

BOLETÍN DE DIVULGACIÓN

Facultad de Ciencias Químicas. UCM



Febrero, un mes lleno de actividades

Belén Yélamos López
Vicedecana de Ordenación Académica, Biblioteca y
Divulgación

Este mes está lleno de actividades: Jornadas de Orientación Profesional, celebración del Día Internacional de la Niña y la Mujer en la Ciencia,...Te hablamos de todas ellas en este nuevo número del Boletín.

También nos hacemos eco de tres nuevas investigaciones de gran repercusión en las que han participado grupos de nuestra Facultad, entre otras, tal y como se recoge en el apartado de "Investigación".

Y para terminar, José A. Martínez Pons, del Grupo Especializado de la Didáctica y la Historia de la Física y Química (GEDH-RSEF-RSEQ) nos lleva de visita al Museo de Ferrocarril y nos enseña la química que hay en los trenes.

¡Qué disfrutéis de la lectura!

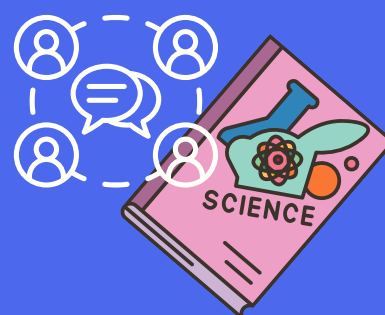
EN ESTE NÚMERO

NOTICIAS.....2

**ACTIVIDADES DE
DIVULGACIÓN.....11**

**LA INVESTIGACIÓN EN LA
FACULTAD18**

**DIVULGAR PARA
EDUCAR.....23**



¿Quieres divulgar con nosotros?
Envíanos tus ideas a
vdivulgacionquim@ucm.es

NOTICIAS DE DIVULGACIÓN



LA NUEVA QUÍMICA CONTRA EL ENVEJECIMIENTO

Belén Yélamos López

Dpto. Bioquímica y Biología Molecular

Dentro de nuestro cuerpo ocurre un fenómeno fascinante y a la vez peligroso: la **senescencia celular**. Cuando nuestras células se dañan o envejecen, a menudo entran en un estado de "latencia" en el que dejan de dividirse pero no llegan a morir. Aunque inicialmente este mecanismo nos protege del cáncer, con el tiempo estas células se acumulan, provocando inflamación crónica y dañando los tejidos sanos a su alrededor.

¿Cómo se pueden eliminar selectivamente estas células sin dañar a las células sanas? La respuesta ha llegado gracias a una colaboración científica internacional que ha descubierto un arma química inesperada en el veneno de una anémona.



Figura 1. *Stichodactyla helianthus* o Anémona sol. [Wikipedia](#).

Investigadores del [Grupo de Proteínas Tóxicas](#), dirigido por los profesores **Álvaro Martínez del Pozo** y **Sara García Linares**, de la Facultad de Ciencias Químicas de la UCM, del [Grupo de Venenómica Traslacional](#) en IMDEA Nutrición el Instituto IMDEA, encabezado por **Maria Ikonomopoulou**, y otras instituciones internacionales han identificado las propiedades de la **esticolisina I (StnI)**, una toxina producida por la anémona *Stichodactyla helianthus*. Esta proteína pertenece a una familia de toxinas capaces de formar poros o "agujeros" en las membranas celulares, actuando como un taladro microscópico.

Lo que hace especial a este hallazgo es que la toxina, y especialmente su versión mejorada mediante ingeniería química denominada **StnIG**, ataca con mucha más fuerza a las células senescentes que a las normales. En experimentos con modelos de cáncer de piel, pulmón e hígado, la StnIG demostró ser hasta 30 veces más selectiva por las células envejecidas que por las jóvenes. La clave de esta selectividad reside en la **química de la membrana celular**. Mientras que la membrana de una célula joven mantiene una organización perfecta de sus lípidos, cuando una célula envejece, esta organización cambia drásticamente; este fenómeno se conoce como remodelación del lipidoma.

NOTICIAS DE DIVULGACIÓN



Utilizando técnicas avanzadas de lipidómica y simulaciones por computadora, los químicos descubrieron que las células senescentes exponen en su superficie ciertos lípidos (como la fosfatidilserina y la fosfatidiletanolamina) que normalmente están escondidos en el interior. La toxina de la anémona posee una estructura química diseñada para reconocer específicamente estos lípidos expuestos. A través de enlaces de hidrógeno extremadamente estables, la toxina se fija a la membrana de la célula senescente. Una vez fijada, varias moléculas de la toxina se agrupan para formar un poro que rompe el aislamiento de la célula, permitiendo que el agua y los iones entren y salgan sin control.

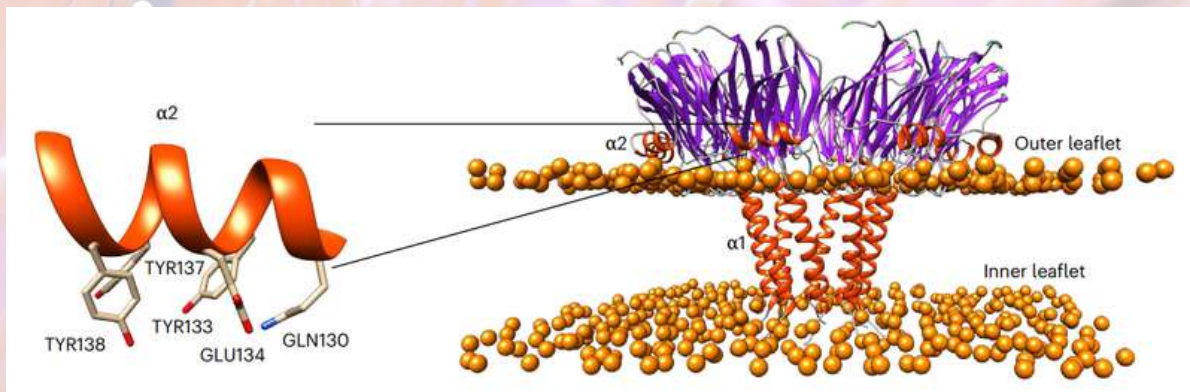


Figura 2. Derecha: sistema de poros octaméricos equilibrados que muestra las hélices transmembranales $\alpha 1$ y $\alpha 2$ orientadas hacia la membrana (rojo), el núcleo β -sándwich (morado) y la cabeza polar de los fosfolípidos de la membrana (esferas naranjas). Izquierda: hélice $\alpha 2$ (naranja) con residuos clave que interactúan con los lípidos. Modelo basado en la estructura cristalina FraC (PDB 4TSY) ([Nature Aging, 2026](#)).

Una vez que esta proteína ha hecho su trabajo, se desencadena una tormenta química interna. El poro permite una entrada masiva de sodio y calcio, mientras que el potasio escapa de la célula de forma imparable. Este caos iónico apaga las centrales energéticas de la célula, las mitocondrias, y activa los mecanismos de un "suicidio asistido" conocidos como apoptosis y piroptosis. Así, se aprovecha una diferencia sutil en la composición de los lípidos de la membrana para provocar un colapso eléctrico que solo mata a las células que queremos eliminar.

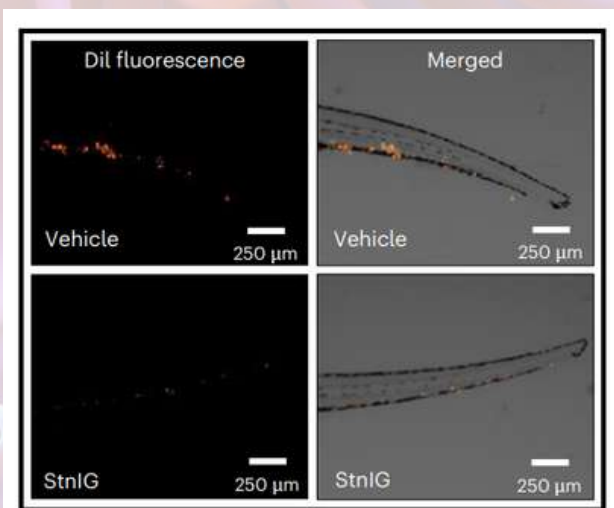


Figura 3. Imágenes representativas de las colas de embriones de pez cebra xenoinjertadas con células SKMel-147 senescentes inducidas por palbociclib, tratadas con vehículo o 10 nM de StnIG a los 6 días tras la inyección. Las imágenes muestran la fluorescencia Dil de las células SKMel-147 senescentes acumuladas (izquierda) y la imagen fusionada de campo claro.

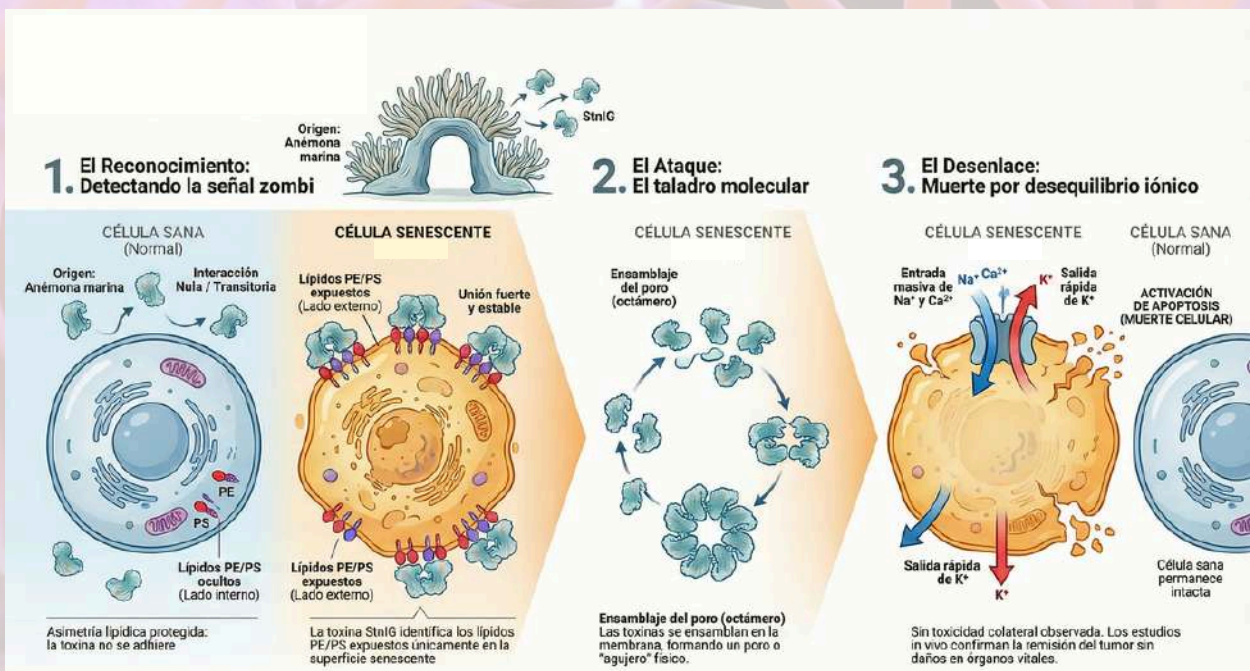
NOTICIAS DE DIVULGACIÓN



Este estudio introduce un nuevo concepto, las “**senotoxinas**”. Se trata de una nueva generación de fármacos inspirados en venenos naturales que no buscan una diana proteica convencional, sino que aprovechan las propiedades físicas y químicas globales de la membrana celular.

Las implicaciones para el futuro de la medicina y la química farmacéutica son inmensas:

1. **Potenciador de la quimioterapia:** uno de los grandes problemas del tratamiento contra el cáncer es que la propia quimioterapia a veces convierte a las células tumorales en células resistentes. Los experimentos en ratones demostraron que combinar quimioterapia con la senotoxina StnIG logra la remisión de tumores sólidos de forma mucho más eficaz.
2. **Biomarcadores de éxito:** el estudio reveló que, tras el tratamiento, los niveles de potasio en sangre aumentan debido a la muerte de las células senescentes. Esto podría permitir a los médicos saber si el tratamiento está funcionando mediante un simple análisis de sangre.
3. **Tratamiento del envejecimiento:** más allá del cáncer, estas toxinas podrían usarse para tratar enfermedades asociadas a la edad, como la fibrosis pulmonar o enfermedades renales, eliminando las células que causan la inflamación de los órganos.



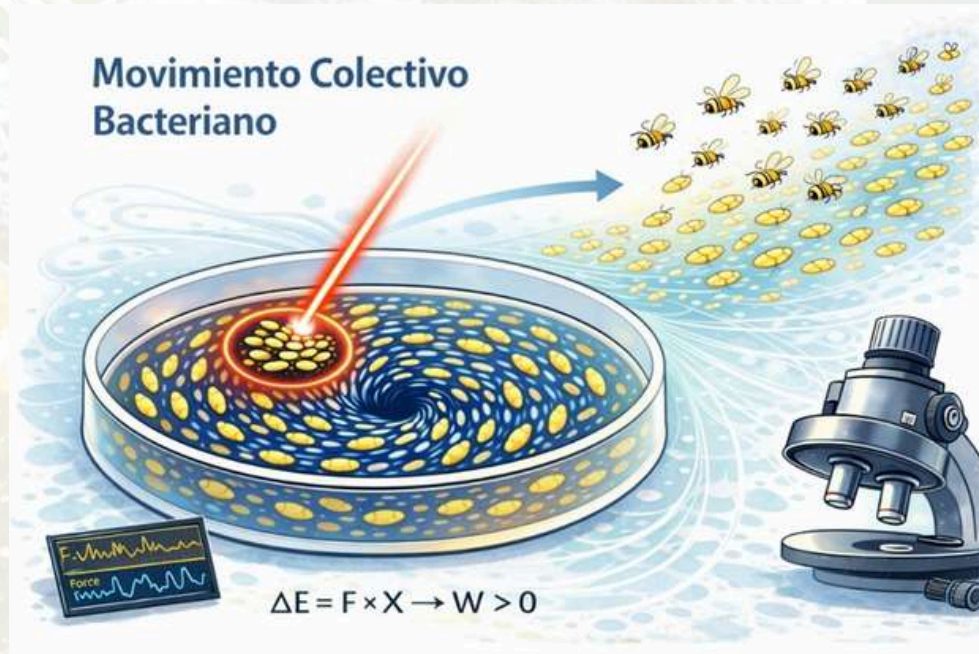
NOTICIAS DE DIVULGACIÓN



EN EL NANOMUNDO, EL TRABAJO EN EQUIPO AHORRA ENERGÍA

Belén Yélamos López

Dpto. Bioquímica y Biología Molecular



En el mundo de la microbiología, la **bacteria *Proteus mirabilis*** es un ejemplar sorprendente. Bautizada en honor al dios griego Proteo, capaz de cambiar de forma a voluntad, esta bacteria es conocida por su increíble habilidad para adaptarse a diferentes entornos. En medios líquidos, se presenta como un pequeño bacilo que nada en solitario, pero cuando encuentra una superficie o un entorno confinado, se alarga y se une a sus congéneres en un movimiento colectivo llamado "**swarming**" o enjambamiento. Pero ¿qué motiva este comportamiento? Un reciente estudio liderado por investigadores de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Complutense de Madrid, **BIOPHYS-Hub**, ha logrado "atrapar" este fenómeno utilizando **pinzas ópticas**, revelando que las bacterias han perfeccionado el arte de la cooperación para moverse de la manera lo más eficiente posible.

Para entender cómo se mueven estos microorganismos, los científicos utilizaron una tecnología con la que, mediante el uso de un haz de láser infrarrojo muy enfocado, es posible atrapar y manipular objetos microscópicos sin tocarlos. En este experimento, los investigadores utilizaron un método avanzado llamado **Método del Momento del Fotón** (PMM), que permite medir directamente las fuerzas mecánicas que ejercen las bacterias con una precisión del orden de los piconewtons (una billonésima parte de la fuerza necesaria para sostener un grano de sal).

NOTICIAS DE DIVULGACIÓN



Al confinar a un grupo de bacterias vivas en esta "trampa de luz", el equipo pudo observar en tiempo real cómo interactúan y qué cantidad de energía consumen para intentar escapar o moverse dentro del recinto.

Uno de los hallazgos más impactantes del estudio es la existencia de un "**umbral de cooperación**". Los investigadores observaron que cuando las bacterias están solas o en grupos muy pequeños, su movimiento es algo caótico y limitado por la fricción del fluido. Sin embargo, al alcanzar un número crítico de aproximadamente diez individuos, algo cambia radicalmente. En este punto, las bacterias dejan de luchar individualmente y comienzan a formar vórtices o remolinos coordinados. Lo más sorprendente es que, al cooperar, el enjambre disipa significativamente menos energía que si cada bacteria intentara moverse por su cuenta de forma desorganizada. Es como si, en lugar de una multitud empujándose en un pasillo estrecho, las bacterias hubieran aprendido a desplazarse reduciendo los roces y optimizando su energía.

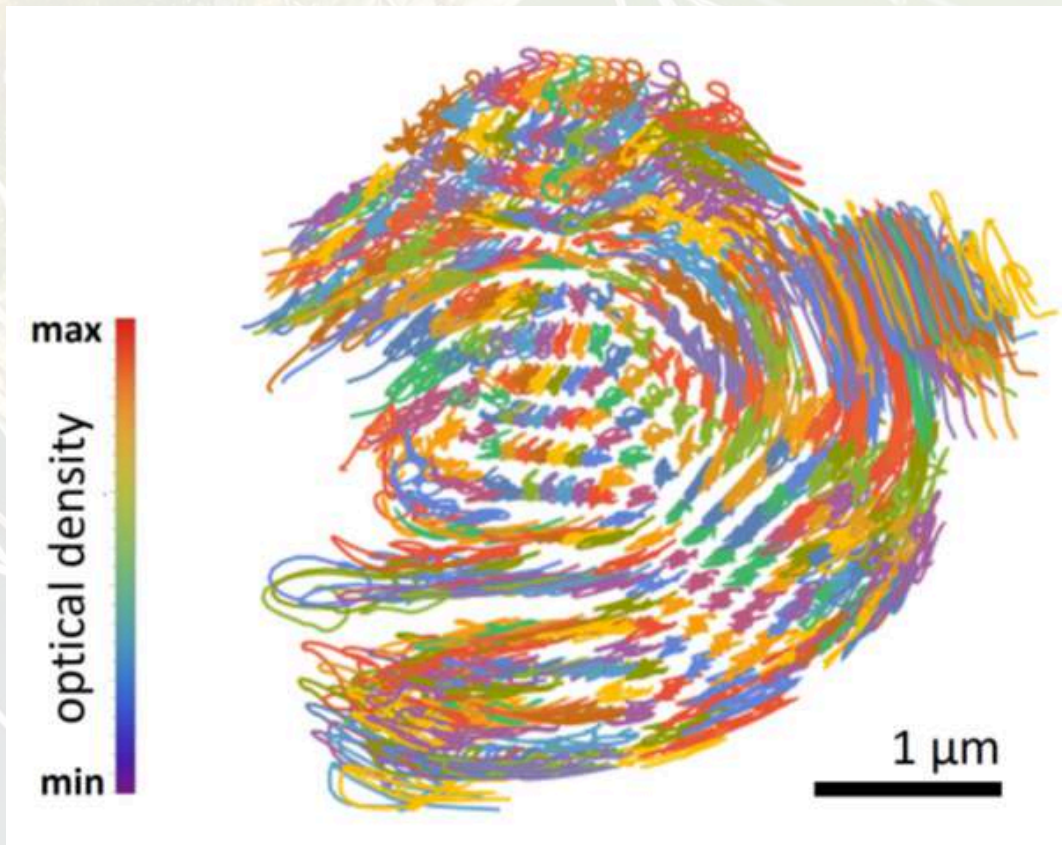


Figura 1. Movimiento en enjambre bacteriano detectado mediante el seguimiento múltiple de partículas (MPT) en una sola pinza óptica. Cada «partícula» detectable dentro del grupo bacteriano se rastrea individualmente para inferir el movimiento global del centro de masa. Las partículas confinadas en el núcleo exhiben un movimiento browniano con un comportamiento rotacional colectivo, mientras que las partículas periféricas, menos restringidas, recorren distancias más largas, siguiendo trayectorias propulsadas que se originan en un movimiento pivotante central. La escala de colores indica las masas de las partículas deducidas a partir de las densidades ópticas (mínimo relativo a la densidad del agua). ([PNAS, 2026](#))

NOTICIAS DE DIVULGACIÓN



Aunque el estudio utiliza bacterias, sus implicaciones para la química son profundas. Las bacterias son, en esencia, máquinas moleculares complejas impulsadas por gradientes químicos y el consumo de ATP. Este descubrimiento nos enseña cómo se puede convertir la energía química en trabajo mecánico de forma colectiva y eficiente a escalas donde la fricción del agua es más viscosa.

El descubrimiento de esta "*eficiencia cooperativa*" nos permite pensar en nuevos avances en nuevas terapias antibióticas, pues *Proteus mirabilis* es un patógeno oportunista causante de infecciones urinarias y de heridas. Entender cómo se coordinan sus enjambres para migrar y colonizar superficies podría permitir el diseño de fármacos que "rompan" su comunicación mecánica, impidiendo que la infección se propague; el diseño de nanomáquinas o enjambres sintéticos de microrrobots para transportar fármacos dentro del cuerpo humano; o crear nuevos materiales o activos que puedan cambiar sus propiedades mecánicas en respuesta a estímulos químicos.

Más información: [PNAS, 2026](#)

NOTICIAS DE DIVULGACIÓN



SARS-COV-2: CÓMO LA QUÍMICA DE SUPERFICIES REVELA LOS SECRETOS DE LA INFECCIÓN VIRAL

Belén Yélamos López

Dpto. Bioquímica y Biología Molecular

Desde su aparición a finales de 2019, el virus SARS-CoV-2 ha sido objeto de múltiples investigaciones. Sin embargo, uno de sus procesos más críticos sigue guardando misterios a nivel molecular: el momento exacto en que la membrana del virus se fusiona con la de nuestras células para que penetre en ellas su material genético. Esta "llave" de entrada es la **proteína Spike**, y dentro de ella, una región específica llamada dominio de fusión es la encargada de ejecutar esta maniobra mecánica.

Recientemente, un estudio internacional liderado por investigadores del Centro de Física de Materiales (CSIC-EHU) y del **Dpto. de Química Física** de la Facultad de Ciencias Químicas de la UCM ha logrado estudiar este proceso utilizando modelos de membrana que imitan la superficie de nuestras células. El descubrimiento revela que el virus utiliza un sofisticado sistema de **autoensamblaje cooperativo** que funciona como un muelle cargado de energía.

Para desentrañar este mecanismo, los científicos estudiaron tres fragmentos clave de la proteína *Spike*, denominados **péptidos de fusión** (FPs): **FP1**, **FP2** y **FP4**. Utilizando técnicas avanzadas como la **microscopía de fuerza atómica (AFM)** y la **reflectometría de neutrones**, observaron cómo estos péptidos se comportan al entrar en contacto con una capa de lípidos que simula la membrana humana.

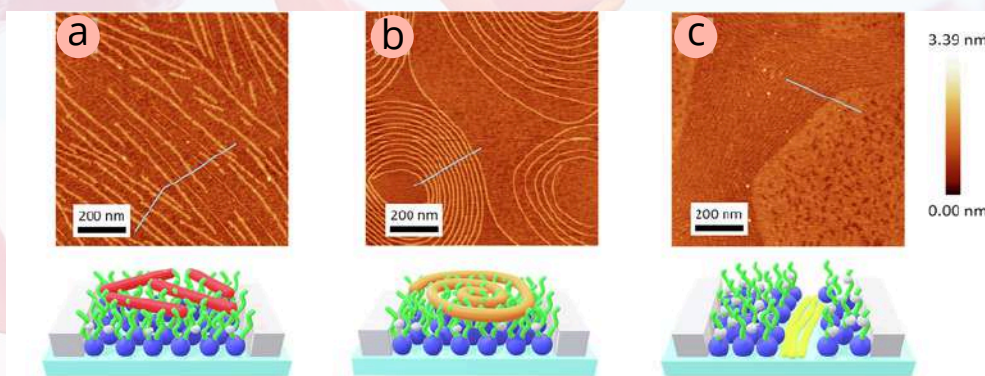


Figura 1. Micrográficas topográficas AFM y perfiles topográficos correspondientes de PM-FP1 (a), PM-FP2 (b) y PM-FP4 (c) a una presión superficial de 20 mN/m sobre un sustrato de mica. Para mayor claridad, también se presentan representaciones esquemáticas de las imágenes AFM correspondientes. [Nature, 2025](#)

NOTICIAS DE DIVULGACIÓN



El hallazgo principal de esta investigación es que estos péptidos no actúan de forma aislada, sino que se organizan en estructuras sorprendentes:

- El **péptido FP1** forma fibras rígidas y lineales que se insertan profundamente en la membrana, asegurando el primer contacto estable entre el virus y la célula.
- El **péptido FP2** se autoensambla formando nanofibras en forma de espiral. Estas espirales actúan como reservorios de energía elástica; al comprimirse, acumulan la tensión necesaria para doblar y desestabilizar la membrana de la célula huésped.
- El **péptido FP4** penetra en la membrana para crear y expandir los poros a través de los cuales pasará el ARN viral.

Lo más impresionante es que, al trabajar juntos (especialmente en el tándem FP1-FP2), estos péptidos logran que la cantidad de colesterol disminuya en la zona de contacto, haciendo que la membrana sea más fluida y fácil de penetrar.

Este trabajo es un hito importante para la química física y la ciencia de materiales por varias razones. En primer lugar, demuestra cómo la energía libre de unión se convierte en trabajo mecánico con una gran eficiencia, pues muestra cómo el autoensamblaje de péptidos permite superar barreras físicas como la viscosidad del agua mediante "fricción estructurada".

Además, el uso de la **espectroscopía infrarroja por láser directo (LDIR)** permitió a los investigadores observar los cambios en la estructura secundaria de los péptidos (hélices α y láminas β) mientras se aplicaba presión sobre la membrana. Esto reveló que el virus utiliza cambios en su forma molecular como "interruptores" químicos para responder a los estímulos mecánicos de la célula.

Los resultados de esta investigación permitirán avanzar en el **diseño de vacunas** que podrían ser efectivas no solo contra el SARS-CoV-2 y sus variantes, sino contra todos los coronavirus conocidos, al identificarse que estos péptidos de fusión son objetivos para anticuerpos de neutralización amplia. O crear nuevos nanomateriales conociendo el mecanismo de las espirales de FP2. Estos materiales podrían responder a la presión o la tensión mecánica cambiando su estructura, lo que sería ideal para sistemas de liberación de fármacos de precisión o sensores microscópicos. Por último, se podrían diseñar fármacos que bloqueen específicamente la formación de las espirales elásticas, impidiendo que el virus deposite su material genético en la célula, imposibilitando así la infección.

NOTICIAS DE DIVULGACIÓN

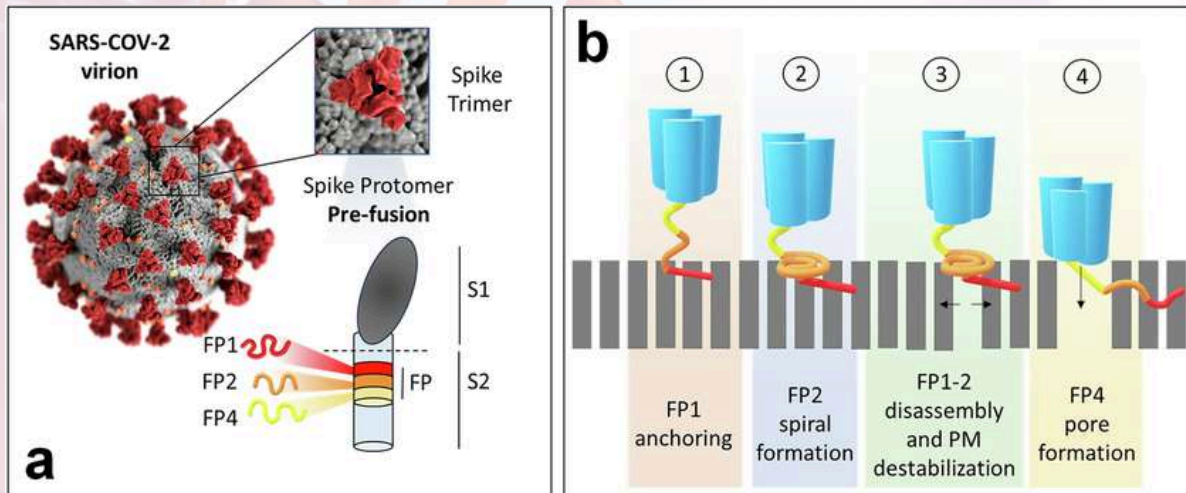


Figura 2. (a) Esquema del virus del SARS-CoV-2 y la proteína “Spike” en su conformación previa a la fusión, en el que se destaca la ubicación de los péptidos de fusión FP1 (rojo), FP2 (naranja) y FP4 (amarillo) dentro de la subunidad S2. Ilustración creada por los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) de EE. UU. y obtenida del repositorio público gratuito de medios de comunicación de los CDC. Este gráfico se proporciona únicamente con fines de visualización y no se deriva de datos experimentales. (b) Representación paso a paso de las funciones cooperativas durante la fusión de membranas. (1) FP1 se inserta en las colas lipídicas de los fosfolípidos de la membrana, anclando el complejo viral a la membrana del huésped. (2) FP2 forma fibrillas espirales que actúan como depósitos elásticos para acumular tensión mecánica. (3) Los pares contiguos FP1-2 se acoplan al anclaje con la generación de curvatura; el desmontaje en espiral libera la energía almacenada y desestabiliza la membrana plasmática. (4) FP4 penetra en la bicapa bajo compresión, alterando el empaquetamiento lipídico y promoviendo la expansión de los poros. [Nature, 2025](#)

Más información: [NATURE, 2025](#)

ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN



JORNADAS DE ORIENTACIÓN PROFESIONAL 2026 Facultades de Ciencias Físicas y Químicas

Las Jornadas de Orientación Profesional 2026, organizadas por las Facultades de Ciencias Física y Químicas, reunieron a un gran número de empresas de los dos sectores, que estuvieron acompañadas por los Colegios Oficiales de Física y Química, las Reales Sociedades de Física y Química, organizaciones científicas de la UCM, como Compluemprende y la OPE. Los estudiantes de último curso de los diferentes grados y másteres de las dos facultades pudieron entrar en contacto con estas organizaciones y conocer las múltiples salidas profesionales para incorporarse al mundo laboral, una vez concluidos sus estudios. Los estudiantes de Físicas y Químicas, como resultaron los decanos, han colaborado también de manera activa en la organización de las jornadas.

JORNADAS DE ORIENTACIÓN PROFESIONAL 2026
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

9 y 10 DE FEBRERO DE 2026
 09:30 - 18:30
 Gabinete de la Facultad de Ciencias Físicas

PATROCINA

ORGANIZA

COLABORA

TECNICAS REUNIDAS
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
 FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
 CONSEJO SOCIAL



ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN



ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN



ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN



DÍA INTERNACIONAL DE LA NIÑA Y LA MUJER EN LA CIENCIA

El 11 de febrero tuvo lugar un acto en la Facultad de Ciencias Químicas con el que celebramos el Día Internacional de la Niña y la Mujer en la Ciencia. Contamos con la presencia de la investigadora **Ana Ramírez de Molina**, directora de **IMDEA Nutrición**, que impartió una charla en la que hizo un recorrido de su trayectoria científica, desde que se licenció en Química, en la especialidad de Bioquímica, en esta misma facultad.



La investigadora Ana Ramírez de Molina. Imagen: Tribuna Complutense

En este mismo acto se entregaron los Premios del concurso **“QUÍMICA Y ALIMENTOS EN COLORES”**, organizado por la Facultad de Ciencias Químicas en colaboración con la Real Sociedad Española de Química-Sección Territorial de Madrid.



ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN



El evento finalizó con el estreno del video “Mujeres y Ciencias en la Facultad de Ciencias Químicas” como homenaje a todas estas mujeres que, día a día, contribuyen en el avance del conocimiento de la química.



El video completo está disponible ya en nuestro [Canal Youtube](#).


ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN



MESA REDONDA BIOÉTICA... ¿POR Y PARA QUÉ?

El próximo miércoles **18 de febrero** tendrá lugar en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Complutense de Madrid una mesa redonda sobre bioética organizada por cuatro estudiantes de Grado con el título "**Bioética... ¿por y para qué?**" en la que se abordarán principalmente cuatro bloques:

- **Bioética y sociedad.** Experta: Lydia Feito (Facultad de Medicina UCM)
- **Bioética y biotecnología.** Experta: Ángela Bernardo (Facultad de Medicina UCM)
- **Bioética y experimentación animal.** Experta: Eva Marco (Facultad de CC. Biológicas UCM)
- **Bioética y producción científica.** Experto: Óscar Zaragoza (ISCIH - CNM)



**MESA REDONDA
BIOÉTICA... ¿POR Y PARA QUÉ?**

Miércoles 18 de Febrero. 11:30.
Salón de Actos Profesor Benjamín Fernández
(Facultad de CC. Biológicas UCM)
Entrada libre hasta completar aforo

Óscar Zaragoza
ISCIH - CNM
Ética en Investigación

Ángela Bernardo
Facultad de Medicina UCM
Biética y Biotecnología

Eva Marco
Facultad de CC. Biológicas UCM
Comité Experimentación animal UCM

Lydia Feito
Facultad de Medicina UCM
Comité Nacional de Bioética

MODERAN LOS ESTUDIANTES:
Fernando Alvarado Sofia Cejas Sara Martín Diego Villa

UCC+i UNIDAD DE CULTURA CIENTÍFICA

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
INSTITUTO COMPLUTENSE DE QUÍMICA

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
INSTITUTO COMPLUTENSE DE QUÍMICA

ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN

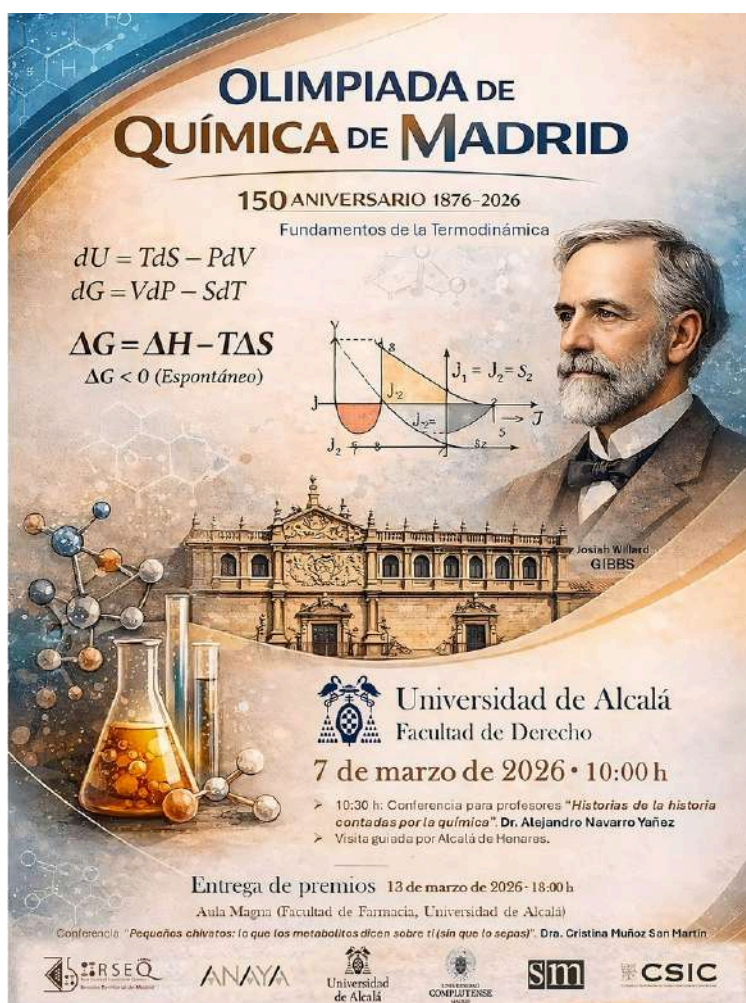


OLIMPIADA DE QUÍMICA DE MADRID 2026

Las Olimpiadas de Química es un programa del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte en colaboración con la Real Sociedad Española de Química. Tienen como objetivos estimular la creatividad y el interés por la Química de los estudiantes del último año de secundaria y promover la amistad entre estudiantes, profesores y científicos de distintas partes del mundo, pudiendo participar todos los centros de secundaria, públicos y privados, que lo deseen a través de sus alumnos más interesados por la química.

El próximo 7 de marzo se convoca la Fase regional de la Olimpiada de Química en Madrid, que tendrá lugar en la Universidad de Alcalá de Henares.

Durante su celebración, el doctor y divulgador de la ciencia **Alejandro Navarro Yáñez**, impartirá la conferencia «**Historias de la Historia Contada por la química**».



OLIMPIADA DE QUÍMICA DE MADRID
150 ANIVERSARIO 1876-2026
Fundamentos de la Termodinámica

$$dU = TdS - PdV$$

$$dG = VdP - SdT$$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G < 0 \text{ (Espontáneo)}$$

Josiah Willard GIBBS

Universidad de Alcalá
Facultad de Derecho
7 de marzo de 2026 • 10:00 h

- > 10:30 h: Conferencia para profesores "Historias de la historia contadas por la química" Dr. Alejandro Navarro Yáñez
- > Visita guiada por Alcalá de Henares.

Entrega de premios 13 de marzo de 2026 • 18:00 h
Aula Magna (Facultad de Farmacia, Universidad de Alcalá)

Conferencia: "Pequeñas chivitas: lo que los metabolitos dicen sobre ti (sin que lo sepas)". Dra. Cristina Muñoz San Martín

RSEQ ANAYA Universidad de Alcalá SIM CSIC

ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN



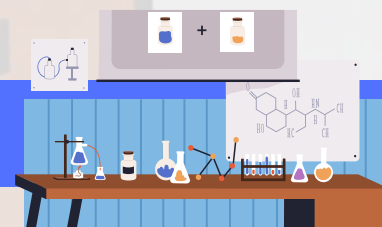
PINT OF SCIENCE 2026

El **Festival Pint Of Science** es un evento de índole internacional que invita a los investigadores más punteros a compartir sus conocimientos en un ambiente relajado y distendido. Los próximos **18, 19 y 20 de mayo** se celebrará una nueva edición del festival. El escenario elegido para este evento son ¡LOS BARES DE TODO EL MUNDO! De esta forma se ofrece una plataforma que permite a la gente conocer y discutir la investigación directamente con las personas que la llevan a cabo. Si quieres ser ponente en esta nueva edición puedes inscribirte



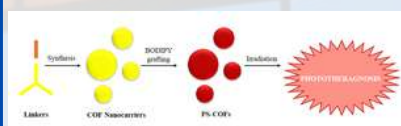
Más información: [Pint of Science 2026](#)

LA INVESTIGACIÓN EN LA FACULTAD



Covalent organic frameworks as nanocarriers of tailored BODIPY for phototheragnostic applications

Miguel Jiménez-Duro, Paula M. Soriano-Teruel, **Marcos Martínez-Fernández**, Edurne Avellanal-Zaballa, Jennifer Soler-Beatty, José I. Martínez, Alba García-Fernández, **María J. Ortiz**, **Gonzalo Durán-Sampedro**, Jorge Bañuelos, Ramón Martínez-Mañez, **José L. Segura**

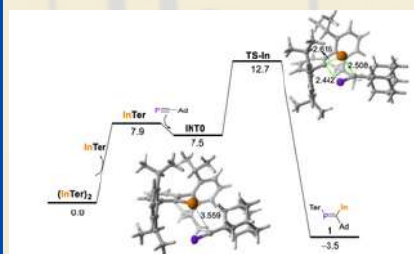


Mat. Chem. Front. 2026
<https://doi.org/10.1039/D5QM00906E>

El acoplamiento de fluorocromos y fotosensibilizadores a nanotransportadores se reconoce como una estrategia eficaz para la bioimagen fluorescente y la terapia fotodinámica. Este enfoque mejora la administración dirigida de fármacos a los sitios tumorales, al tiempo que mejora la biocompatibilidad y la estabilidad de las biosondas poco solubles en agua, lo que reduce los efectos secundarios. Entre los colorantes orgánicos y las nanopartículas disponibles, BODIPY y COF destacan como una pareja compatible para este fin. Para aprovechar el andamio COF-BODIPY como plataforma fotoactiva para aplicaciones biomédicas, hemos optimizado su integración. Para ello, en primer lugar, se funcionalizaron las unidades BODIPY para permitir una fuerte unión a sitios específicos del COF mediante química clic, posicionando el BODIPY dentro de los poros del COF. Siguiendo este enfoque, los derivados de BODIPY fotoactivos en diferentes regiones espectrales (desde la ventana verde hasta la roja) se injertaron directamente en el COF. Se caracterizaron exhaustivamente las propiedades estructurales y fotofísicas de estos nanomateriales. Cabe destacar que el COF con BODIPY estililado y yodado resultó especialmente atractivo debido a su doble rendimiento fotónico, que permite tanto la generación de oxígeno singlete como la fluorescencia roja bajo excitación de longitud de onda larga. Tras su absorción celular por las células de melanoma humano, esta nanopartícula teñida tiñó selectivamente los lisosomas y, al mismo tiempo, desencadenó una respuesta citotóxica para inducir la muerte celular bajo iluminación con luz roja, lo que la convierte en una candidata idónea para fines teragnósticos.

A Crystalline Mono-Coordinate Indium(I)-Phosphaalkenyl

Álvaro García-Romero, Maren Pink, **Israel Fernández**, José M. Goicoechea



Angew. Chem. Int. Ed. 2026
<https://doi.org/10.1002/anie.202523125>

Se describe la síntesis del compuesto de indio (I) monocoordinado $\text{In}[\text{C}(\text{Ad})-\text{P}(\text{Ter})]$. La clave para la formación de esta especie monomérica es la protección estérica que ofrece el ligando fosfaalqueno de soporte, que impide la agregación. Se puede acceder al compuesto del título a partir de la reacción de $(\text{InTer})_2$ con el fosfaalquino $\text{AdC}\equiv\text{P}$ en una transformación redox neutra inusual en la que el enlace $\text{In}-\text{C}$ del precursor $(\text{InTer})_2$ precursor, que se sabe que se disocia en solución, se añade a través del triple enlace $\text{C}\equiv\text{P}$ del fosfaalquino. Esta reacción de inserción es reversible, como lo demuestra la reacción de $\text{In}[\text{C}(\text{Ad})-\text{P}(\text{Ter})]$ con $\text{B}(\text{C}_6\text{F}_5)_3$, que da lugar a $[\text{TerInB}(\text{C}_6\text{F}_5)_3]$ acompañado de la extrusión de $\text{AdC}\equiv\text{P}$. Por el contrario, el análogo más ligero $(\text{GaTer})_2$ promueve la dimerización del fragmento $\text{AdC}\equiv\text{P}$, lo que da lugar a la formación del clúster $(\text{GaTer})_2(\text{AdCP})_2$. El estado de oxidación formal de $\text{In}[\text{C}(\text{Ad})-\text{P}(\text{Ter})]$ se investigó mediante la reacción con yoduro de metilo, que da lugar al compuesto de indio (III) $\text{In}(\text{Me})\text{I}[\text{C}(\text{Ad})-\text{P}(\text{Ter})]$ en una reacción de adición oxidativa formal de un solo sitio en el indio.

LA INVESTIGACIÓN EN LA FACULTAD



Process-Intensified Production of TEMPO-Oxidized Cellulose Nanofibrils: Application to Several Lignocellulosic Feedstocks

José Luis Sánchez-Salvador, Aleta Duque, Diego Lopez-Monte, R. Cañadas, Q. Tarrés, M. Delgado-Aguilar, A. Blanco, C. Negro

Las nanofibras de celulosa son un material de origen renovable con alto potencial tecnológico, gracias a su elevada resistencia mecánica o baja densidad. No obstante, su producción a gran escala continúa siendo un reto debido al elevado consumo de agua y energía de los procesos tradicionales. En este contexto, la intensificación de procesos se plantea como una estrategia clave para trasladar la fabricación de CNF desde el laboratorio hasta el ámbito industrial de forma eficiente y sostenible. Este trabajo aborda el escalado de la oxidación catalizada por TEMPO, uno de los pretratamientos más utilizados para la obtención de nanocelulosas, que generalmente va seguido de un tratamiento mecánico posterior, aplicado a cinco materias primas lignocelulósicas con composiciones muy diferentes, incluyendo pastas vírgenes y materiales reciclados. Para ello, se comparan distintas configuraciones de reactor, desde un sistema discontinuo convencional hasta tecnologías intensificadas como una amasadora y una extrusora de doble husillo, operando a concentraciones de celulosa notablemente más elevadas que las habituales. Los resultados muestran que las configuraciones intensificadas permiten aumentar de forma significativa la productividad y reducir el consumo de agua, sin comprometer la calidad estructural de las nanofibras obtenidas. El estudio revela además que el tipo de materia prima es el factor que más influye en las propiedades finales del material, mientras que la configuración del reactor tiene un efecto secundario. En conjunto, estos resultados demuestran la viabilidad del escalado de la oxidación catalizada por TEMPO y abre nuevas vías para la producción industrial sostenible de nanofibras de celulosa.

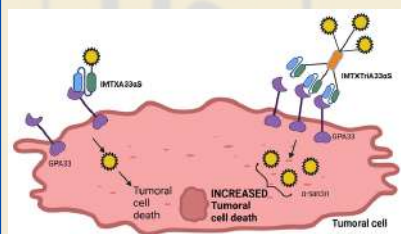


Carb. Pol. Tech. App. 2026
<https://doi.org/10.1016/j.carpta.2025.101079>

GPA33-Targeted Trimeric Immunotoxin Exhibits Enhanced Antitumor Activity in Human Colorectal Cancer Xenografts

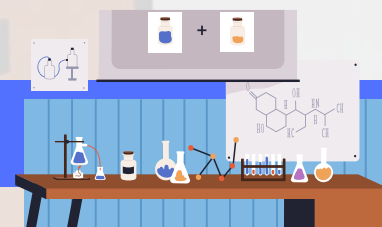
Javier Ruiz-de-la-Herrán, Javier Narbona, Rubén G. Gordo, Laura Sanz, Javier Lacadena

Las inmunotoxinas son moléculas quiméricas con un alto potencial como candidatos terapéuticos que combinan la especificidad de los anticuerpos para reconocer y unirse a los antígenos asociados a tumores y la potencia citotóxica de la actividad enzimática de una toxina, lo que conduce a la muerte selectiva de las células diana. El uso de inmunotoxinas como herramientas terapéuticas sigue estando limitado por diversas cuestiones, como la selección del antígeno asociado al tumor (TAA) adecuado, las dificultades de penetración en los tumores sólidos, el bajo aclaramiento renal y la baja carga tóxica. Con este fin, en este trabajo hemos diseñado una nueva inmunotoxina trimérica (IMTXTriA33aS) contra el cáncer colorrectal, que combina el scFv contra GPA33 como dominio de orientación y la ribotoxina fúngica α -sarcin (α S) como fragmento tóxico, unidos por un dominio de trimerización (TIEXVIII). Nuestros resultados demuestran que IMTXTriA33aS tiene una mayor avidéz y carga tóxica, lo que se traduce en un aumento muy significativo de su eficacia antitumoral in vitro e in vivo, debido a su estructura trimérica.



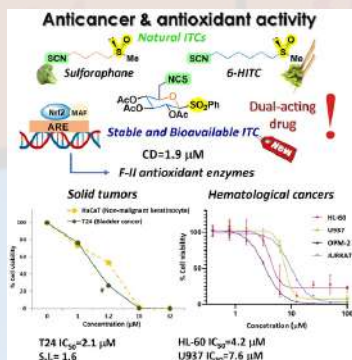
Int. J. Mol. Sci. 2026, 27(2), 764
<https://doi.org/10.3390/ijms27020764>

LA INVESTIGACIÓN EN LA FACULTAD



Potent Nrf2-Inducing C6-Isothiocyanate Glucose Derivatives with Dual Antioxidant and Antitumor Activity

Luis Alberto Prieto, **Nora Khiar-Fernández**, Rocío Calderón-Ruiz, Emelyne Giraud, José Manuel Calderón-Montaño, Jesús Lucia-Tamudo, Rafael León, José Antonio Pérez-Simón, Miguel López-Lázaro, Rocío Recio, Elena de la Torre, Victoria Valdivia, Inmaculada Fernández



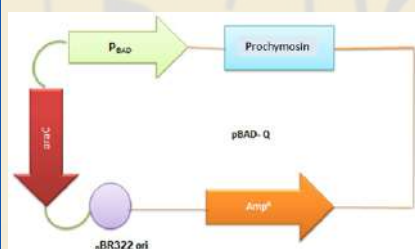
Antioxidants 2026, 15(1), 123

<https://doi.org/10.3390/antiox15010123>

Los isotiocyanatos (ITC) son agentes electrófilos bien conocidos con propiedades antioxidantes y anticancerígenas, atribuidas en gran medida a su capacidad para activar la vía Nrf2/ARE. Basándonos en trabajos previos con derivados glicosílicos C1-ITC, diseñamos y sintetizamos una nueva serie de isotiocyanatos S-glicosílicos en los que el grupo ITC se reubicó en el carbono C6 del armazón de glucosa. Este reordenamiento estructural dio lugar a derivados estables y sintéticamente accesibles con perfiles biológicos notablemente mejorados. Varios compuestos mostraron una potente activación de Nrf2 en concentraciones no citotóxicas, con valores de CD comparables o superiores a los de los ITC naturales. Paralelamente, los nuevos derivados C6-ITC mostraron una actividad antiproliferativa significativa contra líneas celulares de leucemia y tumores sólidos. Entre ellos, el derivado de fenilsulfona 13 se reveló como una molécula de doble acción especialmente prometedora, que combina una fuerte inducción de Nrf2 con una citotoxicidad micromolar baja. Se utilizó el acoplamiento molecular como enfoque generador de hipótesis y se sugirió una posible interacción con el dominio SH2 de STAT3, aunque se necesitan más estudios para validar este objetivo. En general, estos resultados respaldan los ITC basados en glucosa como una plataforma versátil para el desarrollo de antioxidantes multifuncionales con propiedades anticancerígenas complementarias.

One-Step Activation, Purification, and Immobilization of Bovine Chymosin via Adsorption on Magnetic Particles

Paulina G. Gonçalves, Paz García-García, Honoria S. Chipaca-Domingos, Gloria Fernández-Lorente, **Miguel Ladero**, Benevides C. Pessela



Fermentation 2026

<https://doi.org/10.3390/fermentation12010066>

La quimosina es una proteasa aspartilica ampliamente utilizada en la industria alimentaria para la coagulación de la leche durante la elaboración del queso. Aunque la producción recombinante ha sustituido a la extracción natural del cuajo, los actuales sistemas de expresión heteróloga siguen enfrentándose a importantes retos, como la baja solubilidad, los costosos pasos de purificación y la inestabilidad de la enzima tras su activación. Para abordar estas limitaciones, buscamos desarrollar una estrategia de producción más eficiente y económica para la quimosina bovina mediante la clonación de su gen de proquimosina A optimizado para codones en *Escherichia coli* utilizando el vector pBAD/His bajo el control del promotor PBAD inducible por L-arabinosa. La sobreexpresión del gen recombinante dio lugar a la formación de cuerpos de inclusión, que se solubilizaron con NaOH y se replegaron mediante dilución y ajuste del pH con glicina. A continuación, la proquimosina plegada se activó mediante acidificación. Para simplificar el proceso posterior y mejorar la recuperación de la enzima, se exploraron diferentes estrategias de inmovilización para combinar la activación, la purificación y la inmovilización en un solo paso. Mientras que los soportes poliméricos basados en agarosa mostraron una baja eficiencia de inmovilización (<20 %) debido a la obstrucción de los poros, las nanopartículas magnéticas superaron completamente estas limitaciones, logrando un rendimiento de inmovilización de casi el 100 % y conservando alrededor del 85 % de la actividad enzimática. Este enfoque integrado basado en la magnetización proporciona una alternativa rentable y escalable para la producción y estabilización de la quimosina activa.

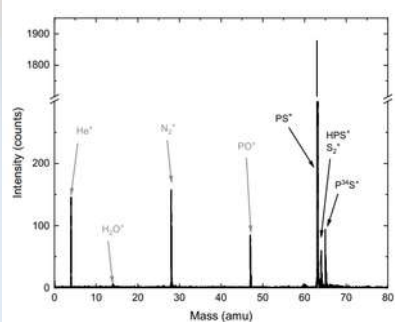
LA INVESTIGACIÓN EN LA FACULTAD



Photoelectron Spectroscopy of the Phosphorus Monosulfide (PS) and Phosphorus Monoxide (PO) Radicals

Pedro Recio, Jorge Alonso de la Fuente, Myriam Drissi, Niyazi Bulut, Jean Christophe Loison, Gustavo García, Susana Gómez Carrasco, Cristina Sanz Sanz, **Luis Bañares**, **Sonia Marggi Poullain**, Alexandre Zanchet

Los radicales PO y PS son las unidades más pequeñas de óxidos de fósforo y sulfuros de fósforo, respectivamente, dos familias ricas en compuestos refractarios ampliamente empleados en aplicaciones industriales y tecnológicas. También se cree que estos dos radicales diatómicos son relevantes para la química del fósforo (P) en el medio interestelar (ISM). El PO es, de hecho, una de las pocas moléculas que contienen P detectadas en el ISM, mientras que los modelos también predicen una abundancia considerable de PS, aunque su presencia en el ISM aún no se ha confirmado. Dado que el P es un elemento esencial para el desarrollo de la vida, comprender su química relativamente desconocida en el ISM es fundamental para la astrobiología. La reciente detección de PO⁺ en una abundancia sorprendentemente alta en el ISM también sugiere que los cationes probablemente también sean relevantes para la química del fósforo en el ISM. Mientras que el PO y el PO⁺ son relativamente bien conocidos, los datos experimentales disponibles en la literatura sobre el PS son muy escasos y su catión PS⁺ es prácticamente desconocido desde el punto de vista espectroscópico, lo que dificulta su posible detección en el ISM. En este trabajo, presentamos espectros fotoelectrónicos lentos de ambas especies generadas *in situ* en un reactor de flujo de descarga. A partir de estos espectros, y con el apoyo de cálculos de estructura electrónica, hemos determinado la energía de ionización adiabática de ambos radicales y la separación spin-órbita del estado fundamental 2Π del PS. Además, se extrae información relevante sobre la estructura vibracional de los dos estados fundamentales catiónicos, lo que proporciona datos espectroscópicos útiles sobre las dos especies que podrían contribuir a la detección de estas especies en el ISM, ya que sus bandas vibracionales se encuentran dentro de la cobertura espectral del telescopio espacial James Webb (JWST).ST).



Small Structures, 2026

<https://doi.org/10.1002/sstr.202500661>

Visible-Light-Mediated Lewis Acid-Catalyzed Diradical Hydrogen Atom Transfer Reaction of Bicyclo[1.1.0]butanes

Xiang Zhou, Zhonglin You, Baoting Wang, Yao Huang, **Israel Fernández**, Yang Xiong

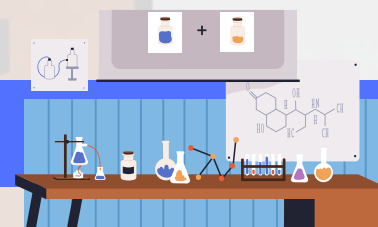
Los heterociclos que contienen nitrógeno son esenciales para las ciencias químicas y biológicas debido a sus diversas actividades biológicas y versatilidad funcional. Sin embargo, a diferencia de los bioisómeros 3D del anillo bencénico, los bioisómeros análogos de los heterociclos que contienen nitrógeno siguen siendo bastante limitados a pesar de varios avances recientes, entre los que cabe destacar especialmente la piridona, un «bioisómero central» para las amidas, los fenilos, las piridinas, los N-óxidos de piridina y los fenoles. En este artículo, presentamos una ruta eficaz para la síntesis divergente de 3-azabicyclo[3.1.1]heptan-2-onas como prometedores bioisómeros de piridona a partir de bicyclo-butanos (BCB) mediante la transferencia programada de átomos de hidrógeno de enlaces C(sp³)-H catalizada por Ir/ácido de Lewis y la posterior ciclación bajo luz visible. Las pruebas mecánicas y los cálculos DFT sugieren que el catalizador ácido fue crucial para el éxito mediante la isomerización de los BCB y la modulación de la reactividad de los intermedios diradicales para desbloquear una difícil DHAT carbono-carbono y la posterior ciclación que permite la funcionalización de varios enlaces C(sp³)-H, accediendo a 3-azabicyclo[3.1.1]heptan-2-onas poco exploradas. Por último, otras transformaciones y aplicaciones en química sintética y moléculas bioactivas revelan su prometedor potencial en síntesis orgánica, ciencia de materiales y productos farmacéuticos.



J. Am. Chem. Soc. 2026

<https://doi.org/10.1021/jacs.5c18500>

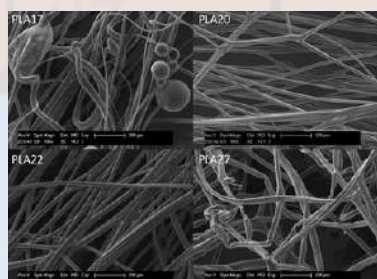
LA INVESTIGACIÓN EN LA FACULTAD



Bio-Based Citrate Plasticizers as Nucleating Agents for PLA Fibers: Unlocking Antioxidant and Antimicrobial Potential

Ignacio Mena-Prado, Marta Fernández-García, Daniel López, Sara Limbo, Manuela Rollini, Daniele Maria Martins, Adolfo del Campo, Alexandra Muñoz Bonilla

Las nano/microfibras son sistemas ideales para el envasado activo debido a su gran superficie, que permite una entrega eficiente de compuestos activos, mejora la seguridad y la calidad de los alimentos y prolonga su vida útil. En este caso, se mezclaron fibras de ácido poliláctico (PLA) con bioplásticos antioxidantes y antimicrobianos (CITREM y ACETEM) al 10 % en peso y se produjeron mediante hilado forzado utilizando una concentración total de polímero del 20 % en peso. Las fibras funcionales resultantes se analizaron mediante microscopía confocal Raman y microscopía electrónica de barrido, lo que demostró una formación uniforme de las fibras en la mayoría de las formulaciones de bioplásticos. El análisis termogravimétrico mostró una ligera disminución de la estabilidad térmica asociada a la incorporación del plástico, mientras que la calorimetría diferencial de barrido reveló una reducción de la temperatura de transición vítrea y un aumento significativo de la cristalinidad, lo que evidencia la acción de nucleación del CITREM y el ACETEM. Se evaluó la actividad antimicrobiana frente a bacterias Gram-positivas y Gram-negativas, y se midió la actividad antioxidante utilizando el método de Blois. Los resultados indican que estos bioplásticos confieren nuevas funcionalidades al PLA, incluida la actividad antimicrobiana contra bacterias Gram-positivas y propiedades antioxidantes. Estos hallazgos proporcionan pruebas preliminares de que el CITREM y el ACETEM de origen biológico pueden conferir propiedades bioactivas a las fibras de PLA, lo que justifica una mayor investigación de su rendimiento en aplicaciones en contacto con alimentos y su caracterización mecánica para evaluar su idoneidad para el envasado activo.

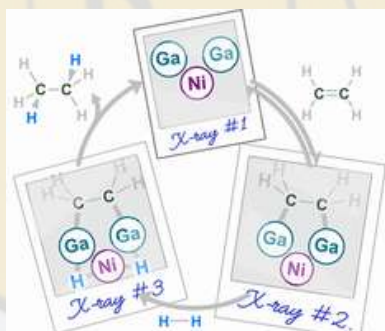


Macromol. Chem. Phys., 2026
<https://doi.org/10.1002/macp.202500473>

Snapshots of Cooperative Trimetallic Alkene Hydrogenation

Till L. Kalkuhl, Israel Fernández, Terrance J. Hadlington

La cooperatividad bimetálica y los efectos sinérgicos se han revelado como potentes herramientas capaces de mejorar la reactividad y la selectividad de los sistemas catalíticos, lo que abre una vía hacia el desarrollo de catalizadores basados en elementos abundantes en la Tierra. Aunque no son infrecuentes en la naturaleza, los sistemas moleculares discretos con más de dos sitios metálicos cooperativos son prácticamente desconocidos. En este artículo describimos el diseño de un sistema heterotrimetalico molecular bien definido [Ga₂Ni], que es eficaz en la catálisis de la hidrogenación de alquenos. Las especies que representan «instantáneas» del ciclo catalítico se aíslan mediante la adición consecutiva de etileno y dihidrógeno, lo que permite una elucidación mecánica experimental en profundidad de dos procesos oxidativos secuenciales de 2 electrones. Junto con estudios combinados computacionales, cinéticos y de marcaje isotópico, estos hallazgos revelan un mecanismo de hidrogenación completamente mapeado en el que los tres sitios metálicos participan en el proceso de hidrogenación de alquenos. Por lo tanto, este sistema proporciona una visión única de la catálisis molecular multimetalica cooperativa y establece un modelo para la cooperatividad multicéntrica diseñada racionalmente más allá de los conceptos diatómicos establecidos.



J. Am. Chem. Soc. 2025
<https://doi.org/10.1021/jacs.5c18500>

DIVULGAR PARA EDUCAR



QUÍMICA EN UN MUSEO FERROVIARIO

Como son mis visitas al Museo del Ferrocarril de Madrid

José A . Martínez Pons

Catedrático de Instituto de Física y Química. G.D.H.F.Q. RSEF y RSEQ

Hace algunos años publiqué en Anales de la RSEQ un artículo proponiendo una visita científica a un Museo Ferroviario como actividad complementaria en el aprendizaje de la química dirigida a profesores y estudiantes de ESO y Bachillerato. En este artículo voy a tratar de contar cómo son, desde el punto de vista de divulgación de la química, las vistas que, como voluntario cultural, guío en el Museo de Madrid. En ellas y sin demasiada distinción de edades de mis visitantes, trato de hacer ver algunos aspectos de la química relacionados con el ferrocarril, siempre procurando adaptarme a la edad y los conocimientos de mis visitantes. Debo decir que la mayoría aceptan y disfrutan con lo que les explico, lo que me confirma que la ciencia si quien la explica se toma la molestia de preparar su “discurso” interesa y muchas veces sorprende a una mayoría. En estas visitas también explico o trato de explicar algunos aspectos históricos, físicos y matemáticos que se pueden observar en el Museo, pero en estas líneas me centraré en la química.

Comienza la visita

Cuando empiezo la visita, me suelo presentar advirtiéndoles que yo no he sido ferroviario profesional, sino profesor y que me gusta explicar no solo la historia sino la ciencia que hay detrás del ferrocarril y el cómo y el porqué de algo de lo que verán y que me voy a permitir pedirles que me ayuden en un pequeño experimento para que comprendan algo que podrán observar más adelante. Entonces solicito la ayuda de dos personas y le estrego sendas espátulas de acero y les hago observar que está limpias y que son de acero, es decir, aleación de hierro y carbono. A continuación, entrego una peseta “rubia” a cada uno de mis ayudantes y les explico que está fabricada con “**bronce de aluminio**”, es decir, aleación de cobre y aluminio. Luego les entrego sendos discos de papel de filtro del mismo diámetro que las pesetas, uno lo impregno en vinagre y el otro en aceite y se montan unos bocadillos: espátula-disco-peseta que se sujetan con una pinza de plástico (**Fig. 1**). Aprovecho para recordar que la ciencia está en todas partes, solo hay que saber verla y además que la química a veces necesita “su tiempo”. Empiezo entonces la visita propiamente dicha, con un poco de historia del ferrocarril en general, del Museo y de la estación de Delicias.

DIVULGAR PARA EDUCAR



Fig. 1. Material utilizado en el primer experimento.

La máquina de vapor

Pasamos a la locomotora del vapor, empezando por la locomotora 141 “Mikado” [1] que se encuentra seccionada (Fig. 2). Es el momento de mostrar sus partes y de hablar de los combustibles, cuya combustión produce la energía necesaria para calentar el agua y generar vapor y menciono combustibles más usuales y de su poder calorífico : la madera , el carbón y sus clases indicando que el “mejor” de los carbones es la hulla grasa pero que cuando las locomotoras se hicieron más grandes su consumo aumentó tanto que el paleo del suponía carbón un esfuerzo ímprobo para los fogoneros y acabó por sustituirse por el fuel óleo líquido (más o menos viscoso) que se precalienta y pulveriza en el hogar, evitando el duro trabajo del paleo del combustible o complicados sistemas automáticos de alimentación.



Fig. 2. Locomotora 141 Mikado. en ella se aprecia el hogar y la caldera, así como los “tubos de humo”, dispositivo de calefacción que introduce el “calor” dentro de la caldera.

[1] La notación de las locomotoras de vapor en España se hace de acuerdo con los ejes sobre los que se apoya, en este caso sería 1 eje de guía, 4 ejes motores y 1 eje de apoyo” y el mote “Mikado” hace referencia al modelo de las locomotoras con este sistema de rodadura.

DIVULGAR PARA EDUCAR



Además, el poder calorífico del combustible líquido es bastante mayor que el de los carbones utilizados. Explico brevemente la química de la combustión y pasamos a la caldera tubular. Los gases que se producen en el hogar, muy calientes penetran en la caldera por los “tubos de humo”. Hago observar que la caldera es de acero y el grosor de sus paredes, de 10 mm, debido a que tienen que para que puedan soportar la presión de la caldera, unos 16 kPa, y que la caldera de unos 8 m³ contiene unos 3 m³ de agua y el resto de vapor. Debido a la presión en la caldera el agua no hierve a 100 °C sino a unos 250°C. El vapor que se produce está a esta temperatura y además arrastra gotitas de agua, se trata de vapor saturado. Aprovecho para explicar que el vapor de agua es incoloro y lo que le da el color blanquecino son estas gotitas. También les digo que el vapor de agua es un gas de gran efecto invernadero, por más que eso no se diga en los medios de comunicación.



Fig. 3. Locomotora 242 “Confederación” La locomotora de vapor construida en serie en Europa. Diseño de José Augé de MTM.

A renglón seguido explico que la Mikado es una locomotora relativamente moderna de tipo de vapor sobrecalentado de modo que el vapor vuelve a entrar en la caldera por unos tubos finos introducidos en los tubos de humo, se seca y eleva su temperatura hasta unos 450°C. Indico que la locomotora funciona en general con circuito abierto, es decir, no recupera el agua y que su mayor consumo es precisamente agua. Además, hablando de la locomotora explico que estas locomotoras, bastante potentes, toleraban bien el carbón español, en general de baja calidad, sobre todos por contener demasiado azufre que al quemarse produce óxidos de azufre y hace que los gases emitidos sean muy corrosivos. A esto se suma que el agua española, que en general es bastante dura, es decir contiene carbonato de calcio en disolución, obstruye los conductos.

DIVULGAR PARA EDUCAR



Una visita a la 242 “Confederación” me da oportunidad de hablar de la iluminación de los primeros trenes de vapor, inicialmente faroles de acetileno, que explico con algún detalle, aunque al final se dotaron de generadores eléctricos accionados por vapor (**Fig. 3**).

Corrosión: el resultado del experimento inicial

Ahora llegamos a la locomotora 140 “Mastodonte” (**Fig. 4**) que presenta las paredes de la cabina (“marquesina”) zonas que están fuertemente corroídas, llegando a estar perforadas, precisamente en los lugares en que se ubicaba la placa de bronce que identificaba al fabricante y la matrícula de la máquina, y con menos intensidad en algunas zonas en que acumulada la humedad y que entra la placa de bronce y el acero de la locomotora siempre se acumula humedad (**Fig. 5**).



Fig. 4. Locomotora 140 “Mastodonte”.

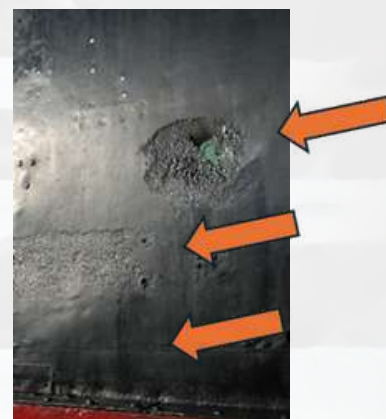


Fig. 5. Detalle de la pared derecha de la Marquesina donde se aparecía las huellas de la corrosión

Entonces hago observar que, precisamente, los montajes con que iniciamos la visita, es decir, una moneda de bronce sobre acero, reproduce aproximadamente y a escala reducida la situación. Entonces se levantan las monedas y se observa como en la que el papel estaba impregnado en vinagre aparece una mancha de corrosión mientras que en la que se preparó con aceite no ha pasado nada. Explico muy brevemente el fenómeno de la corrosión, pero insisto en que no basta algo de humedad, sino que es necesario que esta humedad contenga “iones”. El vinagre, que es básicamente una disolución de ácido acético, contiene iones mientras que el aceite no, por eso no ha habido corrosión. Se vuelven a montar los experimentos y con un polímetro se mide la tensión eléctrica entra la peseta y la espátula.

DIVULGAR PARA EDUCAR



Normalmente, aunque depende mucho de la concentración de la disolución y de otros factores, mide unos 500 milivoltios, en tanto que la de aceite no mide nada. Aprovecho entonces para explicar que realmente el dispositivo está convirtiendo energía química en eléctrica y les cuento el origen del término “**pila**” para este tipo de dispositivos, contando la historia del experimento del científico italiano **Alessandro Volta** para demostrar que los impulsos nerviosos eran en realidad impulsos eléctricos. Estamos pues en una zona intermedia entre física, química y biología.

El aluminio un metal útil y barato

El tren Talgo 2 me da la oportunidad de hablar sobre el metal más abundante en la corteza terrestre, el **aluminio**, que ocupa el número 13 en la Tabla Periódica. Desde la Edad Media se sospechaba que el mineral llamado alumnita y otras de él derivadas, contenían un elemento metálico desconocido, pero no se conseguía aislarlo. En 1825, Oersted [2] consiguió una muestra de un metal parecido al estaño, pero muy impuro y en 1827 Wöhler, mejorando el método de Oersted, consiguió aislarlo, sin embargo, el método de obtención era muy caro. Se cuenta que Napoleón III, por ejemplo, habitualmente usaba cubertería de plata, si tenía invitados la usaba de oro y si tenía “invitados” de aluminio, y existen joyas con piedras valiosas engarzadas en este metal. Sin embargo, los químicos, por ejemplo el francés Sainte Claire Deville o el americano Castner, consiguieron reducir los costes de producción de la libra (0,454 kg), que en 1827 era de 160 dólares, a solo 4 dólares en 1886. Hoy se utilizan métodos electrolíticos que han reducido mucho más los precios, de tal manera que hoy el kg de aluminio “nuevo” cuesta aproximadamente 3 € y reciclado poco más de 1 €/kg.

Talgo es el acrónimo del invento del ingeniero Alejandro Goicoechea Omar y significa “Tren Articulado Ligero Goicoechea Oriol”. Con él Goicoechea buscaba un tren que se adaptara de un modo especial a la orografía española. Ligero, de coches cortos y con un sistema de rodaje muy flexible, con la ruedas montadas en “rodales” entre coche y coche. Por ello pensó en el aluminio como material base en su construcción. La densidad del aluminio es del orden de $2,7 \text{ kg/dm}^3$ mientras que la del acero es del orden de 8 kg/dm^3 , es decir, el acero es unas tres veces más pesado que el aluminio, por esto el aluminio durante mucho tiempo ha sido el metal “aeronáutico” por excelencia.

[2] H.C Oersted (1777-1851) físico, medico químico y farmacéutico danés, entre otros logros descubrió los efectos magnéticos de la corriente eléctrica.

DIVULGAR PARA EDUCAR



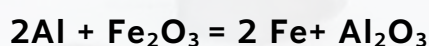
Otra propiedad interesante se este metal es que, aunque se oxida con facilidad, el óxido de aluminio es duro y además se adhiere fuertemente al metal base, protegiéndole de posteriores oxidaciones (se “pasiva”) además tiene fácil reciclado. Si embargo, allá por 1945, cuando Goicoechea obtuvo sus patentes, en España no era fácil obtenerlo y además su tecnología no se dominaba, por lo que los 4 primeros Talgo II se construyeron en EE. UU. Uno de ellos es el que se muestra en el Museo (Fig. 6).



Fig. 6. Tren Talgo II. Para asegurar su ligereza está fabricado con aluminio.

Fin de la visita: carriles y catenarias

Suelo acabar la vista en la sala de infraestructuras y explico que para soldar los carriles de los trenes se usa una mezcla de aluminio con óxido de hierro (mezcla termita), cebada con una cinta de magnesio, que reacciona según



DIVULGAR PARA EDUCAR



En la reacción se desprende una gran cantidad de calor, alcanzándose temperaturas del orden de 3.000 °C a las que funden el hierro y el óxido de aluminio. Como este es menos denso, el hierro fundido se deposita en el fondo del crisol y el óxido de aluminio flota sobre él. Entonces, este hierro fundido se vierte entre los dos carriles previamente calentados, y llenando los huecos intermedios los suelda. La mezcla termita también se utiliza en la fabricación de bombas incendiarias.

También hago observar que, para las impropiedades llamadas catenarias, líneas de las que los trenes eléctricos toman la corriente, también, además del cobre, se usa el aluminio aprovechando su ligereza, su bajo precio y su buena conductividad.

Otro producto químico que también se utilizó en el mundo ferroviario es la creosota, un derivado de la destilación de la brea de hulla (entre 204°C y 404°C) su composición es muy compleja y variable, pero en el siglo XIX se le encontraron muchas aplicaciones, entre ellas, proteger y aumentar la duración de las “traviesas” de madera. Sin embargo, hoy se sabe que esta sustancia es altamente tóxica, incluso cuando se quema, así que se ha dejado de utilizar.

BIBLIOGRAFÍA

1. Martínez Pons, J.A. “Química en un museo ferroviario” An. Quím., 116 (3), 2020.
2. Babor J.A., Ibarz Aznárez J. Química general Moderna. Ed Marín Barcelona 1965.
3. H. Brown, Locomotoras de Vapor. Ultramar Editores. Barcelona. 1999.
4. Presión de vapor de agua a diferentes temperaturas.
www.vaxasoftware.com/index.html.
5. M. Pourbaix, Lecciones de Corrosión Electroquímica. Instituto Español de Corrosión y Protección. Madrid. 1987.
6. Díaz Peña, A., Roig Muntaner. Química Física, Volumen II. (pág1249). Alhambra Madrid. 1976.
7. G. Pinto Cañón (ed.), Número extraordinario sobre el Año Internacional de la Tabla Periódica. An. Quim. 115, 2019.
8. Thorpe, E. Enciclopedia de la Química Industrial. Tomo segundo. Labor Barcelona. 1921.
9. Y. V. Jodakov *et al.* Química inorgánica. Libro de texto para escolares. 2.ª parte. MIR, Moscú.

DIVULGAR PARA EDUCAR



IV CERTAMEN DE PROYECTOS EDUCATIVOS DE QUÍMICA

IV CERTAMEN DE PROYECTOS EDUCATIVOS DE QUÍMICA

“Explorando Ciencia, Creando Futuro”




FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID

Bases e Inscripción





Con el apoyo y la colaboración de:






Sección Territorial de Madrid

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






SUSCHEM ES

Química Sostenible






Vicerrectorado de Estudiantes
Unidad de Orientación y Difusión

BOLETÍN DE DIVULGACIÓN. Nº 43

Facultad de Ciencias Químicas. UCM
Vicedecanato de Ordenación Académica, Biblioteca y Divulgación



Fotografía: Elena Espada Bernabé



FACULTAD DE
CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID