad didáctica interdisciplinar de la materia de Biología para que los estudiantes adquieran una mayor significación en los saberes asociados a las tareas que se llevarán a cabo en esta última materia cuando realicen la tarea de elaboración de una dieta saludable basándose en el cálculo de las calorías de los distintos alimentos.

Con respecto a las estrategias metodológicas que se emplean en este tipo de propuestas interdisciplinares, hay que subrayar que se caracterizan por su carácter activo. Desde la materia de Física y Química podemos emplear diferentes métodos de enseñanza en las distintas sesiones que llevamos a cabo en el marco de la propuesta didáctica interdisciplinar, como una Clase Magistral con Aprendizaje Dialógico en sesiones iniciales o Aprendizaje Basado en la Resolución de Tareas y Problemas situados en el contexto que caracteriza a la propuesta interdisciplinar, pero, sin duda, la metodología más relevante y que dirige la mayor parte de las sesiones de la materia de Física y Química en este tipo intervenciones didácticas interdisciplinares es el Aprendizaje Basado en la Indagación, entendiendo esta metodología en la manera en la que es definida por Martin-Hansen (2002), “la indagación se refiere o al trabajo que realiza el investigador para estudiar el mundo natural o a las actividades de los estudiantes que ‘imitan’ lo que los científicos hacen.”

De los cuatro tipos de enseñanzas basada en la indagación que se explica en Martin – Hansen (2002), la que aplicamos nosotros es la indagación acoplada, que es una combinación entre la indagación abierta y la guiada. De esta manera, el docente selecciona la pregunta a investigar asegurándose de que la experiencia se ajusta al nivel académico de los estudiantes,

pero los discentes son los que establecen las hipótesis de la investigación sobre un determinado fenómeno en pequeños grupos (Ver figura 1). Posteriormente, el docente va guiando la experimentación con la que se va a comprobar o refutar las hipótesis de partida en una atmósfera de aula dominada por la pregunta y el aprendizaje dialógico.



Figura 1. El profesor de Biología guiando la experimentación en la propuesta interdisciplinar de “Estudio de la capacidad fotosintética de diferentes especies vegetales del huerto escolar”.

Sin duda, esta parte de diálogo experimental con la naturaleza es la que tiene mayor potencial didáctico para asegurar el aprendizaje significativo de los saberes curriculares de Física y Química asociados a la propuesta didáctica interdisciplinar, ya que es la parte en la que los estudiantes tienen las manos en la masa.

Subrayar, llegados a este punto, que un recurso didáctico que empleamos en la parte de experimentación en todas las propuestas interdisciplinares son los sensores digitales (ver figura 2), gracias a los cuales los estudiantes pueden medir en tiempo real magnitudes físicas y químicas como la temperatura, el pH, la concentración química de distintas sustancias como el oxígeno o el dióxido de carbono, la velocidad, la aceleración, el tiempo, la posición, etc. Estos sensores digitales están conectados a una aplicación que los discentes se pueden descargar gratuitamente en su dispositivo móvil o tablet y pueden visualizar en tiempo real de manera gráfica la variación de estas magnitudes con respecto al tiempo (ver figura 3).



Figura 2. Los sensores digitales de dióxido de carbono y de oxígeno (imagen de la izquierda) así como el sensor digital para el estudio experimental del movimiento (imagen de la derecha) son algunos ejemplos de algunos de los sensores digitales que usamos en nuestro laboratorio escolar del IES Isla Verde (Algeiras, Cádiz) durante la fase de experimentación de la propuesta interdisciplinar de “Estudio de la capacidad fotosintética de diferentes especies vegetales del huerto escolar” y “Galileo en el IES Isla Verde: cálculo de la aceleración de la gravedad a través del estudio experimental del movimiento en un plano inclinado”.

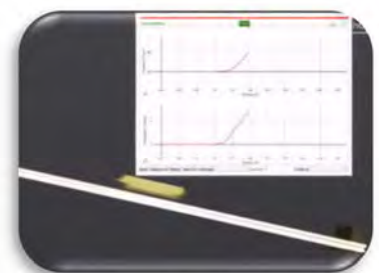
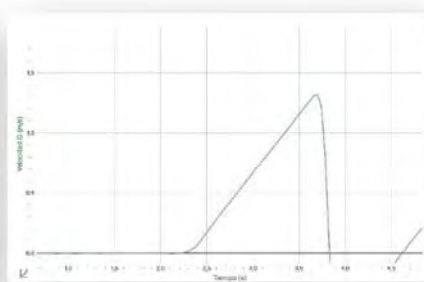
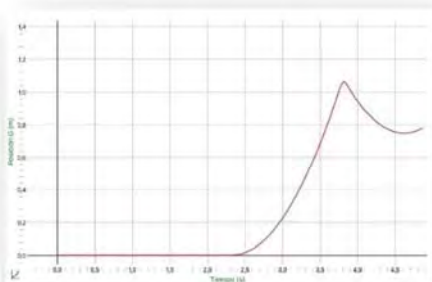
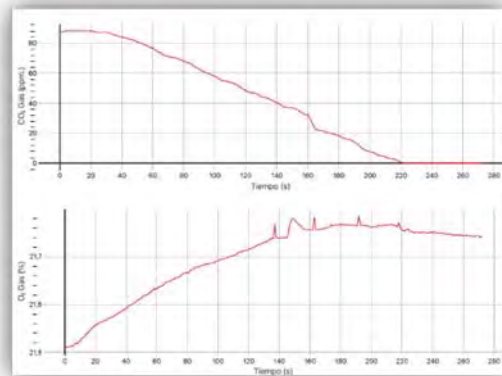


Figura 3. Ejemplos de gráficas que obtienen los estudiantes en tiempo real durante el proceso de experimentación para contrastar o refutar sus hipótesis de partida. Las gráficas de arriba muestran la variación de la concentración de dióxido de carbono y oxígeno con respecto al tiempo en la propuesta didáctica interdisciplinar del “Estudio de la capacidad fotosintética de diferentes especies vegetales del huerto escolar”, mientras que las gráficas obtenidas de abajo muestran la variación de la posición y de la velocidad con respecto al tiempo características de un M.R.U.A como es el que se produce en un movimiento sobre un plano inclinado, corresponde a “Galileo en el IES Isla Verde: cálculo de la aceleración de la gravedad a través del estudio experimental del movimiento en un plano inclinado”.

Sin duda, este recurso es inmejorable para facilitarle al alumno o alumna un diálogo experimental con la naturaleza en tiempo real en el laboratorio escolar, posibilitando un aprendizaje del alumnado. Por este motivo, este tipo de recursos son un ejemplo de lo que se denomina Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento (TAC).

Por último, hay otra estrategia metodológica activa destacable que siempre planteamos en todas nuestras propuestas didácticas interdisciplinares y que consiste en la elaboración de un póster científico como producto o evidencia final (ver figura 4) con el objetivo de divulgar el trabajo en nuestra comunidad educativa y en cualquiera de las ferias de divulgación científica a la que acudimos cada año, principalmente, para nuestra participación en los premios que cada año se otorgan desde Diverciencia. Estas sesiones se llevan a cabo mediante la metodología de Aprendizaje Basado en Proyecto, cada uno de los pequeños grupos que han trabajado en la investigación, planifican, desarrollan y difunden un producto digital final, el póster científico, trabajando de manera colaborativa tanto de forma presencial en el aula como a distancia gracias a la plataforma digital de Presentaciones de Google.

Para concluir, indicar que partimos de una evaluación inicial del sistema educativo español en la que se detecta a nivel didáctico justo lo que expone el coordinador del informe PISA y director de Educación de la OCDE, Andreas Schleicher, un sistema enraizado en una manera de enseñar asociada a currículos muy enciclopédicos, basado en la reproducción de conceptos y procesos en vez de en promover que los estudiantes sean capaces de darle sentido a los saberes y aplicarlos en distintos contextos reales: “El futuro para España debería pasar por enseñar menos cosas, pero de forma más profunda, generando más comprensión. Apilar por ejemplo muchos contenidos de Física y Química por sí solo no va a resultarte de gran ayuda. La cuestión es: ¿puedes pensar como un científico, diseñar un experimento?, ¿entiendes el concepto de causa y efecto?” En este sentido,

este tipo de propuestas interdisciplinares que resultan de un trabajo colaborativo entre docentes de distintas disciplinas, suponen una interesante estrategia más que podemos emplear para generar aprendizajes profundos y significativos de los saberes asociados al currículo de Física y Química.

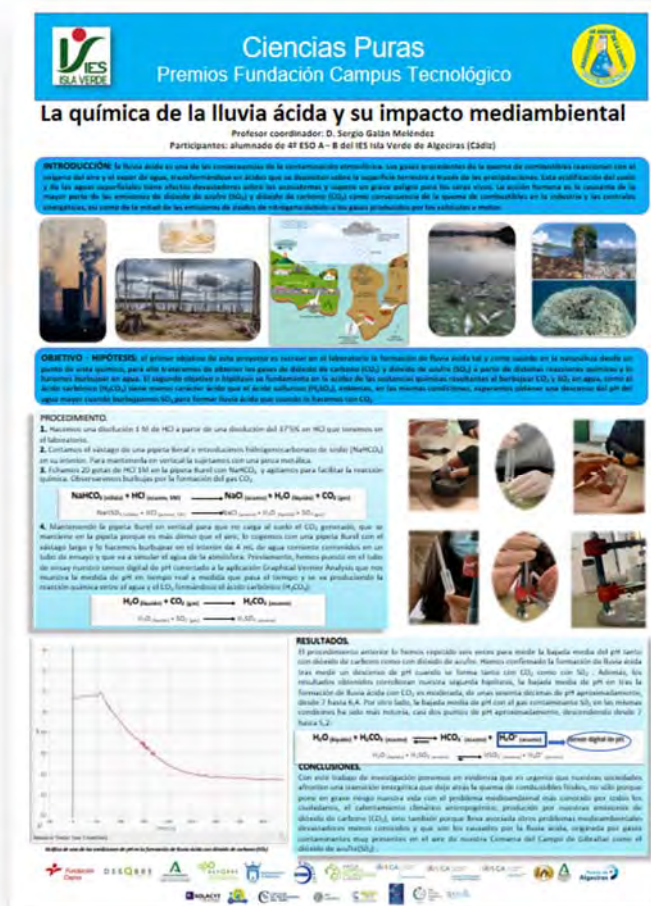


Figura 4. Ejemplo de póster científico presentado en la feria de la ciencia en la calle de Algeciras, Diverciencia 2022, tras la realización de la propuesta interdisciplinar “La química de la lluvia ácida y su impacto medioambiental”.

BIBLIOGRAFÍA

Reyes-Cárdenas, F., & Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. Educación química, 23(4), 415-421.

Martin-Hansen, L., Defining Inquiry, The Science Teacher, 69(2), 34-37, 2002.

Torres-Climent, Á. L. (2010). Empleo del laboratorio asistido por ordenador en la enseñanza de la física y química de secundaria y bachillerato.

Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias,7 (3), 693-707.

Jiménez Liso, M^a Rut; Romero Gutiérrez, Miguel; Martínez Chico, María; Amat González, Ana; Salmerón Sánchez, Esteban. «Sensopíldora chicles Orbit : uso de sensores para promover prácticas científicas de indagación con modelos». Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, [en línea], 2017, n.º Extra, pp. 685-90

Trujillo, F. (2015). *Aprendizaje basado en proyectos. Infantil, Primaria y Secundaria*. Ministerio de Educación.

Jack Randall. *Advanced Chemistry with Vernier*. 4th Edition. Vernier

https://elpais.com/educacion/2021-06-18/el-creador-del-informe-pisa-la-educacion-espanola-prepara-a-los-alumnos-para-un-mundo-que-ya-no-existe.html#?prm=copy_link

Sergio Galán Meléndez

Jefe del Departamento de Física y Química del IES Isla Verde (Algeciras)

Miembro de la Asociación Amigos de la Ciencia de Algeciras, Diverciencia. Embajador ESERO.

◆ Pruebas externas de evaluación de Química y Física preuniversitaria: Comparativa entre el bachillerato nacional y bachillerato internacional

En el pasado Boletín, la compañera Almudena de la Fuente, escribió una reseña sobre su tesis doctoral en didáctica de las Ciencias experimentales. El artículo me pareció muy interesante ya que, como profesor de las asignaturas de física y química en bachillerato, me siento identificado con las cuestiones e ideas que se planteaban en él. Quería comentar mi experiencia en la docencia de ambas asignaturas, tanto en el bachillerato nacional como en bachillerato internacional y cómo son las pruebas externas que se realizan en ambas modalidades.

Si bien es cierto que se han ido introduciendo ideas innovadoras en los currículos, los profesores seremos juzgados por los resultados que nuestros alumnos obtengan en las pruebas de acceso a la universidad y no por si se ha impartido toda la materia que la ley prevé.

Nuestras materias, suelen de ser decisivas a la hora de acceder a los estudios que el alumno desea, se realizan en la fase voluntaria de las pruebas y contribuirán con una ponderación de 0,2 a su nota de acceso a la universidad. Por tanto, es comprensible que, si todos esos aspectos innovadores no aparecen en las pruebas, queden relegados a un segundo plano durante la etapa del bachillerato, más si cabe, teniendo en cuenta los siguientes factores:

- La duración del segundo curso de bachillerato, que a principios del mes de mayo debe de estar prácticamente finalizado, y siendo la materia que se imparte en este curso mayoritariamente la que aparece en los exámenes de acceso a la universidad.

- El formato actual de la prueba, que genera mucha tensión en el alumnado ya que el trabajo de dos años queda a merced de factores ajenos a los propios conocimientos adquiridos en las materias, pues se realizan en tres días consecutivos disponiendo de noventa minutos para conseguir la calificación necesaria para acceder los estudios universitarios, por tanto, cualquier error en algún ejercicio condicionará mucho esa nota de acceso y en consecuencia las ilusiones de los alumnos.

- No hay que olvidar que con la llegada de la pandemia hemos añadido un nuevo hándicap, que es la optatividad en las pruebas. Actualmente un alumno puede optar a una calificación alta, habiendo preparado la mitad del temario oficial.

A continuación, comentaré como se trabaja la física y la química en bachillerato internacional. En primer lugar, las asignaturas se pueden cursar a un nivel medio (NM) o a un nivel superior (NS), la diferencia de nivel radica en la profundidad en la que se estudian los temas, quedando a la elección del alumno la profundidad con la que necesitan trabajar una asignatura, en función de los estudios universitarios que quieren realizar. Las asignaturas de grado medio tienen una carga lectiva recomendada de 150 horas, mientras que para las asignaturas cursadas en nivel superior se recomiendan 240 horas. Esa carga lectiva se reparte entre los dos cursos de bachillerato y por

tratarse de asignaturas experimentales dentro de esa carga horaria hay que introducir sesiones prácticas, en este caso de las 150 horas de una asignatura a nivel medio 40 horas serán de prácticas, llegando hasta las 60 horas en el caso de una asignatura a nivel superior. La calificación que los alumnos obtienen en las asignaturas corresponde en un 80% a una evaluación externa y a un 20 % en una evaluación interna. La evaluación externa es el equivalente a las pruebas de acceso que hacen los alumnos en el bachillerato nacional. En este caso los alumnos se enfrentan a tres pruebas. La primera de ellas es un examen de respuesta múltiple sobre todo el temario con 30 preguntas y 45 minutos de duración en el caso (NM) mientras que una asignatura (NS) la extensión es de 40 preguntas, disponiendo de 60 minutos para la prueba. La ponderación de esta prueba es del 20% sobre el total de la evaluación externa. En la segunda prueba, los alumnos se enfrentan a una batería de preguntas de respuesta corta y larga sobre todo el temario de la asignatura. En este caso la duración es de 75 minutos para una asignatura (NM) y de 135 minutos en el caso de tratarse de una asignatura (NS). La ponderación de este examen es de un 40% sobre toda la evaluación externa. Por último, se realiza una prueba basada en datos y en los trabajos prácticos, además de preguntas de respuesta corta y de respuesta larga sobre una opción (para completar el temario los alumnos eligen un tema opcional, acorde con los estudios que desean realizar. En el caso de química las opciones son bioquímica, materiales, energía o química medicinal y en el caso de la asignatura de física se puede escoger entre relatividad, física para la ingeniería, toma de imágenes o astrofísica). La duración de esta prueba es de 60 minutos en el caso de asignaturas (NM) y 75 minutos en el caso de una asignatura (NS). La ponderación de esta prueba es del 20% sobre el total de la evaluación externa. Estas tres pruebas son corregidas por personal externo al centro donde el alumno ha realizado sus estudios de bachillerato.

Además, en esta modalidad los alumnos hacen un trabajo en grupo, conocido como trabajo del grupo 4 (grupo en el que están incluidas las

asignaturas de Ciencias en el bachillerato internacional), donde se mezclan alumnos que cursan las distintas asignaturas que se ofertan en este grupo, para intercambiar conocimientos y cooperar juntos en un mismo proyecto. Este trabajo es obligatorio, pero no es evaluable para la calificación final de la asignatura.

No quisiera finalizar sin mencionar, que todos los exámenes externos se realizan durante el mes de mayo, teniendo así más días de descanso entre exámenes. Son iguales para todos los alumnos independientemente del lugar geográfico donde hayan cursado sus estudios de bachillerato. Y que todas las calificaciones no corresponden a una única nota, si no que se obtienen a partir de bandas de calificación. De esta manera si se comete algún error en cualquier ejercicio no es excluyente para obtener una calificación alta en la asignatura, liberando a los alumnos de la presión de las pruebas de bachillerato nacional.

En conclusión, diré que con mi experiencia en ambos bachilleratos, la forma de plantear tanto el temario como las pruebas externas en el caso de un bachillerato internacional favorece, prepara y motiva mejor a los alumnos para enfrentarse a un primer curso de cualquier grado experimental. Paradójicamente un alumno en España, dependiendo de la Comunidad Autónoma donde resida, puede perfectamente acceder a un grado en Ciencias Experimentales sin haber entrado en un laboratorio y sin tener nociones de ese método científico que aparece expresamente en todos los currículos españoles pero que lamentablemente siempre se deja olvidado cuando el tiempo apremia y no se va a evaluar en la prueba de acceso a la universidad.

José Juan Sirvent Carbonell

Colegio HH. Maristas Sagrado Corazón
(Alicante)

◆ El Profesor José Miguel Abraham

Entre 1988 y 2019 se publicaron, de forma ininterrumpida, 38 volúmenes del *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, ALDEQ. Con motivo del cierre de dicha revista, dado que se lograron plenamente los propósitos de su nacimiento y posterior desarrollo, aprovechamos desde este *Boletín Faraday* para ensalzar la figura de su fundador y primer director y editor: el profesor argentino José Miguel Abraham.



Cuando echamos la vista atrás y revisamos la labor desarrollada por el Prof. Abraham, se aprecia su enorme productividad, destacando, entre otros, los siguientes logros:

- Director y fundador, aparte de ALDEQ (de circulación internacional en América Latina, EEUU, Canadá, Europa y Sudáfrica), de la serie *Modelo Ambiental Cuidemos Nuestro Mundo* (CNM).
- Director del proyecto *Cuidemos Nuestro Mundo* (CNM) y del *Proyecto Integral de Educación Química* (PEIQ).
- Co-director del proyecto multinacional "Educación química: filosofía común y programas comunes en EEUU, UNAM, México y UNSL", creado en 2003 y con sede en la Northern Illinois University.
- Consultor internacional permanente del ICUC (*International Center for First-Year Undergraduate Chemistry Education*, ICUC), conformado por un centenar de universidades.
- Premio 'Educación Química' de 2004 otorgado por la Asociación Química Argentina.
- Organizador de las primeras Jornadas Universidad Nacional y Desarrollo Sustentable, que reunió a una decena de universidades argentinas para asumir un compromiso con el desarrollo sostenible.
- Reconocimiento otorgado por la Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional de

San Luis (Argentina), al cumplir 35 años de docencia, investigación y servicios.

- Premio 'Frank Torre' 2007 otorgado por el ICUC en la sede de Boulder (EEUU) de la *University of Colorado*.

- Conferencista plenario en multitud de congresos nacionales e internacionales.

La enorme trascendencia internacional de su labor es manifiesta en las actividades mencionadas. En concreto, los proyectos CNM y PEIQ para ciencia y tecnología han sido seguidos como modelos en diferentes países, como Argentina, México y España.

Todo lo anterior está aunado a un desarrollo integral como ser humano. No deja de sorprender su capacidad visionaria cuando, hace más de tres décadas, hablaba de la importancia de lograr un desarrollo sostenible, término que se haría popular años después. Ya por esa época, el Prof. Abraham pronosticaba la crisis mundial si no se reforzaban los valores sociales y familiares dentro de la educación y la necesidad de orientar los esfuerzos, por parte de docentes y alumnos, hacia la mejora de la sociedad. En el entorno actual, sus ideas tienen aún mayor vigencia que nunca antes.



El Prof. Abraham (tercero por la izquierda) en una reunión internacional celebrada en Urbana-Champaign (Illinois, EEUU) en 2005.

Ha generado ideas, proyectos y propuestas que han contribuido desde el ámbito de la educación química, a un mundo mejor. Ahora jubilado, que no retirado, sus claras convicciones, su aprecio por su familia y su patria, Argentina, y todos los caminos didácticos que ha abierto, le hacen un ser humano especial.

Gabriel Pinto Cañón

Universidad Politécnica de Madrid

◆ Memorial Jesús Mato.

La comunidad educativa y el mundo de la divulgación científica, más allá de su Cádiz natal y de su Andalucía, se volcaron en el Memorial Jesús Matos Delgado, un homenaje al profesor de Física y Química gaditano que siempre hizo la ciencia divertida.

Jesús Matos acuñó bajo ese lema toda una propuesta didáctica que acaparó decenas de premios nacionales del más alto nivel, entre ellos varios *Ciencia en Acción* del Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Un método que ha dejado huella en miles de alumnos y de cientos de profesores a lo largo de toda su brillante carrera académica, truncada tan prematuramente a principios del mes de junio de 2021.

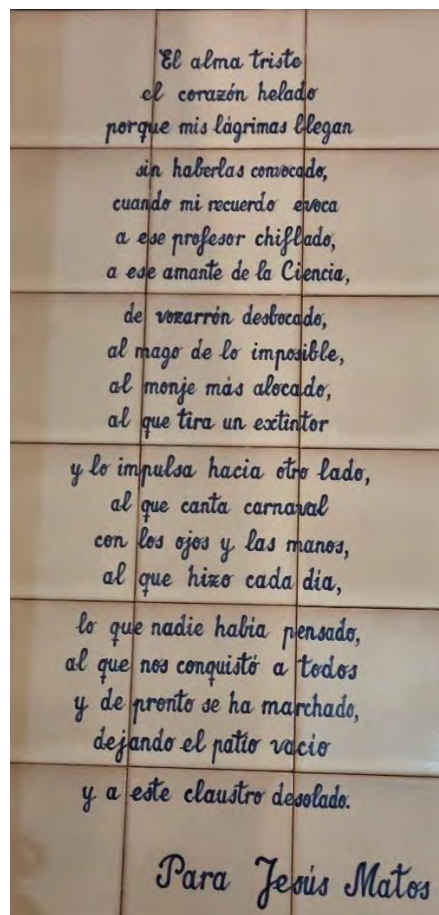


Uno de los grupos de estudiantes que ha dado a conocer sus experimentos:



El 'Memorial Jesús Matos' se realizó en dos jornadas para divulgar la ciencia entre los jóvenes. La primera jornada, el día 11 de febrero, se celebró en el IES Santo Domingo y albergó una Feria de la Ciencia abierta a los centros educativos de la zona en sesión de mañana, y al público en general en sesión de tarde. En la foto siguiente, se muestra la placa

realizada en honor a Jesús Mato situada a la entrada de la sala de profesores del IES Santo Domingo del Puerto de Santa María en Cádiz.



Esta feria se organizó en colaboración con la Asociación Eureka a la que pertenecía Jesús Matos y en ella participaron centros de El Puerto, Cádiz, Jerez de la Frontera, Sanlúcar de Barrameda, San Fernando, Algeciras, Ceuta, Osuna, Estepa y Marinaleda.

segunda jornada será el sábado 12 de febrero en el Aula Magna de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Cádiz, con comunicaciones y ponencias orales a cargo de los divulgadores pertenecientes tanto a Eureka como a la Asociación de Divulgadores DDD o Fundación Descubre, contando con la participación tanto presencial como telemática de distintos ponentes nacionales e internacionales. El Memorial se clausuró con la entrega de una placa conmemorativa a sus familiares en reconocimiento a la gran labor científica y humana del docente e investigador.

Marisa Prolongo Sarria

I.E.S. Torre del Prado, Málaga

◆ Feria ‘Madrid es Ciencia’

La XI FERIA MADRID ES CIENCIA es un evento de divulgación científica dirigido a las comunidades escolares y al público general que, a través de la acción participativa de los y las estudiantes, tiene el objetivo de fomentar las vocaciones científicas eliminando las barreras de género, comunicar la ciencia y la innovación que se realiza en la Comunidad de Madrid, estimular el interés y la curiosidad de los jóvenes por la ciencia y mostrar cómo la investigación influye en el desarrollo económico y el bienestar de la sociedad.



Toda la cadena de valor del talento en la región madrileña -desde centros educativos a centros de investigación y empresas innovadoras, pasando por las universidades e instituciones madrileñas- estuvo representada en IFEMA, del 2 y al 5 de marzo pasado, para que todos los madrileños puedan conocer cómo la Ciencia, la Tecnología y la Innovación favorecen la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la celebración del Año Internacional de las Ciencias Básicas para el Desarrollo Sostenible.

“Madrid es Ciencia” se planteó como una muestra integral de la innovación científico-tecnológica de la Comunidad de Madrid desde un punto de vista lúdico y participativo. Este nuevo concepto de feria de la ciencia se nutre de la experiencia en ferias anteriores, pero con una aproximación al conjunto del ecosistema madrileño de innovación, desde la escuela a la universidad, desde la investigación científica a la empresa. Un espacio para la interacción entre todos los agentes, un espacio para mostrar al ciudadano que la ciencia, la tecnología, la innovación impregna su vida cotidiana, mejora

su bienestar y es un factor clave de la competitividad.

Fue un evento que reunió a científicos, profesores, empresarios, programadores, artistas y otros miembros de la comunidad científico-tecnológica que juntos permiten conocer de primera mano conceptos complejos del ámbito de la investigación en la nueva era de la transformación digital.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la celebración del Año Internacional de las Ciencias Básicas para el Desarrollo Sostenible fueron los ejes vertebradores de esta edición que lleva por lema “Construyendo un futuro sostenible” y sobre los que pivotarán las diferentes actividades que tendrán lugar en la Feria. De este modo, el visitante pudo participar en experimentos realizados por estudiantes procedentes de los 40 centros escolares participantes; presenciar demostraciones de jóvenes investigadores que desarrollan su labor científica en centros punteros de la Comunidad de Madrid como los Institutos Madrileños de Estudios Avanzados IMDEA, los diferentes centros del CSIC ubicados en la región o las universidades madrileñas; acudir a presentaciones a cargo de prestigiosos científicos reconocidos nacional e internacionalmente

En definitiva, fueron cuatro días para mostrar la excelencia en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación, invitando a los madrileños a formar parte de los procesos por los que se crea y se transmite la ciencia y animándoles a compartir su experiencia en redes sociales a través del hashtag #MadridEsCiencia.

Además, intervinieron divulgadores tanto de Universidad como de Enseñanza Secundaria tan conocidos como José Antonio Martínez Pons, Rafael García Molina y Carlos Durán, entre otros muchos. Hubo una amplia participación de miembros del GEDH.

Marisa Prolongo Sarria

I.E.S. Torre del Prado, Málaga

A continuación, se muestran algunas fotografías realizadas durante la celebración de esta feria.



◆ Festival Science on Stage Praga 2022. El festival de profesores STEM más grande de Europa



Parecía irreal cuando nos paramos frente al Centro de Congresos, donde iba a comenzar el festival más grande de Europa para profesores STEM, la XII Edición de Science on Stage que se celebraría del 24 al 27 de marzo 2022 en Praga, República Checa. Y aquí estábamos, no se había cancelado. Debido a la situación de la pandemia, la organización tuvo que cuestionarse si seguir adelante con la celebración del festival. Finalmente una decisión consensuada animó a la organización a llevarlo a cabo según la programación prevista.

Las semanas anteriores transcurrieron con una preparación frenética. Al día a día de clases, exámenes.... Prepara el material para el stand, ensambla dicho material, prepara el equipaje, la documentación...y deja todo organizado para que tus alumnos sigan el ritmo de la materia los dos días que te vas a ausentar... Todo el esfuerzo previo mereció la pena.

El 24 de marzo fuimos llegando los 450 profesores de los 30 países participantes para presentar las mejores prácticas educativas de profesores para profesores. Todos estábamos tan emocionados... ¡Después de años de reuniones telemáticas, fue un alivio encontrarnos finalmente con colegas de ideas afines para intercambiar propuestas de enseñanza innovadoras!

Después de tres años de organización, la mayor feria europea de educación STEM estaba

preparada. La ceremonia de apertura estuvo a cargo de Michael Londesborough, un científico británico que trabaja en el Instituto de Química Inorgánica de la Academia Checa de Ciencias. Con experimentos asombrosos y ruidosos, dio la bienvenida a los profesores al festival. Y desde ese momento, todos lo tuvimos claro: ¡Este sería un festival increíble!

Durante los siguientes cuatro días, descubrimos nuevas ideas, participamos en diferentes “workshops”, asistimos a “performances”, a “highlight sessions” en el escenario, compartimos anécdotas divertidas y planificamos nuevos proyectos juntos, los llamados “Joint Projects” en los que acuerdas desarrollar un proyecto STEM junto a un profesor de otro país.

¡El festival estuvo lleno de mucha Ciencia, intensas conversaciones, visitas turísticas y culturales, risas e incluso bailes!

Los proyectos de los profesores integrantes de la Delegación Española tuvieron una extraordinaria acogida dado su elevado nivel didáctico e innovador.

Hagamos un recorrido por los stands de la Delegación Española:

En la categoría “Science for the youngest” participaron:

- “Astrobiology: a new tool to engage primary school students into science” de Juan Antonio Prieto y Pilar Orozco del Colegio Huerta de la Cruz de Algeciras, Cádiz:

La astrobiología es una ciencia multidisciplinar en donde los conocimientos adquiridos en cada una de las ciencias individuales forman un todo superior.

Este trabajo abarca dos años, y se ha llevado a cabo con alumnos de 3º y 4º de Educación Primaria. La primera parte del trabajo estuvo dedicada a familiarizar al alumnado con la astronomía, teniendo como guión el libro de Galileo Galilei “*Sidereus Nuncius*”. En la segunda parte, y partiendo del currículum de Ciencias de Primaria, estudiaron el concepto de “zona de habitabilidad” del sistema solar. Las conclusiones del alumnado han quedado recogidas en un trabajo que serviría como guía a los astronautas

que vayan a Marte, los futuros “Aronautas”, como diario de a bordo.



Stand “Astrobiology: a new tool to engage primary school students into science” de los profesores Juan Antonio Prieto y Pilar Orozco.

- “I see it and I don’t believe it” de Palma García de la Asociación de profesores Amigos de la Ciencia, Diverciencia de Algeciras, Cádiz.

Este proyecto trata sobre efectos ópticos trabajados en Educación Infantil y Primaria con el añadido de DIY (Do It by Yourself). Consiste en una colección de actividades como hologramas en 3D, refracción total, ondas, efectos ópticos con espejos, ilusiones ópticas de Kokishi Sugihara,... Es una forma de acercar la Ciencia a edades tempranas pasando de la observación y el asombro al conocimiento científico. El alumnado llega a la conclusión de que podemos engañar a nuestro cerebro.

- “Our body, the best place to live” de Barbara de Aymerich de la Escuela de Ciencia Espicientíficos de Espinosa de Los Monteros, Burgos.

Un proyecto en el que el alumnado de Educación Infantil y Primaria trabaja con Realidad Aumentada y Realidad Virtual para indagar en el estudio del cuerpo humano: conociendo su fisonomía y fisiología. Se hace uso de la modelización como recurso útil y versátil para acercar al alumnado a la visualización de los aparatos y sistemas del organismo humano, sembrando la base de la investigación médica. Todo ello mejora los hábitos de salud haciendo conscientes a los

niños de la importancia de su implicación para lograrlos.



Stand “I see it and I don’t believe it” de la profesora Palma García.



Stand “Our body, the best place to live” de la profesora Bárbara de Aymerich.

- “Watchers of the air: strawberries with superpowers” de Nerea Martínez de la Escuela de Ciencia Espicientíficos de Espinosa de Los Monteros, Burgos.

Es un proyecto de Ciencia Ciudadana, que ayuda a científicos reales en su trabajo mediante la recolección de datos y puesta en marcha de actividades divulgativas. En este trabajo la Química y la Sostenibilidad se dan la mano en Educación Infantil y Primaria. Se introduce al alumnado de edades tempranas en el manejo de conceptos y habilidades propias de un laboratorio de química, utilizando protocolos sencillos, normas de seguridad y metodología

de indagación. Se estudia la composición en antioxidantes naturales, como el ácido ascórbico, de algunos alimentos mediante reacciones redox inocuas y vistosas. Se fomenta la alimentación saludable y el consumo de frutas y verduras ricas en antioxidantes naturales. Se demuestra el potencial de las plantas de fresa como captadoras de metales pesados y su posible relación con la cantidad de Vitamina C presente en ellas.



Stand "Watchers of the air: strawberries with superpowers" de la profesora Nerea Martínez.

En la categoría de "Sustainable Development Goals in Education" participó:

- "Being Biomaker" de Jose Manuel Viñas del IES David Buján de Cambre, A Coruña.

El objetivo principal de Being Biomaker es promover la enseñanza de la biotecnología en la educación secundaria mediante la creación de instrumentos de laboratorio. Para ello han desarrollado instrumentos de software y hardware gratuitos y de libre uso para todos los interesados. Estas son las claves principales por las que este proyecto está teniendo un gran éxito en Europa y África. Para conocer más detalles de este interesante proyecto podemos visitar su página web:

<https://beingbiomaker.com/about-the-project-bemakeratschool/>



Stand Being Biomaker del profesor José Viñas.

En la categoría de "Diversity in Education" participaron los proyectos:

- "Smart door" de Francisco Rivera del IES Kursaal de Algeciras, Cádiz.

Este trabajo surge de la idea de realizar un proyecto científico que involucrase a varias asignaturas para que los alumnos aprendieran diversos conceptos mediante la búsqueda de una solución a un problema planteado, que debía cumplir los siguientes objetivos: 1) Estar basado en la robótica y la programación. 2) Mejorar el planeta. 3) Fomentar los ODS.

Para ello, se decide realizar un prototipo de "casa verde" e inteligente para la estancia del hombre en el Ártico, implicando diferentes asignaturas, como Historia, Música, Ciencias y Tecnología. Para conocer más detalles de este interesante proyecto podemos visitar su página web: <https://smartdoor-kursaal.webnode.es/>



Stand "Smart door" del Prof. Francisco Rivera.

- "STEM with sphero" de Ivan Nadal del IES Carles Vallbona de Granollers, Barcelona.

Se recogen una serie de propuestas educativas asociadas a la robótica y diferentes áreas STEM mediante el uso de robots Sphero. Estos actúan como herramientas de aprendizaje en un entorno más atractivo para los estudiantes. Tienen sensores que le permiten rastrear variables cinemáticas. Sphero Bolt también flota en el agua, por lo que puede trabajar en el campo de la dinámica de fluidos. Se puede programar en diferentes niveles de complejidad, desde dibujar hasta usar Javascript. Estos son algunos ejemplos de su aplicabilidad, resaltar que el entorno de trabajo, Sphero Edu, es muy intuitivo. Todo ello con la posibilidad de enviar mensajes escritos o sonidos, permitiendo un aprendizaje más inclusivo.



Stand "STEM with sphero" de Ivan Nadal

En la categoría "STEM with Arts" participó el proyecto:

- 3, 2, 1...LAUNCH TO STEAM de Francisco Rivera del IES Kursaal de Algeciras, Cádiz.

Es un proyecto STEAM de centro, en el que está involucrado el alumnado de todas las edades y niveles, desde 1º de la ESO a 1º Bachillerato, donde los alumnos mayores actúan como mentores. Tiene como hilo conductor el Universo y la carrera espacial, todo ello abordado desde distintas asignaturas (Francés, Inglés, Música, Matemáticas, Informática, Plástica, Física, Química y Tecnología). Fomentando la competencia digital del alumnado de una forma divertida y motivadora.



Stand 3, 2, 1... Launch Kursaal del Prof. Francisco Rivera.

En la categoría de "Collaboration in STEM education" participó el proyecto:

- "New STEAM activities with «the inventors» in the classroom" de Jose Luis Olmo del IES Azuer de Manzanares, Ciudad Real.

Este trabajo surge de la participación en el proyecto europeo "IMPACT EdTech" evaluando la PYME portuguesa "The inventors", dedicada al desarrollo de "kits educativos" que inspiran a los alumnos en actividades STEAM, mediante experiencias prácticas en donde los estudiantes son inventores. Los kits están diseñados para desarrollar la motivación, la colaboración, la curiosidad y la resiliencia. El objetivo principal es dar a conocer este excelente material didáctico para su utilización en el aula, así como indicar los diferentes enfoques en los que se puede emplear dichos kits dentro de las actividades STEAM, que permiten al docente desarrollar la mayoría de las competencias básicas del currículo. Los resultados han sido muy satisfactorios con un 90% de valoraciones positivas.



Stand "New STEAM activities with «the inventors» in the classroom" del Prof. José Luis Olmo.

En la categoría de "Joint Projects" participaron:

- “Limonene/Limonero” un proyecto desarrollado durante dos años por el profesor español Javier Julián del IES Joanot Martorell de Valencia y la profesora italiana Francesca Butturini del Educandato Statale Agli Angeli de Verona.

El proyecto consiste en el estudio de la molécula del limoneno para que los alumnos aprendan y mejoren sus conocimientos sobre química y biología, además de aprender a trabajar en equipo con compañeros de otro país. Comenzaron buscando información básica de la molécula del limoneno, a continuación información específica en artículos científicos seleccionados y finalmente realizaron una serie de experimentos, que consistieron en extraer limoneno de forma casera, comprobar sus propiedades ópticas con un polarizador casero, comprobar su efecto en el crecimiento de bacterias, averiguar si tiene algún efecto sobre la germinación de las lentejas, observar cómo actúa sobre otros líquidos polares y apolares y experimentar su efecto con el látex.

- “From small to large scale: Micrometeorites” un proyecto desarrollado durante dos años por la profesora española Carolina Clavijo del IES Ítaca de Tomares, Sevilla y el profesor canadiense Paul Stinson del Sun West Distance Learning Centre, en Craik.



Stand del trabajo “Limonene/Limonero” de los profesores Javier Julián y Francesca Butturini.

El proyecto comienza con el estudio de los micrometeoritos y las características de su formación, claves para su posterior identificación. Se funden y adoptan una forma esférica

en su recorrido, y debido al rápido cambio de temperatura, solidifican rápido, apareciendo unas estrías en las pequeñas esférulas que constituye un micrometeorito. En su gran mayoría, estos micrometeoritos, están formados por hierro y níquel, por lo que se pueden detectar gracias a un simple imán. En los tejados de los edificios, dónde suele haber poca actividad humana, es fácil encontrar micrometeoritos. Para distinguirlos de los restos de la actividad humana, y determinar que provienen del polvo estelar, se llevó a cabo un estudio microscópico, y un análisis de las imágenes. Gracias a este método experimental, se detectaron micrometeoritos en España y Canadá, y se compararon las muestras obtenidas.

En la segunda parte del estudio, se analizan las distancias en el Sistema Solar, con una herramienta online que permite comparar las distancias y las órbitas del sistema solar, con mapas más familiares para el alumnado, tales como los de su propia localidad. A raíz de este estudio, se analiza la misión Mars Perseverance a Marte, y cómo se puede llegar a otro planeta. Para conocer más detalles de este interesante proyecto podemos visitar su página web:

<https://sites.google.com/iesitaca.org/fisica-yquimicacarolinaclavijo/micrometeorites>



Stand “From small to large scale: Micrometeorites” de la profesora Carolina Clavijo.

Por último la profesora Nuria Muñoz del Colegio La Inmaculada de Algeciras, Cádiz, participó en esta edición en calidad de embajadora de Science on Stage para ayudar en labores organizativas del festival.



La profesora Nuria Muñoz difundiendo materiales para el aula que publica Science on Stage.

Y el profesor Luis Carlos Pardo (segundo a la izquierda, fila posterior) de la Universidad Politécnica de Barcelona acudió como delegado por España de la organización para asistir a los miembros de la nuestra delegación.



Delegación española en Sons Praga.

Y comenzó a acercarse el final del festival y llegó la ceremonia de entrega de premios. Todos los participantes somos conscientes de que el nivel de este certamen es muy elevado y el mejor premio que podemos conseguir es estar presentes disfrutando y aprendiendo de los mejores profesores de Europa.

En esta edición España triunfó, y subió hasta en tres ocasiones al escenario:

- “From small to large scale: Micrometeorites” un proyecto desarrollado durante dos años por la profesora española Carolina Clavijo del IES Ítaca de Tomares, Sevilla y el profesor canadiense Paul Stinson del Sun West Distance Learning Centre, en Craik.

Los profesores Pilar Orozco y Juan Antonio Prieto consiguieron el Primer Premio en la categoría de «Science for the youngest» con el proyecto «Astrobiology: a new tool to engage primary school students into science» del Colegio Huerta de la Cruz de Algeciras (Cádiz).

- “From small to large scale: Micrometeorites” un proyecto desarrollado durante dos años por la profesora española Carolina Clavijo del IES Ítaca de Tomares, Sevilla y el profesor canadiense Paul Stinson del Sun West Distance Learning Centre, en Craik.

En la categoría de “Joint Project” se llevó el Primer Premio el proyecto “Limonene/Limonero” realizado por el profesor Javier Julian Fernández del IES Joanot Martorell de Valencia junto a la profesora Italiana Francesca Butturini del Educandato Statale Agli Angeli de Verona (Italia).

- “From small to large scale: Micrometeorites” un proyecto desarrollado durante dos años por la profesora española Carolina Clavijo del IES Ítaca de Tomares, Sevilla y el profesor canadiense Paul Stinson del Sun West Distance Learning Centre, en Craik.

Como Mención Especial (“Highly Comended Project”) al trabajo “Space Exploration from Small Scale to Large Scale” realizado conjuntamente con Canadá presentado por la profesora Carolina Clavijo del IES Ítaca de Tomares (Sevilla).

¡¡¡La Delegación Española celebró con júbilo los merecidos galardones otorgados a los compañeros!!!



Momento de la entrega de premios.

El tiempo pasó volando. Demasiado pronto llegó el momento de irnos. Pero aunque haya terminado Science on Stage Praga 2022, las experiencias vividas y los recuerdos de este tan ansiado festival permanecerán en el tiempo.

Nuestras felicitaciones y agradecimiento a los organizadores del festival SonS, Praga.

¡Hasta la próxima edición, que tendrá lugar en Torku, Finlandia en 2024!



Momento en el que es anunciada la próxima seda de SonS.

Desde estas líneas les animo a participar. Recuerden: los participantes serán seleccionados a través de eventos nacionales competitivos en los países miembros, en el caso de España este evento es CIENCIA EN ACCIÓN.



Nuria Muñoz Molina

Profesora de Física y Química,
Colegio La Inmaculada de Algeciras.
Vicepresidenta de Diverciencia.
Embajadora de Science on Stage.

◆ Diverciencia

El mes de mayo tuvo lugar la ya tradicional celebración de *Diverciencia*, en este caso en su XVI edición. Son unas jornadas de “Ciencia en la calle” en Algeciras, a las que se refieren varios artículos de este número de Boletín y que se explicaron en anteriores números. Reproducimos aquí su cartel de este año, lleno de colorido y alegría.



◆ ¿Cómo sería el mundo sin el trabajo de las científicas?

El pasado mes de febrero, con motivo de la celebración del día de la mujer y la niña en la ciencia, se inauguró en la Universidad de Alcalá la exposición ¿Cómo sería en mundo sin el trabajo de las científicas? En ella se exhibieron los trabajos finalistas dedicados a mujeres científicas de la II Edición del Concurso de Fanzines al respecto, organizado por la Universidad de Alcalá en otoño de 2021 con el apoyo de nuestro Grupo Especializado.

El objetivo del concurso era concienciar a los alumnos de ESO y Bachillerato de la importante contribución que hace la ciencia a la sociedad y de promover la cultura científica en este grupo de edad de una forma distinta y creativa.

Letitia Geer. Inventora de la jeringa. “Poner vacunas sería mucho más difícil”.

Marie Curie. Descubridora del radio y el polonio. “No existiría lo que conocemos como medicina nuclear. No se podrían diagnosticar ni tratar muchas enfermedades”.

Patricia Bath. Inventora de la sonda Laserphaco para el tratamiento de cataratas. “Muchas personas con problemas en la vista no se recuperarían”.

Gabriela Morrealle. Investigadora en el campo de la endocrinología, estudió el papel del yodo y las hormonas tiroideas en el desarrollo cerebral. “Gracias a ella se pudo prevenir la deficiencia mental por hipotiroidismo congénito no tratado”.

Dorothy Crowfoot Kodgking. Desarrolló la cristalografía de proteínas y describió la estructura tridimensional de numerosas biomoléculas como la penicilina o la vitamina B12. “Gracias a ella se salvaron muchas vidas a tiempo”.

Stephanie Kowlek. Inventora del kevlar, fibra sintética hasta cinco veces más resistente que el acero. “Policías, bomberos, desactivadores de explosivos y más correrían muchos más riesgos”.

Elena García Armada. Trabaja en la investigación y creación de exoesqueletos pediátricos. “El exoesqueleto mejora las facultades físicas,

contribuye a la rehabilitación y aumenta la movilidad de niños y niñas que padecen enfermedades neuromusculares degenerativas”.

María Teresa Toral. Investigó sobre la determinación de los pesos atómicos de los elementos químicos. “Para cualquier reacción química se necesita saber la cantidad exacta de componentes que deben mezclarse”.

Ana María Alonso Zarza. Geóloga y actual directora del Instituto Geológico y Minero de España. “Ha defendido que las mujeres tengan un papel más destacado en la ciencia y que se les reconozcan todas sus aportaciones”.

Hedy Lamarr. Patentó la primera versión del espectro ensanchado, que más tarde permitiría las comunicaciones inalámbricas a larga distancia. “Desde hablar con un amigo o un familiar, consultar tu agenda, a qué hora pasa el autobús, pedir un Uber hasta otras miles de actividades cotidianas, usamos la WiFi o los datos móviles, que funcionan gracias al invento de una mujer que sentó las bases de las telecomunicaciones modernas”.

María Telkes. Pionera en la aplicación de la energía solar para la destilación del agua y la calefacción del hogar. “Sin ella no tendríamos alternativa al uso de combustibles fósiles, no ahorraríamos tanto y se emitirían más gases de efecto invernadero”.

Tiera Guinn. Ingeniera aeroespacial que trabaja en la sección de motores del Sistema de Lanzamiento Espacial de la NASA. “Si llegáramos a tener una sobrepoblación en la Tierra podríamos enviar a más personas a Marte y allí poder hacer vida”.

Katalin Karikó. Bioquímica especializada en terapias basadas en ARN mensajero para promover la síntesis de proteínas terapéuticas. “Ha aportado grandes avances en el desarrollo de vacunas contra el COVID”.

Nettie Stevens. Descubrió las bases cromosómicas que determinan el sexo y contribuyó a los campos de la embriología y la citogenética. “Gracias a ella sabemos por qué un bebé nace hombre o mujer”.

Vera Rubin. Obtuvo la mayor evidencia de la existencia de la materia oscura. “Contribuyó al entendimiento del universo y su futuro”.

Esta es la lista de protagonistas de los fanzines que se expusieron el zaguán del CRAI de la Universidad de Alcalá del 11 al 28 de febrero, junto con sus contribuciones a la sociedad y las reflexiones de los estudiantes. Aunque la presencia de Marie Curie no podía faltar, es muy positivo encontrar a un buen número de científicas quizá menos conocidas, lo que representa el interés y dedicación tanto de los profesores y profesoras como de alumnos y alumnas participantes. Más positivo aún es encontrar en esta lista a tres científicas españolas.



Cartel de la exposición.

A continuación, se recogen algunas fotos de la exposición. En la última, Ana María Alonso Zarza recibiendo a los alumnos en el IGME



Desde la organización del concurso se hizo llegar el fanzine correspondiente a las dos científicas españolas contemporáneas y a Katalín Karikó. Pudimos intercambiar algunos mensajes a través de LinkedIn con la bioquímica húngara, a la que le hizo mucha ilusión ver el fanzine. Por otro lado, Ana María Alonso Zarza quiso mostrar su agradecimiento recibiendo a los alumnos que hicieron el fanzine sobre ella en el IGME, donde pudieron disfrutar de una visita guiada.

Ángela Martín-Serrano Ortiz

Investigadora Postdoctoral en la Universidad Grenoble-Alpes



◆ **Teoría de Campos Rotacionales. La Teoría de Interacciones Dinámicas, Campos Rotacionales y el movimiento de Chandler.**

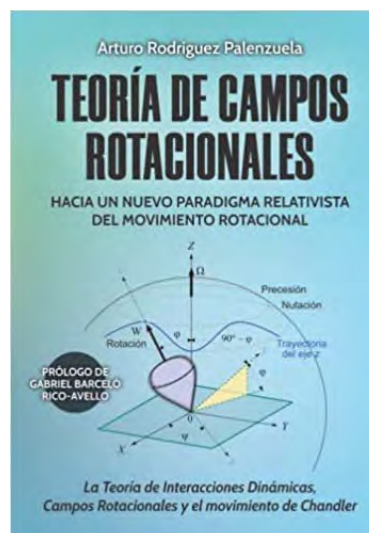
Obra de Arturo Rodríguez Palenzuela, con prólogo de Gabriel Barceló Rico-Avello. Está editado por Amazon (febrero 2022), con 207 páginas, e ISBN-13: 979-8415775972, está accesible en: <https://amzn.to/38vLkG9>

Este libro de Arturo Rodríguez Palenzuela, es el resultado de una investigación científica privada, desarrollada por el equipo de Advanced Dynamics, por más de 40 años, buscando relaciones nomológicas de sistemas no inerciales. Como resultado, se han encontrado leyes de comportamiento dinámico en entornos donde las leyes de la Mecánica Clásica no son aplicables, y se ha propuesto una nueva teoría dinámica para cuerpos con rotación intrínseca.

El objetivo de estas investigaciones era conocer las leyes dinámicas de los cuerpos en rotación en el espacio, analizando su comportamiento, para entender mejor por qué vivimos en un planeta con noches y días, con puestas de sol y amaneceres.... A través de repetidas pruebas experimentales, Arturo Rodríguez Palenzuela y Advanced Dynamics, ha confirmado con certeza su teoría dinámica y cómo concebir el verdadero desarrollo del conocimiento científico, en esta área de la naturaleza.

El autor, nos informa en este libro de que recientemente, ha sido confirmado un movimiento que se produce con cierta regularidad en los polos del planeta Marte, no apreciado en el pasado... Este movimiento ha sido estimado equivalente al llamado bamboleo de Chandler, que le ocurre a nuestro planeta Tierra, según fue observado por Seth Carlo Chandler en 1891. Este científico observó que se genera constantemente una pequeña variación en la posición del eje de rotación de la Tierra.

Los analistas han llegado a la conclusión de que ése movimiento no podría explicarse mediante la Mecánica Clásica, ni la Relativista, desafiando la validez de las ecuaciones de Euler como paradigma clásico de la Dinámica del sólido rígido con rotación.



Precisamente, Arturo Rodríguez, redactor de este libro, ha realizado un estudio detallado de este fenómeno mediante una simulación informática, llegando a la conclusión de que este movimiento podría explicarse más fácilmente a partir de la Teoría de Interacciones Dinámicas (TID), postulada por Gabriel Barceló Rico-Avello, en numerosos libros y textos.

Rodríguez Palenzuela propone en este libro una explicación del referido movimiento de los polos de la Tierra y también de los de Marte, basándose en la referida Teoría de Interacciones Dinámicas (TID), añadiendo sus propias aportaciones, pues ha desarrollado una Teoría de Campos Rotacionales (TCR), incorporando también un régimen transitorio para la TID. Además sugiere que este bamboleo no es exclusivo de la Tierra o de Marte, deduciendo que podría generalizarse a todos los cuerpos celestes que rotan y orbitan...

Esta propuesta de Arturo es muy sugestiva, y coherente con la mecánica rotacional que resulta de la TID.

Aprovechando esta novedad científica, y tras un profundo análisis matemático del problema dinámico planteado, el autor complementa su texto con una serie de formulaciones matemáticas innovadoras, para justificar el comportamiento de los cuerpos en dinámica rotacional, analizados conforme a los criterios de la TID. Propone en su exposición una teoría que entendemos, coherente con la realidad que

puede ser observada en la naturaleza, lo que nos permite poder entenderla.

En los años 2017 y 2018, Gabriel Barceló, publicó también en Amazon, dos tomos, ambos en inglés y en español, explicando y justificando la TID, y titulados: NEW PARADIGM IN PHYSICS, y en lo que proponía que este nuevo modelo dinámico podía aplicarse a la mecánica de los anillos de Saturno, a los sistemas planetarios y, en general, a la mecánica celeste.

Otros investigadores realizaron otras pruebas, con resultados igualmente positivos. Basado en su nueva ecuación del movimiento para sistemas acelerados, el autor diseñó un software de simulación físico-matemática. El objetivo de este nuevo libro, es informar sobre los sorprendentes resultados obtenidos en esta investigación científica, y atraer el interés en la exploración de esta nueva área del conocimiento sobre la dinámica de rotación y de sus múltiples y notables posibles aplicaciones científicas y tecnológicas. Con ocasión de la publicación en AMAZON del nuevo libro del Doctor Barceló: NEW PARADIGM IN PHYSICS. THEORY OF DYNAMIC INTERACTIONS, la prestigiosa revista científica americana World Journal of Mechanics, publicó un número especial sobre Rotational Dynamics: Theory of Dynamic Interactions, en marzo de 2017. El Dr. Barceló fue el primer científico que ha pretendido imaginar la trayectoria de un cuerpo en rotación en el espacio, cuando es obligado a realizar una nueva rotación sobre otro eje, obteniendo como resultado la trayectoria orbital que observamos en los cuerpos celestes, y el autor de este texto, Arturo Rodríguez Palenzuela, el primer científico en trasladar a formulaciones matemáticas esa interpretación. Este nuevo paradigma sugiere nuevas claves para comprender el cosmos y plantea el equilibrio y la simetría de la Mecánica Celeste, como resultado lógico y racional de sus nuevas hipótesis dinámicas, pero también nos permite imaginar la poesía de nuestro universo, al comparar el movimiento de los cuerpos celestes con el vuelo del bumerán. El índice de la obra es:

PRÓLOGO.

CAPITULO I TEORÍA DE CAMPOS ROTACIONALES.

Introducción.

Dinámica del sólido rígido en la Mecánica Clásica.

El problema de la acción a distancia.

Análisis de las ecuaciones de Euler para la rotación.

Alternativas a las ecuaciones de Euler para la rotación en investigación.

Unificación de la Mecánica del Cuerpo Fluido y Rígido como un sistema continuo de partículas de fluido.

Movimiento de rotación del cuerpo rígido como teoría de campo tipo Maxwell.

Movimiento rotacional intrínseco.

Ecuaciones de campo del movimiento rotacional intrínseco.

Análisis del movimiento rotacional intrínseco.

Potenciales escalares y vectoriales para el movimiento de rotación intrínseco.

Ecuaciones de onda para movimiento de rotación intrínseco.

Intervalo, tensor métrico y transformación relativista para movimiento rotacional intrínseco.

La función de Lagrange para el movimiento de rotación intrínseco.

Conclusiones sobre el movimiento rotacional intrínseco.

Movimiento de precesión.

Ecuaciones de campo para el movimiento de precesión.

Análisis del movimiento de precesión.

Equilibrio dinámico.

Potencial escalar y potencial vectorial para el movimiento de precesión.

Ecuaciones de onda para el movimiento de precesión.

Intervalo, tensor métrico y transformación relativista para el movimiento de precesión.

Función Lagrangiana para el movimiento de precesión.

Conclusiones sobre el movimiento de precesión

Movimiento en el interior de la partícula de fluido.

Análisis del movimiento en el interior de una partícula de fluido arbitraria.

Ecuación constitutiva del efecto Barceló.

Ecuación constitutiva del efecto Magnus.
Ecuación constitutiva de continuidad de la acción interna.

Ecuaciones constitutivas de los viriales angulares.

Consecuencias de las ecuaciones constitutivas.
Potencial escalar y vectorial para el movimiento dentro de la partícula de fluido.

Función métrica y transformación relativista para el movimiento en el interior en la partícula de fluido.

Lagrangiana para el movimiento en el interior de la partícula de fluido.

Conclusiones sobre las ecuaciones constitutivas de la partícula de fluido.

CAPITULO II. LA TEORÍA DE INTERACCIONES DINÁMICAS.

Planteamiento del problema.

Desarrollo inicial de la Teoría para el régimen estacionario.

La visión premonitoria de Feynman.

CAPITULO III. EL MOVIMIENTO DE CHANDLER.

La naturaleza del bamboleo o movimiento de Chandler.

Simulación informática.

Conclusiones sobre el movimiento del Chandler.

CAPITULO IV. CONCLUSIONES FINALES.

Estructura jerárquica para una Teoría del Todo basada en el concepto de emergencia.

Futuros desarrollos.

ANEXOS.

REFERENCIAS.

BIBLIOGRAFÍA.

AGRADECIMIENTOS.

Tras revisar la literatura científica de los últimos dos siglos, no encontramos un análisis o estudio similar al realizado por Arturo Rodríguez Palenzuela, sobre sistemas sólidos rígidos y cuerpos sujetos a acciones dinámicas externas que generen aceleraciones simultáneas que no coincidan en el espacio. Por lo tanto, se puede proponer que este trabajo de investigación, que ahora se publica, es totalmente original, plenamente coherente con la teoría propuesta por *Advanced Dynamics*, y con las conclusiones que sugiere el Dr. Barceló en su Teoría de

Interacciones Dinámicas. Las hipótesis de partida, así como la formulación matemática inferida deducida, han sido confirmadas por una larga serie de pruebas experimentales.

Gabriel Parceló Rico-Avello

◆ Drogas, fármacos y venenos

David Sucunza, Ed. Guadalmazán, Córdoba, 300 páginas.

¿Somos conscientes del número de productos naturales que utilizamos a diario y que nos hacen la vida más fácil? El profesor titular de la Universidad de Alcalá David Sucunza relata de una forma muy bien documentada distintos aspectos de la importancia que algunos de estos productos naturales tienen o han tenido, así como de la evolución y consecuencias de su uso o su forma de obtención a lo largo de la historia. La estructura del libro en capítulos dedicados a un producto natural o a un grupo de ellos hace muy amena su lectura. Además, se trata de un libro accesible a todo tipo de lectores y que invita a la reflexión.



Ángela Martín-Serrano Ortiz

Investigadora Postdoctoral en la Universidad Grenoble-Alpes



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 contribuciones: gedh@rseq.org

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 -

