



QUÍMICA

CATALIZADOR MÁS EFICIENTE Y RESISTENTE

para reducir las emisiones de los coches

Instituto de Tecnología Química (ITQ, CSIC-UPV)

Un nuevo catalizador podría transformar los sistemas que eliminan gases tóxicos de los vehículos, como el monóxido de carbono (CO). Es hasta 4 veces más eficaz que los actuales, manteniendo su rendimiento incluso en condiciones extremas de calor y oxígeno, donde otros materiales se degradan. Esto lo convierte en una solución prometedora para reducir la contaminación en motores de automóviles y procesos industriales.

La investigación liderada por el ITQ, centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universitat Politècnica de València (UPV), ha dado lugar a un nuevo tipo de catalizador capaz de eliminar el monóxido de carbono, un gas tóxico, de manera más efectiva y duradera que los catalizadores que se utilizan actualmente y ayudaría a reducir las emisiones contaminantes de los vehículos. La investigación ha sido publicada en *Nature Communications*, que ha destacado los resultados en su sección *Highlights*.

El nuevo tipo de catalizador platino/óxido de cerio (Pt/CeO₂) desarrollado por el grupo de investigación «Materiales avanzados para catálisis y procesos sostenibles» del ITQ cuenta con un innovador diseño que logra una alta actividad catalítica sin desactivarse. La desactivación se suele producir en procesos que requieren de alta temperatura o de un exceso de oxígeno como, por ejemplo, en los motores de gasolina.

Alta estabilidad

«El catalizador consigue una alta actividad y estabilidad simultáneamente en la oxidación de CO. Esto se logra gracias a que los centros activos de platino están atrapados en escalones en forma de V del óxido de cerio, que actúa a la vez como soporte y cocatalizador. Esta disposición estructural inédita impide la reoxidación de los catalizadores, un mecanismo habitual en la desactivación de catalizadores tradicionales de platino sobre óxido de cerio», explica Pedro Serna, investigador del CSIC en el ITQ y autor principal de la investigación.

Este nuevo catalizador tiene aplicación directa en el control de emisiones y es clave para cualquier tecnología que requiera oxidación de CO en condiciones operativas exigentes como, por ejemplo, en las industrias energéticas, en descontaminación y gasificación. Por ejemplo, cuando en el motor de un coche produce CO, el catalizador ayuda a que el gas se oxide rápidamente a dióxido de carbono (CO₂) antes de salir por el tubo de escape. De esta forma, se reduce la contaminación emitida por el vehículo.

«El desarrollo de un catalizador de oxidación de CO altamente activo y estable representa un avance clave en la reducción de emisiones contaminantes. Este nuevo material mejora la depuración de gases en vehículos de gasolina y optimiza el control ambiental en el transporte aéreo. Además, se mejora la seguridad y sostenibilidad en procesos industriales. Esta innovación abre la puerta a tecnologías más limpias y eficientes, con potencial aplicación en distintos sectores estratégicos vinculados con la



De izquierda a derecha, Manuel Moliner, Mercedes Boronat, Pedro Serna y Benjamín Bohigues.



industria química y energética», afirma el investigador del CSIC.

Técnicas de investigación avanzadas

Para desarrollar este nuevo catalizador, se han empleado numerosas técnicas de investigación avanzadas, entre las que destacan el uso de sincrotrones (XAS), microscopios electrónicos de ultra-alta resolución (HAADF-STEM), CO-DRIFT, Espectroscopía Fotoelectrónica de Rayos X (XPS), estudios cinéticos y de modelado DFT (Teoría del

Funcional de la Densidad). Gracias a estas técnicas, se ha podido identificar la naturaleza atómica exacta de los clústeres y comprender mejor su funcionamiento para, así, desarrollar el nuevo catalizador.

En la investigación liderada por el ITQ, también han participado el Department of Chemistry and NIS Centre de la University of Turin (Turín, Italia); el European Synchrotron Radiation Facility (Grenoble, Francia); y el Department of Materials and Environmental Chemistry de la Stockholm University (Estocolmo, Suecia).



NUEVOS CATALIZADORES PARA LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO VERDE, MÁS EFICIENTES Y DE MENOR GASTO ENERGÉTICO

Un equipo liderado por el Instituto de Ciencia Molecular (ICMol) de la Universitat de València (UV) ha creado un método para desarrollar catalizadores basados en níquel y hierro, más eficientes y escalables para la producción de hidrógeno verde mediante electrólisis del agua.

Esta tecnología ha sido patentada por la institución académica y licenciada a Matteco -*spin-off* de la UV- para su explotación y transferencia a la industria.

El trabajo aparece publicado en *Nature Communications*.



las de combustible, etc.-, sin tener que recurrir a materiales costosos o difíciles de escalar, es decir, difíciles de producir de manera abundante para su uso a gran escala.

El estudio describe un nuevo método para fabricar, de forma sencilla y escalable, un catalizador avanzado a base de hidróxidos dobles laminares de níquel-hierro (NiFe-LDHs), dos elementos abundantes en la naturaleza y no críticos, es decir, cuyo uso es viable, sostenible y seguro para la industria.

Este catalizador supera las dificultades que tenían los compuestos anteriores de níquel y hierro para ser aplicados a escala comercial. «Hemos conseguido sintetizar de forma sencilla y escalable un tipo de material muy eficiente para producir hidrógeno con menos energía. Esto contribuirá a que tecnologías como la electrólisis sean más accesibles y competitivas», señala Gonzalo Abellán, investigador del ICMol y responsable principal del proyecto.

Concretamente, el método utiliza una reacción química fundamentada en epóxidos que se realiza a temperatura ambiente y en condiciones suaves, favorables para la seguridad y la sostenibilidad del proceso. Los materiales sintetizados muestran, según el artículo, una mejora significativa en eficiencia cuando se integran en una celda completa de electrólisis de membrana de intercambio aniónico (*Anion Exchange Membrane Water Electrolysis* – AEMWE).

El resultado es un material catalítico mucho más eficiente, que reduce significativamente la necesidad energética para la producción de hidrógeno verde, contribuyendo, de esta forma, a los objetivos de descarbonización industrial marcados por las políticas científicas y climáticas de la Unión Europea.

El proceso y el material desarrollado se encuentran protegidos por una patente, que es titularidad de la UV, que Matteco está industrializando en línea con la transición hacia un modelo energético descarbonizado. La patente se ha extendido a más de 50 países de todo el mundo.

La producción de hidrógeno verde mediante electrólisis requiere materiales eficientes y sostenibles. Un reto importante en esta área consiste en mejorar la reacción de evolución de oxígeno -algo fundamental para desarrollar dispositivos electroquímicos, como electrolizadores, pi-



CATALIZADOR PARA OBTENER compuestos clave para la industria farmacéutica

Un equipo del Instituto de Tecnología Química (ITQ), centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universitat Politècnica de València (UPV), junto con el Departamento de Química Orgánica de la Facultad de Farmacia de la Universitat de València (UV), han desarrollado un nuevo catalizador que permite obtener lactamas, compuestos esenciales para las industrias farmacéutica y de polímeros. Y lo hace de una manera sostenible, a partir de compuestos orgánicos muy accesibles y generando sólo agua como subproducto de la reacción. El avance se publica en la revista *Nature Communications*.

Las lactamas son grupos funcionales presentes en la estructura de moléculas orgánicas muy relevantes. De hecho, las lactamas son amidas, sustancias que constituyen parte esencial de las proteínas, y, sin ellas, la vida no sería posible. Además, las lactamas son muy importantes para la industria farmacéutica: la penicilina es una lactama.

«Hemos sido capaces de desarrollar el primer

sistema catalítico de amplia aplicabilidad para obtener de manera práctica, sostenible y selectiva lactamas a partir de compuestos orgánicos muy accesibles e hidrógeno, donde el sustrato de partida, en este caso una imida cíclica, sufre un proceso de hidrogenación generando agua como único subproducto de la reacción», explica Jose Ramón Cabrero, científico titular del CSIC en el ITQ y autor de correspondencia del trabajo.

El sistema catalítico funciona gracias a que uno de los metales presentes en el material, la plata, es capaz de transformar químicamente al otro metal, el renio, en presencia de hidrógeno. Cuando esto ocurre, ambos metales cooperan para trasladar hidrógeno en forma de gas a la estructura del compuesto de partida (el compuesto orgánico imida cíclica) y transformarlo en una lactama, el producto buscado. En este proceso, parte del hidrógeno se incorpora a la molécula y la otra parte genera agua mediante su combinación con el átomo de oxígeno procedente del producto de partida.

PRODUCEN HIDRÓGENO

a partir de amoníaco eficiente, seguro y escalable

Investigadores del Instituto de Tecnología Química (ITQ), centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universitat Politècnica de València (UPV), junto con personal investigador de la Universitat Politècnica de Catalunya – BarcelonaTech (UPC), ha desarrollado un nuevo modelo de control de producción de hidrógeno de nueva generación orientado a mejorar la seguridad, la eficiencia y la escalabilidad de esta tecnología. Este nuevo sistema integra los 4 pasos para obtener hidrógeno a partir de amoníaco en un único reactor, logrando eficiencias energéticas sin precedentes y obteniendo hidrógeno de alta pureza para su almacenaje o transporte. Los resultados han sido publicados en la revista *International Journal of Hydrogen Energy*.

El amoníaco, debido a su alta densidad de hidrógeno (contiene un 17,6 % de hidrógeno en peso) y a su infraestructura de producción y distribución consolidada, se considera uno de los portadores de hidrógeno más prometedores. Sin embargo, la extracción convencional de hidrógeno a partir del amoníaco requiere de varios procesos, que combinan el calentamiento a altas temperaturas con

catalizadores (craqueo catalítico), separación y compresión, donde se producen importantes pérdidas de energía.

Enmarcada en el proyecto SINGLE, que colidera el ITQ, la investigación se centra en el modelado y el control de Reactores Electroquímicos de Cerámica de Protones (PCER, por sus siglas en inglés), un sistema que permite que los protones se muevan a través de una membrana cerámica mientras se realizan reacciones químicas controladas como la descomposición del amoníaco para generar hidrógeno y nitrógeno. Posteriormente, otro sistema electroquímico permite separar y presurizar el hidrógeno generado.

«El nuevo concepto PCER desarrollado en el proyecto SINGLE es una metodología innovadora que integra la deshidrogenación del amoníaco, la separación del hidrógeno y la compresión electroquímica en un único paso. Esto elimina la necesidad de fuentes de calor externas y compresores mecánicos, lo que mejora considerablemente la eficiencia energética general», explica David Catalán, investigador postdoctoral en el ITQ y uno de los autores principales de la investigación.



HIDRÓGENO VERDE MÁS SOSTENIBLE

mediante inducción magnética

Instituto de Tecnología Química (ITQ, CSIC-UPV)

Un grupo de investigación del ITQ, centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universitat Politècnica de València (UPV), ha desarrollado una nueva tecnología que produce hidrógeno verde de forma más sostenible gracias a la electrólisis del agua, proceso químico que descompone el agua en hidrógeno y oxígeno mediante una corriente eléctrica.

Los nuevos electrocatalizadores utilizan metales abundantes como el cobalto y reducen la tradicional dependencia de metales escasos y caros como el iridio y el rutenio. La aplicación, además de un campo magnético, abre la puerta a diseñar reactores más eficientes, con menor consumo energético y una mayor durabilidad del catalizador. La investigación ha sido publicada en la revista *Small*.

Un electrocatalizador es un tipo de catalizador (una sustancia que acelera una reacción química sin consumirse en el proceso) que aumenta la velocidad de las reacciones electroquímicas y disminuye la energía requerida.

Estos nuevos electrocatalizadores desarrollados por el ITQ están basados en nanopartículas de cobalto encapsuladas en carbono y se usan en una reacción conocida como Reacción de Evolución de Oxígeno (OER, por sus siglas en inglés).

Esta reacción electroquímica, en la que las moléculas de agua se oxidan para producir oxígeno gaseoso, protones y electrones, está

asistida mediante un campo magnético alterno. «Esto supone una novedad, ya que muy pocos estudios combinan una tecnología como la inducción magnética con procesos electroquímicos», afirma Pascual Oña, científico titular del CSIC en el ITQ y coautor de la investigación.

La investigación ha confirmado que la aplicación de un campo magnético alterno intensifica hasta en un 40 % la respuesta catalítica de las nanopartículas encapsuladas en carbono durante la electrólisis del agua, concretamente en el proceso de la reacción OER, que se traduce en una mejora energética en esta etapa limitante del proceso.

En consecuencia, la utilización de este proceso supone un gran ahorro energético a la hora de generar hidrógeno verde, según los resultados de la investigación.

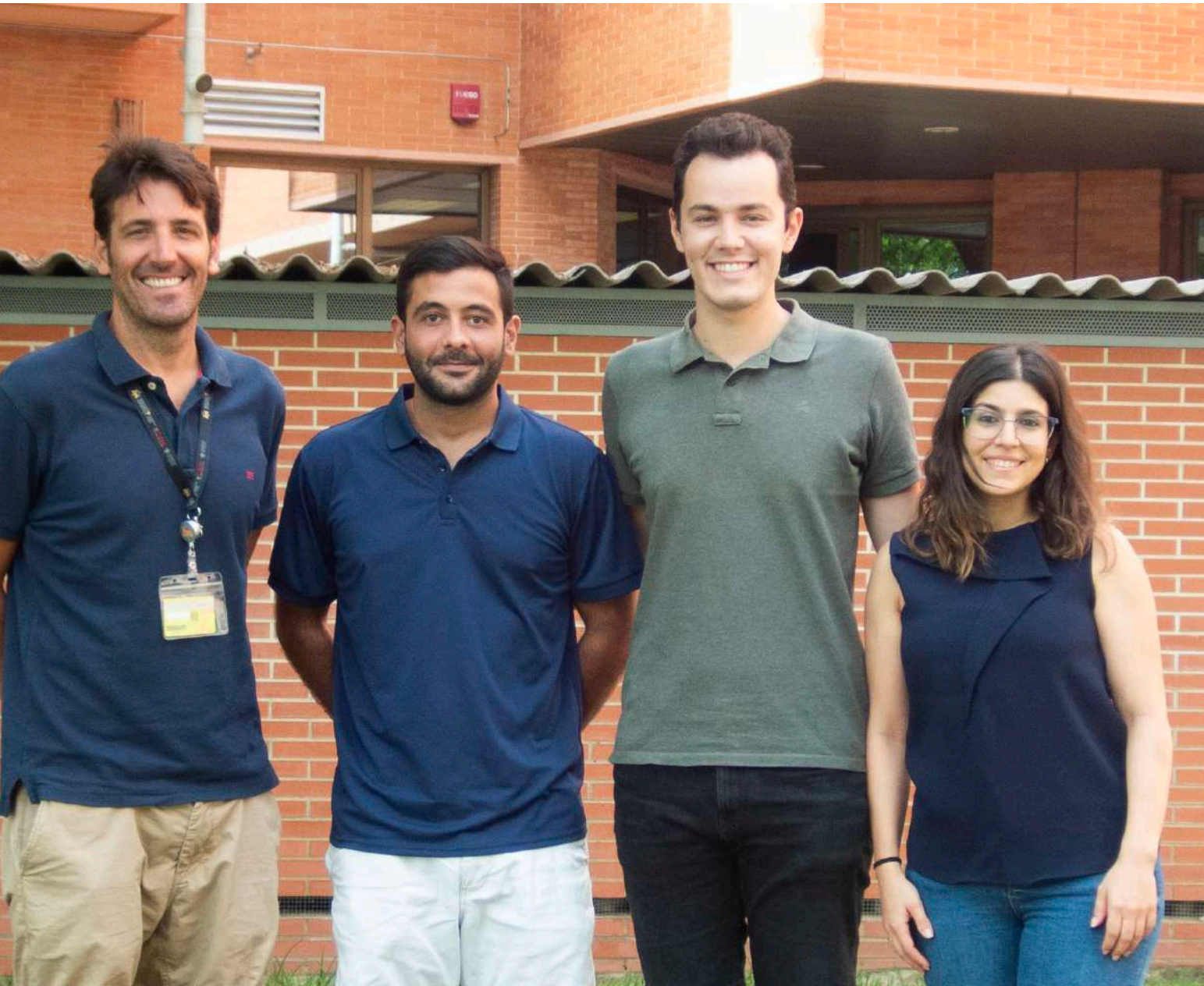
Mejor rendimiento de la reacción

El equipo de investigación del ITQ ha demostrado una mejora de hasta un 14 % del rendimiento de la OER, que, hasta el momento, era el principal obstáculo de esta tecnología, debido a la baja velocidad a la que ocurre la reacción. Dicha mejora se ha conseguido gracias a un calentamiento localizado en la superficie del electrodo con un menor consumo energético.

Otro hito ha sido verificar, por primera vez, la alta estabilidad estructural y funcional de los electrocatalizadores desarrollados, ya que sus propiedades magnéticas se mantienen apenas



De izquierda a derecha, Pascual Oña, Jordán Martínez, José Luis del Riu, Silvia Gutiérrez, científicos del ITQ (CSIC-UPV).



intactas después de procesos prolongados bajo un campo magnético alterno. Esto supone una novedad respecto al empleo de otros métodos.

«La investigación también propone un nuevo método de síntesis que permite modular de forma sencilla la carga metálica de un catalizador encapsulado en carbono como vía para fabricar nuevos catalizadores robustos con otras aplicaciones como, por ejemplo, la valorización de moléculas derivadas de la biomasa o de dióxido de carbono, la hidrogenación de CO₂, alquinos y otros grupos funcionales insaturados», asegura Pascual Oña.

Investigación internacional

La investigación se ha llevado a cabo mediante una colaboración internacional entre varias instituciones académicas y centros de investigación de alto nivel. Además del grupo de investigación Materiales Porosos para Procesos de Adsorción, Separación y Aplicaciones Medioambientales del ITQ, participa el Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM-CSIC); el Grupo de Cinética Electrónica e Instrumentación del Departamento de Química Física de Universidad de Sevilla; el University College London y el Research Complex at Harwell (ambos en Reino Unido).



**NUEVA GENERACIÓN DE CATALIZADORES
HÍBRIDOS PARA ELECTRIFICAR LA INDUSTRIA
QUÍMICA Y HACERLA MÁS LIMPIA Y EFICIENTE**




La descarbonización de la industria química es uno de los mayores desafíos en la transición hacia una economía sostenible. Uno de los pilares para este objetivo es la electrificación de procesos catalíticos, lo que permite sustituir el calor de combustibles fósiles por energía eléctrica procedente de fuentes renovables. Esta transformación no sólo reduce drásticamente las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también abre nuevas oportunidades para diseñar procesos más eficientes y selectivos.

Investigadores de la Universidad de Alicante (UA) y de la Universidad Federal de Río de Janeiro (UFRJ) han logrado un avance significativo relacionado con la descarbonización de la industria química gracias al desarrollo de una nueva clase de materiales catalíticos híbridos en los que la fase de calentamiento está completamente integrada dentro del catalizador, en lugar de ser añadida como una mezcla externa.

Los resultados de este avance, publicados en la revista científica *ACS Omega*, representan un avance clave en la electrificación de procesos químicos industriales esenciales. La publicación ha sido firmada por Javier García, catedrático de Química Inorgánica de la UA, junto a Alexandre F. Young, Julia T. de Souza, Antonio M.L.M. Costa, Pedro N. Romano y João M.A.R. de Almeida, de la UFRJ.

La innovación se basa en la síntesis de zeolitas en presencia de nanopartículas de carburo de silicio, un material altamente eficiente en la absorción de microondas e inducción electromagnética. Como resultado, se obtiene un material compuesto en el que los cristales de zeolita encapsulan las nanopartículas de carburo de silicio, lo que garantiza un contacto íntimo entre la fase catalítica y la fase de calentamiento.

Este diseño estructural innovador permite una transferencia de calor más rápida y localizada, con lo que se mejora la eficiencia de las reacciones químicas. Los experimentos han demostrado que este material híbrido es capaz de alcanzar la misma conversión que los catalizadores convencionales, pero utiliza un 40 % menos de energía. Los resultados ofrecen un camino importante hacia el desarrollo de catalizadores más eficientes basados en zeolitas, lo cual es fundamental para lograr una química más sostenible. En concreto, durante el proceso se han ensayado en la alquilación de mesitileno y alcohol bencílico, una reacción crucial en la industria petroquímica para la producción de compuestos valiosos como los alquilatos bencílicos, utilizados en detergentes, disolventes y otros productos.



PRODUCTOS QUÍMICOS Y COMBUSTIBLE A PARTIR DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE FORMA MÁS EFICIENTE Y SOSTENIBLE

Un grupo de investigación del Instituto de Tecnología Química (ITQ), centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universitat Politècnica de València (UPV), ha desarrollado dos nuevos catalizadores, sustancias que aceleran una reacción química, capaces de obtener productos químicos y gas combustible a partir del dióxido de carbono, el principal gas de efecto invernadero. Y lo hacen mediante inducción magnética, una tecnología eficiente y sostenible, gracias a las propiedades de estos catalizadores. Los avances han sido publicados en la revista *ACS Catalysis*.

Los nuevos catalizadores están compuestos por nanopartículas de cobalto encapsuladas en carbono. En el momento en que se aplica un campo magnético, estos materiales actúan simultáneamente como catalizadores y como agentes calefactores, en este caso, mediante inducción magnética.

El calentamiento por inducción magnética es una tecnología más eficiente y sostenible respecto a las formas de calentamiento convencionales, como los hornos de gas o los que utilizan resistencia eléctrica. La investigación ha demostrado que utilizar el calentamiento por inducción magnética con estos nuevos catalizadores permite operar a temperaturas locales más bajas, pero con temperaturas superficiales elevadas y controladas.

Eficiencia energética sin precedentes

Los catalizadores se han probado en una reacción química bien conocida (*Reverse Water Gas Shift*), una reacción clave para transformar el dióxido de carbono en productos útiles, en este caso monóxido de carbono y vapor de agua. El dióxido de carbono es un gas que forma parte de la atmósfera. Se produce al respirar, al quemar combustibles fósiles y en procesos industriales. Su exceso



en la atmósfera atrapa el calor del Sol, un fenómeno se conoce como efecto invernadero que provoca el calentamiento global.

El sistema de calentamiento por inducción magnética ha demostrado una eficiencia energética sin precedentes en la producción de monóxido de carbono con uno de los catalizadores. Y han conseguido que el catalizador funcione más de 200 horas sin pérdida significativa de actividad ni necesidad de reactivación, lo que garantiza un funcionamiento continuo y sostenible del proceso. También, han obtenido una conversión de dióxido de carbono superior al 70 %.

Procesos industriales sostenibles

Los resultados de esta investigación tienen aplicaciones claras en el ámbito de la captura y utilización de car-

bono y, principalmente, en la producción, más limpia y económica, de gas de síntesis a partir de dióxido de carbono. El gas de síntesis es un intermedio químico que se obtiene a partir de sustancias con carbono sometidas a un proceso químico a altas temperaturas. «El gas de síntesis es esencial para la fabricación tanto de combustibles como de productos químicos, por lo que los avances logrados podrían integrarse en procesos industriales sostenibles, electrificados y con menor huella de carbono, alineados con la transición energética», explica Pascual Oña, científico titular del CSIC en el ITQ (UPV-CSIC) y autor de la investigación.

La investigación está enmarcada en el proyecto europeo LAURELIN, cuyo objetivo es desarrollar tecnologías para convertir dióxido de carbono en metanol renovable mediante diferentes tecnologías emergentes como inducción magnética, plasma o microondas.

SEMICONDUCTORES PARA MEJORAR

los dispositivos electrónicos

Universitat Jaume I de Castelló (UJI)

Las innovaciones en materiales semiconductores están redefiniendo la manera en que se diseñan los dispositivos electrónicos y tecnológicos.

En este contexto, el profesor Juan Ignacio Climente, de la UJI, lidera un proyecto de investigación, enmarcado en el Plan Estatal de Investigación Científica 2021, que busca entender y manipular las propiedades electrónicas de las nanoláminas coloidales.

Estas estructuras semiconductoras, con un comportamiento regido por la mecánica cuántica, tienen el potencial de mejorar significativamente la generación y transmisión de luz, así como el desarrollo de dispositivos electrónicos innovadores.

El proyecto ha conseguido varios avances en el diseño de estos materiales. Se han desarrollado estrategias para modificar de manera controlada la estructura electrónica de las nanoláminas como, por ejemplo, la introducción de cargas eléctricas para ajustar las propiedades magnéticas y ópticas, o la creación de heteroestructuras complejas que permiten modificar la manera en que se combinan electrones y agujeros, mejorando así la eficiencia en aplicaciones optoelectrónicas.

Uno de los descubrimientos más destacados ha sido la demostración de nanoláminas que pueden emitir dos colores de luz diferentes en función de la configuración de los materiales, un fenómeno que abre nuevas perspectivas en

el diseño de pantallas y láseres de precisión.

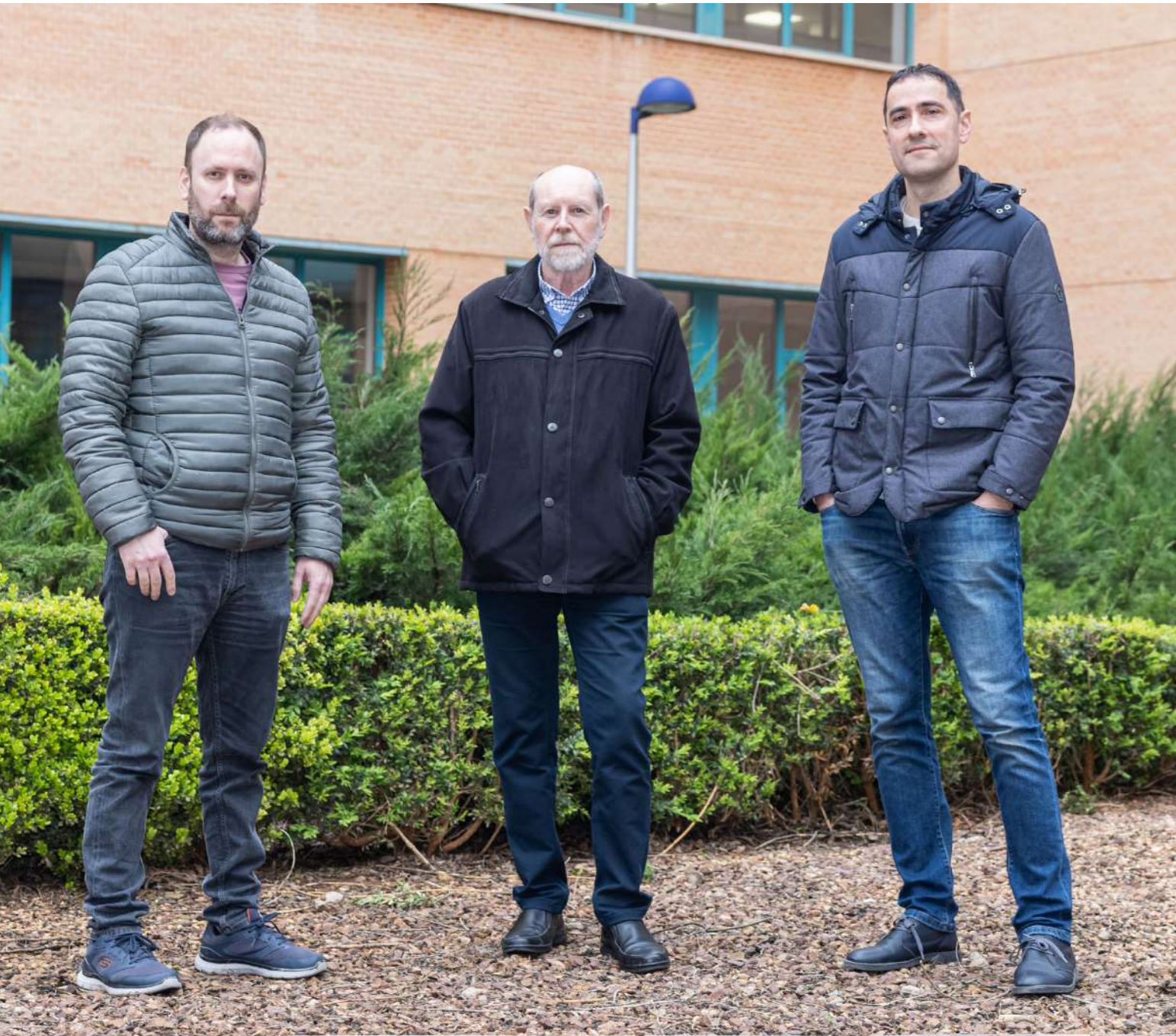
Los investigadores también han avanzado en el estudio de materiales con propiedades topológicas, que podrían dar lugar a nuevos tipos de dispositivos cuánticos. Un aislante topológico es un material que, a pesar de no conducir la electricidad a su interior, sí que lo hace a su superficie de manera eficiente y sin perder energía. Esta propiedad lo hace especialmente útil para la computación cuántica y otras tecnologías electrónicas avanzadas que necesitan materiales más rápidos y eficientes.

Por eso, los primeros resultados han confirmado que es posible inducir una transición de aislante convencional a aislante topológico en nanoláminas de determinados materiales semiconductores, lo cual abre la puerta a nuevas aplicaciones en sensores y computación de alto rendimiento.

El proyecto está casi completado y ha permitido demostrar los objetivos inicialmente planteados. Ahora, el reto recae en los sintetizadores químicos, que tienen que conseguir nanoláminas de HgTe con el grosor adecuado porque muestran propiedades topológicas; así como en los especialistas en microscopía de efecto túnel (*Scanning Tunneling Microscopy*), que tienen que conseguir cargar estas nanoláminas electrón a electrón para verificar que el llenado de capas electrónicas es diferente al que se encuentra en los átomos naturales.

Juan Ignacio Climente coordina el Grupo de





Química Cuántica de la UJI, un referente en el estudio de materiales semiconductores de baja dimensión como puntos cuánticos, nanocristales y nanoláminas.

Este grupo aplica técnicas avanzadas de química cuántica y física del estado sólido para entender y predecir el comportamiento de estas nanoestructuras, trabajando estrechamente con colaboradores internacionales para impulsar el desarrollo de nuevos materiales y tecnologías.

Este proyecto pone de manifiesto la capacidad de la UJI para encabezar investigaciones líderes con impacto global. Los avances logrados no son sólo una prueba del compromiso con la investigación innovadora, sino también un paso adelante para situar la ciencia al servicio de la sociedad, con soluciones que podrían transformar nuestra manera de interactuar con la tecnología.



RESIDUOS DE CHUCHES

para producir bioplásticos y antioxidantes

Los investigadores del grupo de investigación de Bioquímica Aplicada de la Universidad de Alicante (UA), que dirige la catedrática Rosa María Martínez, ha comprobado que, con los residuos de chuches y usando haloarqueas como «factoría celular», se puede producir bioplástico y el carotenoide C50 bacterioruberina (BR), un extraordinario compuesto antioxidante con propiedades anticancerígenas, antilipídicas, antiglicídicas y antioxidantes.

«Lo que hemos estado haciendo es optimizar la producción de bioplásticos y pigmentos naturales con la idea de generar una cantidad significativa que pueda ser comercializable, pero nos dimos cuenta de que teníamos que abaratar los costes para tener productos naturales competitivos en los mercados a los que irían destinados», relata la investigadora, quien cuenta que, para que los microorganismos fabriquen los bioplásticos y los pigmentos naturales, es necesario disponer de una gran cantidad de carbono, o en otras palabras, de mucho azúcar. «¿Y dónde vamos a encontrar más azúcar que en la industria de las golosinas?», señala Martínez.

«De esta forma, hemos diseñado un proceso de economía circular que ofrece una alternativa respetuosa con el medio ambiente para producir bioplásticos y pigmentos naturales muy demandados por diversos sectores industriales, entre ellos, los de la cosmética, la farmacéutica y la alimentación».

«La industria que ha proporcionado los residuos es Vidal Golosinas, S.A., y, básicamente, se trata de los residuos de almidón o las pequeñas bolitas que recubren las gominolas conocidas como moras, que caen de las máquinas o mermas que quedan en los distintos pasos de la producción», explica la investigadora, quien subraya, además, que este uso ha sido un gran reto. puesto que se ha utilizado el residuo sin limpiar «y, aun así, ha dado magníficos resultados». El próximo paso «para abaratar aún más el coste» será utilizar la salmuera de la planta desaladora de la UA y las aguas residuales de las empresas textiles, que utilizan también mucha sal, un componente absolutamente necesario en el caldo de cultivo de las haloarqueas.

PAPEL TÉCNICO RESISTENTE

y ecológico para arte, editorial o decoración de lujo

Un papel técnico de alta resistencia, que dure más y que consuma menos recursos. Este es uno de los grandes retos de sectores como el arte impreso, la edición de lujo, la decoración y el empaquetamiento de alto valor, y se ha logrado con un diseño creado entre el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universitat Politècnica de València (UPV). Se trata de un nuevo papel técnico avanzado que ofrece una alternativa ecológica y eficiente a los papeles premium actuales.

«Nuestro nuevo papel de alta resistencia funciona en procesos exigentes de impresión mecánica como el huecograbado, la estampación o el relieve», explica Pilar Aranda, investigadora del CSIC en el Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM-CSIC) y una de las creadoras del diseño. Su papel tiene un gramaje superior a los 200 gramos por metro cúbico y soporta hasta cinco toneladas de presión sin necesidad de prehumectación –un proceso por el que se le aporta más humedad al papel–, lo que confiere a estos folios un menor im-

pacto medioambiental al reducir tiempos de trabajo y consumo de recursos.

Muchos de los papeles actuales «presentan una vida útil limitada» por, precisamente, esa humectación antes mencionada: «además, su alta dependencia de fibras largas encarece el producto y dificulta la producción a gran escala», explica Rossi Aguilar, investigadora de la UPV en el Centro de Investigación Arte y Entorno (CIAE).

El nuevo diseño está compuesto por fibras recicladas de eucalipto y lino que están reforzadas con aditivos naturales, lo que les otorga «mayor durabilidad, fidelidad de impresión y sostenibilidad», defienden las científicas. Este papel es compatible con tintas al agua y aceite y puede incorporar recubrimientos de conservación, una innovación «útil en entornos artísticos e industriales», añade María Eugenia Eugenio, del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA-CSIC).



VIDRIOS MOLECULARES PARA DISPOSITIVOS

ópticos y electrónicos

Instituto de Ciencia Molecular (ICMol) de la Universitat de València (UV)

Investigadores del ICMol, instituto de la UV, han desarrollado un método pionero para fabricar vidrios a partir de materiales metal-orgánicos (MOF), de forma sencilla y respetuosa con el medio ambiente. Este avance abre nuevas posibilidades para el uso de los MOF en campos como la electrónica, las energías limpias o las tecnologías avanzadas. El estudio ha sido publicado en la revista *Nature Communications*.

Los vidrios basados en MOF son una nueva clase de materiales que combinan las propiedades funcionales de los MOF –compuestos merecedores del Premio Nobel de Química 2025– con la estructura amorfa y procesable del vidrio, por lo que representan un campo innovador en la ciencia de materiales.

Hasta ahora, crear ciertos vidrios usados en tecnología avanzada exigía un paso intermedio complicado: comenzar con estructuras cristalinas y luego fundirlas y enfriarlas. Pero un equipo científico internacional, liderado por la UV, ha encontrado una vía mucho más directa. Usando el propio componente orgánico como medio de reacción y eliminando las condiciones más agresivas del método tradicional, ha conseguido sintetizar un nuevo tipo de vidrio transparente y versátil, sin pasar por el cristal.

Este nuevo método permite trabajar con metales especialmente difíciles de manipular, como el hierro, y da como resultado materiales puros y resistentes a la degradación. Los investigadores han llamado a estos materiales dG-MUV-29 y han mostrado que pueden adaptar su

composición incorporando distintas moléculas, lo que multiplica su potencial.

«Nuestro enfoque no solo simplifica la síntesis, sino que también abre la puerta a trabajar con metales que antes resultaban inviables, como el hierro. Esto amplía considerablemente el abanico de materiales funcionales disponibles, ya que permite explorar composiciones hasta ahora inaccesibles», explica Guillermo Mínguez, director del grupo Crystal Engineering Lab (CEL) del ICMol e Investigador Principal del proyecto. «Estos nuevos vidrios presentan propiedades magnéticas y ópticas excepcionales, lo que los convierte en candidatos idóneos para aplicaciones de vanguardia en electrónica, sensores inteligentes o tecnologías energéticas sostenibles», añade el científico.

Lo verdaderamente innovador es que este proceso limpio permite estudiar en detalle las propiedades magnéticas de estos materiales, algo que hasta ahora resultaba extremadamente complejo. Además, el equipo ha conseguido desarrollar e integrar estos vidrios moleculares en dispositivos optoelectrónicos, allanando el camino para su aplicación futura en sistemas electrónicos avanzados, sensores inteligentes y tecnologías de energía sostenible.

«La posibilidad de fabricar estos vidrios directamente y utilizarlos en dispositivos reales supone un cambio de paradigma en el diseño de materiales funcionales», destaca Luis León, primer autor del trabajo. «Este enfoque no solo facilita su producción, sino que demuestra su





viabilidad tecnológica, abriendo nuevas rutas para el desarrollo de materiales ópticos y magnéticos de alto rendimiento».

Este avance abre la puerta a una nueva generación de vidrios inteligentes que podrían transformar la forma de almacenar energía, diseñar aparatos electrónicos o

fabricar sensores extremadamente sensibles.

Además de la UV, participan en este trabajo el Institut Laue-Langevin de Grenoble (France), el Rutherford Appleton Laboratory de Oxfordshire (UK), la University of Nottingham (UK) y la Universidade de Lisboa.



PRODUCEN PLÁSTICOS Y PRODUCTOS FARMACÉUTICOS SIN METALES NI DISOLVENTES TÓXICOS

Un grupo de investigación del Instituto de Tecnología Química (ITQ), centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universitat Politècnica de València (UPV), ha desarrollado un nuevo método para realizar una reacción fundamental en la industria química, la epoxidación de alquenos, empleando solo oxígeno o aire, sin necesidad de utilizar catalizadores ni disolventes. Esto permite fabricar productos industriales como plásticos, productos farmacéuticos y detergentes, sin emplear disolventes tóxicos ni metales pesados. El nuevo método ha sido patentado y sus resul-

tados se han publicado en *Nature Communications*.

La epoxidación de alquenos es una reacción fundamental en la industria química, en la que un alqueno, una molécula orgánica formada por carbono e hidrógeno, se transforma en un epóxido, compuesto muy reactivo que es muy útil en muchas reacciones químicas e industriales. Son esenciales, entre otras, en la producción de plásticos y resinas epoxi (polímeros de gran resistencia y versatilidad utilizados en la construcción, la informática o la automoción), así como en la fabricación de produc-



que de hecho abre muchas puertas en el ámbito de la química», explica Antonio Leyva, investigador científico del CSIC en el ITQ (UPV-CSIC) y coautor de la investigación.

Hasta ahora, uno de los métodos más comunes para obtener epóxidos es la epoxidación catalítica, un proceso químico en el que los alquenos consiguen el átomo de oxígeno a partir del peróxido de hidrógeno, comúnmente conocido como agua oxigenada. Sin embargo, para que el peróxido done el átomo de oxígeno a los alquenos es necesario la utilización de catalizadores, donde se emplean metales como el vanadio o el titanio, que actúan como mediadores moleculares para convertir los alquenos en epóxidos.

Sin embargo, el innovador método permite obtener epóxidos sin utilizar catalizadores, lo que se consideraba inviable hasta ahora. Además, sus resultados muestran altos niveles de rendimiento y una selectividad de hasta un 90 %, porcentaje que hace referencia a la preferencia de una reacción química por formar un compuesto específico, cuando existe la posibilidad de que sucedan varios resultados diferentes. Para conseguirlo, el sistema emplea distintas formas: se puede realizar la reacción utilizando aire a presiones moderadas (entre 3 y 5 bares); empleando el contacto directo con el aire, donde la reacción puede ocurrir de manera espontánea a temperatura ambiente, algo también inédito hasta el momento; y aplicando oxígeno y calor, con temperaturas entre los 100 y los 200 °C.

Este proceso puede llevarse a cabo en un matraz común abierto al aire durante varias horas, lo que permite aumentar significativamente la producción actual. La reacción se produce a través de una serie de interacciones entre los alquenos en estado líquido y el oxígeno del aire. En estas condiciones, los alquenos reaccionan para formar radicales, que son partículas altamente reactivas capaces de activar el oxígeno del aire. Esto genera un superóxido, es decir, un radical libre o molécula con un electrón desapareado (sin otro electrón en la misma región de alrededor del núcleo de un átomo) que reacciona con los alquenos activados para formar un producto intermedio que, a su vez, interactúa con más oxígeno para dar lugar al producto final: un epóxido.

«Gracias a este proceso, cabe la posibilidad de eliminar tanto el agua oxigenada como los aditivos y el disolvente empleados hasta ahora, sustituyéndolo todo por aire simplemente. De esta forma, se reducen los costes de producción en más de un 50 %», asegura Judit Oliver, investigadora del CSIC en el ITQ (UPV-CSIC) y coautora de la investigación.

tos farmacéuticos, detergentes, fragancias y sabores.

«Los alquenos son como piezas de Lego hechas de carbono e hidrógeno, con un ‘doble enlace’ entre dos de sus átomos de carbono. Ese doble enlace es una especie de punto débil, donde la molécula es más reactiva. La epoxidación es la reacción química que toma esas piezas de Lego, los alquenos, y les añade un átomo de oxígeno para formar una estructura de tres átomos, dos de carbono y uno de oxígeno. El resultado es un nuevo compuesto, el epóxido, mucho más reactivo y versátil, una pieza clave



ARROZ, UVA Y CHUFA para embalajes alimentarios

Raspones y orujos que quedan después del proceso de elaboración del vino, restos de chufa una vez se ha preparado la horchata y otros residuos de difícil reciclaje como la paja del arroz tienen una segunda vida a través de la transformación en materiales biodegradables. De residuo de difícil gestión a oportunidad para una industria como la agroalimentaria que necesita envases sostenibles y menos contaminantes, así como un impulso para la economía circular y la valorización de subproductos agrícolas.

Esto es lo que ha buscado el proyecto Varbiopac (*Valorización de residuos agroalimentarios en la obtención de materiales biodegradables para el envasado activo de alimentos*), desarrollado por personal investigador de la Universitat Politècnica de València (UPV). Estos envases cuentan con propiedades antimicrobianas y antioxidantes capaces de mejorar la conservación de alimentos y, como consecuencia, reducir el desperdicio alimentario.

«La sostenibilidad ya no es una opción, es una necesidad. Autoridades y consumidores demandan soluciones más responsables con el medio-

ambiente, y la industria responde desarrollando envases más sostenibles», explica Amparo Chiralt, responsable del proyecto y catedrática de la UPV quien destaca que la sostenibilidad tiene también un impacto económico porque «permite minimizar costes asociados a tasas e impuestos que gravan el uso de plásticos convencionales».

Chiralt destaca también que la valorización de residuos agroalimentarios representa una oportunidad económica significativa al convertirlos en nuevos productos comerciales. «En lugar de gestionar residuos difíciles y costosos, las empresas pueden generar beneficios adicionales y mejorar su competitividad», incide Chiralt.

El proyecto Varbiopac ha obtenido biopolímeros como almidón o PHBV a partir del residuo de la horchata o la paja del arroz, entre otros residuos locales, así como extractos ricos en compuestos fenólicos con propiedades antimicrobianas y antioxidantes. También han elaborado siete tipos de films activos de envasado de alimentos utilizando extractos y materiales de refuerzo obtenidos de diferentes residuos agroalimentarios.

EXTRAEN EL 80 % DE LIGNINA

presente en los restos de coco

Para reducir el impacto del desperdicio de alimentos y contribuir a un sistema más sostenible, investigadores del grupo de Química (bio) Analítica y Circular (bioCir), del Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología de la Universidad de Alicante (UA), han desarrollado un método para extraer más del 80 % de la lignina presente en la cáscara de coco.

La lignina es un compuesto natural que abunda en partes estructurales de plantas y frutas como cáscaras, hojas, huesos o tallos. Sus excelentes propiedades antioxidantes y antimicrobianas la convierten en una sustancia biodegradable con potenciales aplicaciones para la conservación de alimentos, en cosméticos y en medicamentos.

La obtención de esta sustancia es un proceso bastante común, pero el método diseñado por la UA acaba con algunas barreras y limitaciones como el uso de productos químicos, la necesidad de altas temperaturas o tiempos prolongados.

«Los procedimientos convencionales actuales no consiguen un tiempo y un rendimiento de extracción tan alto, que puede alcanzar hasta el 100 % en un tiempo muy corto», explica el catedrático y director del grupo de bioCir, José Luis Todolí. Al tratarse de un procesamiento más rápido y de menor consumo energético, se traduce en un ahorro de energía y recursos. Esta tecnología, ya patentada, «combina ultrasonidos con disolventes eutécticos profundos (DES), unos líquidos naturales y seguros que son biodegradables y no contaminantes», añade el investigador de la UA.

El sistema propuesto implica la preparación del residuo, la mezcla con una solución específica que incluye los disolventes naturales, el ajuste del pH, la aplicación de ultrasonidos y la recuperación final de la lignina. Este método no sólo es más respetuoso con el medio ambiente, sino que también transforma los residuos de coco, que a menudo se desechan, en un recurso útil para la industria.

De izquierda a derecha: Andrea Sala, Guillermo Albadalejo, José Luis Todolí, Raquel Sánchez, Ana Beltrán, Arancha Valdés, Esther Cámara, Pablo Ramírez, Mar Todolí, Ángela Lozano, Raúl Todolí, Rebecca Pérez y Nátalia Ceniñagoya.





DIAMANTES PARA PROTEGER LOS ECOSISTEMAS Y NUESTRA SALUD

Antibióticos, analgésicos o fármacos para el corazón llegan cada día a ríos y lagos tras atravesar las depuradoras, convirtiéndose en un contaminante invisible que amenaza a los ecosistemas y también a la salud. Estos restos de medicamentos no sólo dañan la biodiversidad acuática, sino que además favorecen la aparición de bacterias resistentes a los antibióticos, un problema que la Organización Mundial de la Salud considera una de las principales amenazas sanitarias del siglo XXI.

Ahora, un equipo del Instituto Universitario de Seguridad Industrial, Radiofísica y Medioambiental (ISIRYM) de la Universitat Politècnica de València (UPV) y del grupo Calagua (formado por personal del Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente de la UPV y del Departamento de Ingeniería Química de la Universitat de

València-UV), ha comprobado la validez de una técnica basada en electricidad para destruir estos compuestos antes de que lleguen a la naturaleza. Se llama oxidación electroquímica y utiliza un material muy especial: el diamante dopado con boro. El estudio se ha publicado en la revista *Separation and Purification Technology*.

Gracias a sus propiedades, este material genera unos radicales altamente reactivos que atacan las moléculas de los fármacos y las descomponen hasta convertirlas en compuestos inocuos como agua y dióxido de carbono.

«Según la Agencia Europea de Medio Ambiente, menos de un tercio de las aguas superficiales de la Unión Europea presentan actualmente un buen estado químico. La contaminación farmacéutica es una de las principales



causas. Y el problema va más allá de lo ambiental: los antibióticos suponen una amenaza aguda al alimentar la resistencia antimicrobiana (RAM). Cuando las bacterias se exponen constantemente a trazas de antibióticos, evolucionan para sobrevivir, dejando inservibles tratamientos antes eficaces. Así, lejos de ser un artículo de joyería, el diamante dopado con boro podría ser una de las herramientas más poderosas para eliminar fármacos del agua contaminada y frenar la resistencia a los antibióticos», apunta Manuel César Martí.

Ibuprofeno y medicamentos para el corazón

En los experimentos en sus laboratorios, el equipo del ISIRYM de la UPV y del grupo Calagua (UPV-UV) consiguió eliminar casi por completo tres medicamentos

muy habituales: ibuprofeno, norfloxacino -antibiótico que se utiliza para tratar infecciones bacterianas en el aparato urinario, como cistitis o prostatitis; y atenolol, medicamento utilizado para tratar problemas del corazón y del sistema circulatorio como arritmias, hipertensión arterial o angina de pecho.

«La principal ventaja es que la eliminación se produce de manera controlada y eficaz, independientemente de la cantidad inicial de contaminantes. Los resultados constatan que es especialmente eficiente cuando las concentraciones son altas, lo que lo hace idóneo para aguas residuales de hospitales o industrias farmacéuticas», destaca Jordi Carrillo, investigador del grupo Calagua.



MOLÉCULAS QUE BLOQUEAN el crecimiento de células cancerosas

Un equipo de la Universitat Jaume I de Castelló (UJI), liderado por Eva Falomir, coordinadora del grupo Química para la Medicina (JMC), ha probado, con resultados prometedores, la eficacia de moléculas previamente diseñadas y sintetizadas por el mismo grupo que serían capaces de bloquear el crecimiento de células cancerosas gracias a su capacidad de alteración de algunas propiedades del microambiente, como la inmunidad, la inflamación o la creación de nuevos vasos sanguíneos.

El equipo investigador ha sintetizado y evaluado biológicamente más de un centenar de pequeñas moléculas orgánicas de tipo ariltriazoles y tetrazoles, de tipos estireno y derivados estirilurea o estirilcarbamatós.

Los resultados preliminares han mostrado, por ejemplo, que los compuestos con plantilla tetrazólica o triazólica no son nada tóxicos por sí mismos, pero tienen capacidad para bloquear el

crecimiento de células cancerosas cuando estas están en presencia de células defensivas como las células T o los monocitos. Se ha comprobado que, *in vitro*, algunos de estos compuestos son capaces de modular la inflamación, reduciendo la presencia de citocinas proinflamatorias en MT y de estimular la capacidad inmunológica, activando las células defensivas contra las tumorales. Además, algunos de ellos se han mostrado selectivos para diferenciar las células cancerosas de las sanas y propiciar la apoptosis (muerte programada) de células malas. En algunos de estos compuestos diseñados por el grupo, la experimentación *in vitro* sugiere que son moléculas con capacidades inhibitoras en dos de las proteínas que tienen un papel crucial en la extensión del cáncer.

Algunas de estas moléculas han manifestado que pueden aumentar la actividad de las células inmunitarias T CD8+, decisivas para luchar contra esta enfermedad.

DETECTAN ESCOPALAMINA

droga muy usada en delitos de sumisión química

La Universitat Politècnica de València (UPV), con la colaboración del Servicio Central de Instrumentación Científica de la Universitat Jaume I de Castelló (UJI), ha liderado el desarrollo de un nuevo sensor capaz de detectar de forma muy rápida y sencilla escopolamina, una de las sustancias más utilizadas en delitos de sumisión química, especialmente en agresiones sexuales. El sensor detecta la presencia de esta droga en menos de cinco minutos y con una gran sensibilidad. Sus resultados los publica la revista *Angewandte Chemie International Edition* y también han sido patentados.

«La escopolamina es una sustancia difícil de detectar con métodos convencionales, especialmente cuando se encuentra en bebidas. Por ello, nos propusimos desarrollar nuevas herramientas sencillas que permitan alertar de su presencia de manera inmediata», destaca Vicente Martí, investigador del Instituto Interuniversitario de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM) de la UPV.

Según explica Ramón Martínez-Mañez, director del IDM, el funcionamiento del sensor es muy sencillo: cuando la droga entra en contacto con el sensor, se produce una reacción que libera una sustancia fluorescente. Esta liberación genera una señal luminosa muy clara,

cuya intensidad además es proporcional a la cantidad de escopolamina.

«Cuanta más escopolamina hay, más fluorescente se vuelve la señal, lo que permite detectar su presencia y estimar su cantidad, en menos de cinco minutos. Además, el sistema no requiere equipamiento complejo ni personal altamente especializado, lo que facilita su uso potencial en entornos policiales, forenses o de control preventivo», incide el investigador de la UPV. El sensor se basa en una «caja molecular», una estructura química diseñada para reconocer y atrapar moléculas concretas. En este caso, la caja molecular ha sido diseñada para interactuar y atrapar de forma altamente selectiva la escopolamina.

Uno de los aspectos más novedosos del sistema es la sofisticación de su diseño químico. La caja molecular adopta una disposición única que resulta clave para que el proceso de detección de la droga funcione con gran precisión. «Esto es lo que permite que nuestro sensor detecte cantidades muy bajas de droga y que sea especialmente útil para el análisis rápido de sustancias sospechosas, tanto en contextos preventivos como tras una posible agresión», destaca Giovanni Montà-González.



NANOCIENCIA PARA MEJORAR

la reparación de daños en el ADN

Universitat de València (UV) y Universitat Politècnica de València (UPV)

Un equipo de investigadoras de la UV y la UPV han desarrollado un sistema que usa energía luminosa y nanomateriales para activar procesos químicos de interés biomédico, especialmente en el tratamiento de varios tipos de cáncer. Para el estudio, el equipo ha utilizado luz infrarroja y nanozimas –nanomateriales con propiedades similares a las de las enzimas naturales– para reparar determinadas lesiones similares a las que pueden producirse en el ADN humano. Los resultados aparecen publicados en la revista *Nanoscale*.

Mantener la estabilidad del genoma es prioridad fundamental para todos los organismos vivos. Cualquier cambio en la secuencia original de nucleobases puede alterar procesos biológicos clave, perjudicar la función celular o iniciar un proceso cancerígeno. Por ello, las células de mamíferos desarrollan estrategias propias para reparar daños en su ADN. Un ejemplo de ello es la fotorreactivación, mecanismo natural que utiliza la luz visible para revertir *in situ* las lesiones producidas por la radiación ultravioleta.

En los últimos años, los avances en ciencia de los materiales y catálisis han permitido emular, en sistemas sintéticos, el comportamiento de las enzimas naturales. Es el caso de las nanozimas, sistemas artificiales tan eficientes como el de las enzimas naturales. Su aplicación medioambiental y biomédica, aunque con distintos niveles de madurez, está siendo demostrada.

Un equipo formado por investigadoras del Instituto de Ciencia Molecular (ICMol) de la UV y

del Instituto de Tecnología Química (ITQ), centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y de la UPV, ha descrito un sistema para reparar determinadas lesiones en el ADN, mediante una innovadora estrategia de fotorreparación.

El trabajo se basa en el estudio de dos aductos de eteno, lesiones causadas por estrés oxidativo y presentes en el organismo incluso sin exposición a carcinógenos externos. Para la investigación, el equipo ha utilizado los llamados nanohíbridos de upconversión, nanomateriales que resultan de la combinación de varios componentes y que tienen la capacidad de emitir luz en la región visible al absorber radiación infrarroja. Es decir, combinan partículas activadas por luz infrarroja con compuestos fotosensibilizadores, logrando reparar los dos aductos de eteno.

«La terapia fotodinámica está ganando cada vez más protagonismo como tratamiento complementario y selectivo contra diversos tipos de cáncer, gracias a su capacidad para destruir células tumorales con una mínima afectación en los tejidos sanos. Este enfoque se está consolidando como una alternativa prometedora frente a tratamientos convencionales más agresivos», explica Virginie Lhiaubet, investigadora del Grupo de Catálisis para reacciones orgánicas sostenibles del ITQ y coautora del artículo.

«Las propiedades de los nanomateriales pueden servir para encontrar soluciones a problemas reales y complejos. Con este fin, la investigación



De izquierda a derecha, Laura Francés (ICMol), María González (ICMol), Virginie Lhiaubet (ITQ), Gemma Rodríguez (ITQ) y Delia Belleza (ICMol).



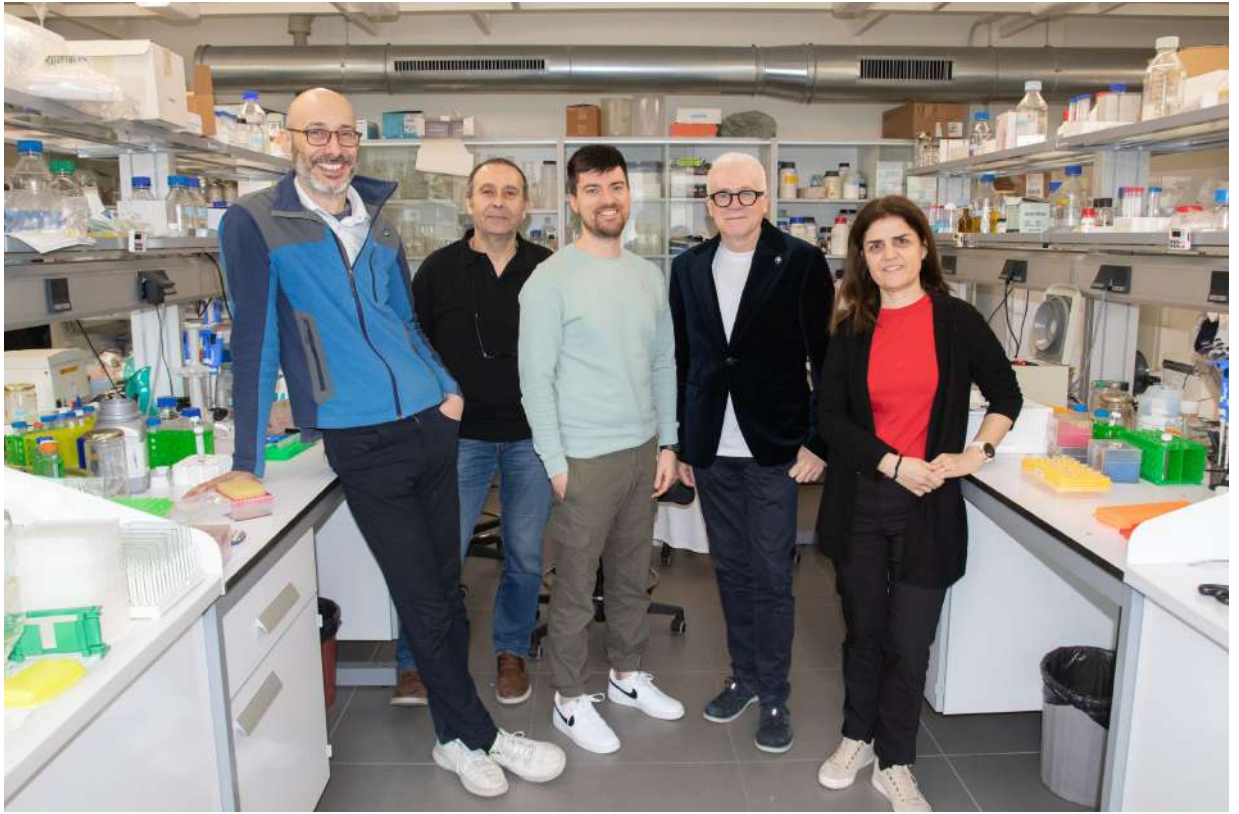
básica ha de establecer modelos sencillos que permitan avanzar tecnológicamente hacia el desarrollo de productos médicos innovadores basados en el uso de nuevos nanomateriales», añade María González, investigadora del ICMol (UV) y coautora del artículo. «A partir de ahora, trabajaremos para maximizar la eficiencia de la fotorreparación, ampliar la versatilidad de las estrategias de reparación del ADN impulsadas por la luz y, al fin y al cabo, mejorar el sistema que hemos desarrollado», concluye la científica.

Por parte de la UV, el trabajo se desarrolla en el Grupo

de Reactividad Fotoquímica del ICMol, y se enmarca en el área de Bioaplicaciones, una línea estratégica incluida en el reconocimiento de este centro de investigación como Unidad de Excelencia María de Maeztu.

El estudio, destacado en *Inside Front Cover* de *Nanoscale* como reconocimiento de la revista a la calidad del estudio publicado, forma parte del Programa Estatal de Generación del Conocimiento del MICIN (PID2021-128348NB-I00 y PID2023-152131NB-I00) y está financiado, además, por la UE NextGenerationEU (PRTR-C17.I1), la GVA, fondos FEDER y Horizon Europe.

De izquierda a derecha, Luis Martínez-Gil, Manuel Sánchez, Brayan Grau, Ismael Mingarro y M^a Jesús García-Murriá. Foto: Francisco Pérez Sánchez.



CÓMO SE COMPORTAN las proteínas en membranas biológicas

Un equipo de investigación del Departamento de Bioquímica y Biología Molecular de la Universitat de València (UV), en colaboración con la Universidad de California-San Francisco y la Universidad de Estocolmo, ha desarrollado una nueva escala que revela las preferencias de los aminoácidos por posicionarse en un entorno de membrana. El trabajo, publicado en la revista *Science Advances*, proporciona una herramienta fundamental para entender mejor el plegamiento y la inserción de proteínas en membranas, un proceso crucial para la función de muchas proteínas implicadas en enfermedades y procesos biológicos clave. Además, también proporciona una herramienta útil para diseñar proteínas sintéticas con aplicaciones biomédicas y biotecnológicas.

La nueva escala revela las preferencias de los aminoácidos por posicionarse en un entorno de membrana, ya sea en regiones transmembrana del núcleo o directamente dispuestas en forma de hélice en la interfase. Estas dos regiones componen las

membranas biológicas y pueden diferenciarse fácilmente por sus características fisicoquímicas: el núcleo de la membrana es la región internamente hidrofóbica debido a la presencia de las cadenas hidrocarbonadas de los ácidos grasos, mientras que la interfase de la membrana es la zona de transición entre ese núcleo hidrofóbico y el medio acuoso, donde se ubican las cabezas polares de los lípidos.

«Nuestro estudio ofrece una visión sin precedentes sobre cómo las secuencias de aminoácidos determinan si una proteína se inserta en la membrana o permanece adherida en la superficie, en la interfase entre la membrana y el medio acuoso. Esto no sólo nos ayuda a comprender mejor los mecanismos biológicos, sino que también abre nuevas vías para el diseño de proteínas y péptidos con aplicaciones terapéuticas», destaca Ismael Mingarro, catedrático del Departamento de Bioquímica y Biología Molecular de la UV e investigador principal y coordinador del estudio.

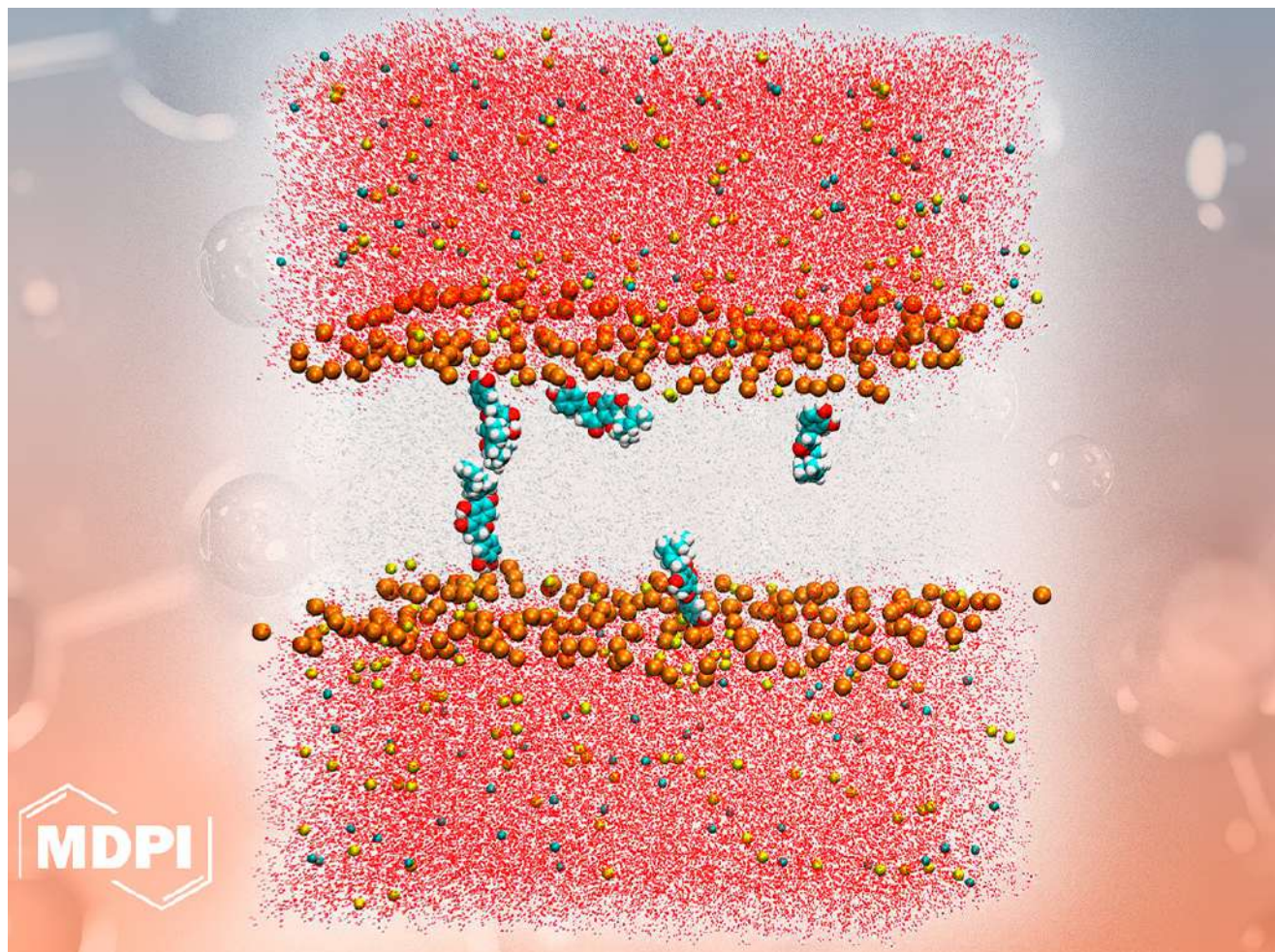
CÓMO EL NINFEOL A actúa en las membranas celulares

Una investigación del catedrático de Bioquímica y Biología Molecular de la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH), José Villalaín, ha logrado describir con gran precisión cómo se comporta el ninfeol A —un compuesto presente en el propóleo— al interactuar con las membranas celulares. El estudio, realizado mediante simulaciones de dinámica molecular, ha sido portada de la revista científica *Membranes*.

El ninfeol A es uno de los principales compuestos bioactivos del propóleo, una sustancia resinosa que producen las abejas meleras y utilizada desde la antigüedad por sus efectos terapéuticos. También se ha aislado a partir de *Macaranga tanarius*, un árbol tropical conocido como macaranga de hojas de parasol, tradicionalmente usado en la medicina asiática. Esta molécula ha demostrado potencial antioxidante, antimicrobiano y anticancerígeno en otros estudios, lo que la convierte en un candidato interesante para el desarrollo de compuestos terapéuticos.

Con el objetivo de entender mejor cómo ejerce su actividad biológica, el profesor Villalaín empleó técnicas de simulación por dinámica molecular, capaces de recrear membranas celulares complejas como las presentes en organismos humanos. «He podido estudiar cómo se comporta el ninfeol A dentro de una membrana biológica compleja, lo que ayuda a explicar su eficacia terapéutica», señala el investigador, adscrito al Instituto de Investigación, Desarrollo e Innovación en Biotecnología Sanitaria de Elche (IDiBE-UMH).

Los resultados muestran que el ninfeol A se inserta de forma espontánea en la membrana y tiende a adoptar su conformación más extendida, lo que podría facilitar sus interacciones con los lípidos que la componen. Aunque actúa principalmente como molécula individual, también puede formar pequeños agregados.



Las tierras raras están dispersas por la corteza terrestre y el uranio y el torio son elementos presentes en la naturaleza (suelos, rocas y agua). Foto: Pexels.

DESARROLLAN UN MÉTODO SOSTENIBLE PARA EXTRAER TIERRAS RARAS, URANIO Y TORIO



La Universidad de Alicante (UA) ha patentado un nuevo procedimiento de extracción selectiva de elementos críticos que permite recuperar tierras raras, uranio y torio con una eficacia del 95 %. La tecnología ha sido desarrollada por investigadores de los institutos univer-

sitarios de Síntesis Orgánica (ISO) y el de Agua y de las Ciencias Ambientales (IUACA).

Una de las principales ventajas de esta formulación química, sin precedentes en el mercado, es su capaci-



dad de reutilización. «Tras el proceso de extracción, la mezcla puede recuperarse casi en su totalidad y volver a emplearse en nuevos ciclos, sin perder la eficacia ni selectividad», explican los catedráticos de la UA, Guillermo Grindlay y José Miguel Sansano.

Además, el procedimiento se realiza bajo condiciones suaves de reacción (temperaturas entre 0°C y 25 °C), lo que reduce el consumo energético y minimiza el impacto ambiental.

La formulación se adaptaría extraordinariamente al proceso de separación de tierras raras, uranio y torio del fosfoyeso, un residuo derivado de la industria de fertilizantes. «Una vez se separan los metales mencionados, se obtendría un yeso purificado de gran calidad y muy útil para el sector de la construcción», añaden los químicos de la UA.

La obtención y separación de elementos críticos de alta demanda y oferta limitada es uno de los grandes retos del siglo XXI por su importancia en sectores como el energético o el tecnológico, pero es una tarea difícil, tediosa y económicamente muy costosa.

En el caso de tierras raras, que es el nombre común de diecisiete elementos químicos que son escasos y están dispersos por la corteza terrestre, se usan como catalizadores muy efectivos en procesos químicos a nivel industrial. Sin embargo, «adquieren una mayor relevancia al ser componentes imprescindibles en más de 200 productos de consumo de alta tecnología, tales como teléfonos móviles, discos duros, vehículos eléctricos e híbridos, monitores y televisores de pantalla plana, en óptica o en aplicaciones militares de defensa para sistemas de guía, láseres, sistemas de radar y sonar», detallan Grindlay y Sansano.

Por su parte, el uranio y el torio son elementos radiactivos muy abundantes en la naturaleza (suelos, rocas y agua), que se utilizan principalmente en reactores, armas nucleares y en medicina nuclear.

Frente a los métodos convencionales para la extracción de estos metales, que requieren reactivos agresivos y un elevado consumo energético, la solución desarrollada por los investigadores de la UA utiliza componentes accesibles y de fácil síntesis, lo que reduce los costes y facilita su implementación.

Su aplicación puede tener un impacto positivo sobre el medioambiente, y puede contribuir a mejorar la sostenibilidad energética a nivel mundial. «Nuestra mezcla es capaz de recuperar metales estratégicos de residuos como el fosfoyeso o de desechos nucleares de una manera selectiva, sostenible y económicamente viable», concluyen los catedráticos de la UA.

CÓMO DESTRUIR TEFLÓN Y OTROS CONTAMINANTES

persistentes a temperatura ambiente

Instituto de Ciencia Molecular (ICMol) de la Universitat de València (UV)

Un equipo internacional, con participación de la UV, ha desarrollado un sistema capaz de degradar tanto el teflón (PTFE) como las sustancias perfluoroalquiladas (PFAS), conocidas como «contaminantes eternos», sin necesidad de altas temperaturas ni reactivos químicos complejos.

El hallazgo, publicado en *Nature Communications*, abre una nueva vía para la eliminación y el reciclaje de compuestos fluorados altamente persistentes, considerados hasta ahora prácticamente indestructibles.

Durante décadas, los materiales fluorados, como el teflón y otras sustancias perfluoroalquiladas (PFAS), han sido casi imprescindibles en sectores como las industrias química, textil o electrónica, entre otras, gracias a su resistencia al calor, la fricción y los productos químicos.

Sin embargo, esa estabilidad que los hizo tan valiosos también supone una amenaza ambiental persistente. Los llamados «contaminantes eternos» son prácticamente imposibles de degradar y hoy se pueden detectar en el agua, los suelos y los organismos vivos de todo el planeta.

Un grupo de investigación liderado por Taichi Araki y Norio Shibata, de la Universidad de Nagoya (Japón), ha conseguido romper los enlaces carbono-flúor —los más fuertes de la química orgánica— a temperatura ambiente, mediante un proceso simple, eficiente y sin necesidad de condiciones extremas.

En el trabajo, ha participado Jorge Escorihuela, profesor titular del Departamento de Química Orgánica e investigador del ICMol de la UV.

El método se basa en una dispersión de sodio metálico, un reactivo que, al entrar en contacto con los polímeros fluorados, provoca su defluorinación completa y transforma el flúor contenido en los materiales en fluoruro de sodio (NaF), un compuesto estable y reciclable. El proceso no requiere calor adicional ni equipos especiales, y permite recuperar hasta el 97 % del flúor en forma de NaF.

El equipo ha demostrado que este método es eficaz no sólo con teflón (PTFE), sino también con moléculas PFAS comunes —PFOA, PFNA, PFBS y TFA— conocidas por su persistencia ambiental.

La simplicidad del procedimiento, realizable incluso a temperatura ambiente, abre la puerta a nuevas estrategias industriales y medioambientales para el tratamiento de residuos fluorados.

Según los autores, la técnica podría aplicarse a la gestión de residuos plásticos, así como a la descontaminación de suelos y aguas afectadas por PFAS.

«Este hallazgo demuestra que la defluorinación eficiente puede lograrse sin condiciones extremas. Se trata de un paso importante hacia una química más sostenible», comenta Norio Shibata.





«En los últimos años, diversos estudios científicos han evidenciado una evolución significativa en el campo de la destrucción de fluoropolímeros», añade el investigador Jorge Escorihuela.

«El presente trabajo representa un aporte valioso debido a su simplicidad y contribuye a la economía circular del flúor, abriendo nuevas vías para la recuperación de este elemento clave en la industria química», concluye el científico de la UV.

DESCUBREN UN MECANISMO DE REEMISIÓN DE MERCURIO DESDE EL HIELO A LA ATMÓSFERA EN LA PRIMAVERA POLAR



Un equipo internacional de investigación liderado por la Universitat de València (UV) ha descubierto un mecanismo mediante el cual el mercurio depositado en el hielo polar, con la llegada de la primavera al Ártico, regresa a la atmósfera casi en su totalidad. El hallazgo, conseguido mediante técnicas de química computacional y publicado en la revista *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, aporta un nuevo dato para la comprensión del ciclo biogeoquímico del mercurio,

un contaminante global y un elemento tóxico para el sistema nervioso de los seres vivos.

El mercurio se libera a la atmósfera a causa de la actividad antropogénica y geológica. Este metal se distribuye por todo el planeta, incluidas las zonas polares, utilizando la atmósfera como medio de transporte. Durante la primavera, cuando llegan los primeros rayos de sol, ocurren los llamados eventos de deposición del mercurio.



rio desde la atmósfera a la superficie polar. Esto es debido a la oxidación del mercurio por los radicales de bromo que genera la luz solar. Las medidas de campo indican que el mercurio no se elimina de la atmósfera en dichos eventos, sino que gran parte de este metal tóxico regresa a la circulación planetaria.

El grupo de Química Cuántica del Estado Excitado (QCEX-VAL) del Instituto de Ciencia Molecular (ICMol) de la Universitat de València (UV), en el Parc Científic de la institució acadèmica, forma parte del equipo internacional

que ha descubierto un mecanismo responsable de dicho proceso incomprendido durante décadas por la ciencia.

Los resultados del trabajo realizado mediante el uso de herramientas punteras de química computacional, sugieren que la fotorreducción de compuestos de mercurio y bromo –bromuros de mercurio–, presentes en los mantos de nieve polar, desempeña un papel clave en la reemisión de mercurio desde la superficie del hielo a la atmósfera. «Las técnicas en cuyo desarrollo hemos contribuido nos permiten predecir directamente con ordenadores lo que les ocurre a los contaminantes presentes en la troposfera y estratosfera cuando les llega la luz solar, señala Daniel Roca-Sanjuán, investigador del ICMol de la UV y colíder del proyecto. «Podemos estimar la velocidad a la que se rompen las moléculas, debido a la absorción de luz solar, y conocer también qué nuevos compuestos aparecen» añade el científico.

El trabajo combina la química cuántica multiconfiguracional con procedimientos computacionales capaces de determinar la «química del estado excitado» que se produce en la capa de hielo ártico al llegar la primavera. Estos estados excitados que genera la luz solar influyen de manera importante en el comportamiento y distribución de contaminantes a lo largo del planeta.

El estudio tiene como primer autor a Javier Carmona, doctorado por la UV, y está coliderado por Daniel Roca-Sanjuán (UV), Alfonso Saiz-López (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC) y Joseph S. Francisco (Universidad de Pensilvania, EE. UU.). El equipo lleva años dedicando sus esfuerzos a entender el ciclo del mercurio en la atmósfera, añadiendo a las modelizaciones atmosféricas y climáticas datos sobre la química del estado excitado inducida por la luz solar, información cuántica raramente contemplada en los modelos actuales.

La contaminación por mercurio es una preocupación mundial y, según los autores del estudio, es necesario comprender su ciclo biogeoquímico para adoptar medidas de mitigación eficaces.

«Esto es especialmente importante, ya que el cambio climático está provocando un calentamiento regional amplificado del Ártico, perturbando el ciclo del mercurio en la criosfera, los suelos, el océano y la atmósfera. Por tanto, existe una clara necesidad de desarrollar modelos biogeoquímicos mecanicistas para predecir cómo evolucionará la contaminación por mercurio en el Ártico en futuros escenarios de cambio global», concluye el artículo.



PRODUCCIÓN DE ZEOLITAS

con menores costes y mejor propiedades

Un grupo de investigación del Instituto de Tecnología Química (ITQ), centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universitat Politècnica de València (UPV), ha validado una innovadora metodología computacional llamada ZeoBind, desarrollada en el MIT, Massachusetts Institute of Technology (EE. UU.).

Este sistema está basado en el aprendizaje automático mediante inteligencia artificial, y permite la exploración exhaustiva de moléculas orgánicas para dirigir la formación de zeolitas, minerales con estructura porosa que actúan como filtros inteligentes con multitud de utilidades. El objetivo es mejorar las propiedades de las zeolitas y reducir sus costes de producción. La investigación ha sido publicada en la revista *Nature Computational Science*.

La investigación ha conseguido validar ZeoBind con la síntesis de dos zeolitas con composiciones

químicas novedosas, permitiendo mejoras tanto en su proceso de preparación como en la estabilidad. Para ello, y con la ayuda de la inteligencia artificial, se han seleccionado las moléculas orgánicas idóneas para dirigir la formación eficiente de las zeolitas deseadas, considerando no sólo las moléculas orgánicas que se habían descrito hasta la fecha en la literatura científica, sino también generando millones de hipotéticas moléculas orgánicas.

«Hemos demostrado que ZeoBind amplía el diseño de moléculas orgánicas hasta en varios órdenes de magnitud, millones frente a cientos, en comparación a las investigaciones previas, hecho que permite un cribado exhaustivo de moléculas orgánicas dirigido de manera específica hacia la preparación de materiales zeolíticos», asegura el científico del CSIC en el ITQ, Manuel Moliner, y coinvestigador principal del trabajo.

NANOVÁLVULAS DE GRAFENO

almacenan grandes cantidades de metano

Un grupo de investigadores de las universidades japonesas de Shinshu, de Nagasaki, de Chiba, y de la Universidad de Alicante (UA), junto con las empresas G2MTEch y Morgan Advanced Materials, han desarrollado nanoválvulas de grafeno para almacenar metano a presión atmosférica y temperatura ambiente. El hallazgo ha sido publicado en la revista *Nature Energy*.

El metano es una de las fuentes de energía más limpias y su almacenamiento plantea un importante desafío ambiental. En este sentido, las actuales tecnologías basadas en gas a presión o gas licuado presentan inconvenientes en términos de seguridad, conservación de energía, coste económico y complejidad. «Para solucionar esta problemática, en este trabajo se han diseñado nanoventanas finas de grafeno depositadas sobre la boca de entrada de los poros de un material de carbón activado de alta superficie», explica el catedrático de Química Inorgánica de la UA y uno de los autores del artículo, Joaquín Silvestre.

Estas nanoventanas tienen la peculiaridad de que incrementan su movilidad con la temperatura, de tal manera que se pueden abrir o cerrar a demanda mediante ciclos térmicos. «Esto permite abrirlas a 200°C, cargar el siste-

ma de cavidades con metano y, posteriormente, enfriarlo y dejarlo almacenado a temperatura ambiente hasta su uso», detalla Silvestre.

Aprovechando el elevado potencial de adsorción de metano en las cavidades del material de carbón, «esta aproximación permite almacenar cantidades cercanas a 190 v/v (porcentaje volumen por volumen) bajo condiciones más suaves de presión y temperatura, y sin que exista riesgo de fuga de metano en el tanque de almacenamiento», advierte el experto de la UA en el diseño de materiales porosos para aplicaciones energéticas y medioambientales.

El gas natural, compuesto principalmente de metano, se transporta a nivel mundial, bien a través de gaseoductos donde el gas es transportado a altas presiones o, en el caso de grandes distancias, en forma de líquido (metano licuado a -162 °C) utilizando buques metaneros.

«El hecho de que el metano sea la 2ª fuente de energía más limpia después del hidrógeno está provocando que su demanda se esté incrementando constantemente, y obliga a desarrollar tecnologías de almacenamiento más seguras y eficientes», apunta el catedrático de la UA.

