



Universidad de
Castilla-La Mancha



REVISTA MOLÉCULA

Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas

<https://moleculauclm.wordpress.com>

Nº 203 Época III.
Octubre 2025

Premios Nobel e IgNobel
Conferencias, noticias y divulgación científica
Tesis Doctorales
Artículos

E-mail de contacto: molecula@on.uclm.es

Presentación	P. 2
Premios Nobel (The Conversation)	P. 3
Premios IgNobel	P. 11
Conferencias	P. 14
Noticias	P. 16
Divulgación científica	P. 21
Tesis Doctorales	P. 26
- Celia Gómez	
- Pilar Castro	
- Manuel Bartolomé	
Artículos	P. 36
Sugerencia mensual	P. 37

PRESENTACIÓN

En este nuevo número de la Revista Molécula, celebramos los avances más destacados del conocimiento. Comenzamos con un repaso a los Premios Nobel de Química, Física y Medicina, reservando un espacio para los Premios IG Nobel, que nos recuerdan el lado más ingenioso y sorprendente de la ciencia. Por otro lado, se incluyen las Tesis Doctorales defendidas durante este mes de octubre, así como las Tesis depositadas para los próximos meses.

Además, se presenta una sección que incluye algunas actividades divulgativas: iniciativas abiertas al público y que acercan la investigación a la sociedad y a los más pequeños.

Para finalizar, se incluyen los artículos publicados por miembros de la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas de Ciudad Real, así como una serie de noticias de relevancia científica.

Por supuesto, no nos olvidamos de la recomendación literaria mensual.

Nobel de Química

Las arquitecturas invisibles atrapan el Nobel de Química 2025



Susumu Kitagawa, Richard Robson y Omar Yaghi, ganadores del Nobel de Química 2025.
Niklas Elmehed © Nobel Prize Outreach, CC BY-NC

Antonio M. Rodríguez García (Profesor Titular de Universidad, Química Orgánica, Universidad de Castilla-La Mancha); Antonio de la Hoz Ayuso (Catedrático de Química Orgánica, Universidad de Castilla-La Mancha); Enrique Díez Barra (Química Orgánica, Universidad de Castilla-La Mancha)

Construir materiales cristalinos con espacios gigantescos a escala atómica capaces de capturar, almacenar y transformar moléculas no solo parece el guion de una película futurista. También es un sueño científico hecho realidad por los galardonados por el Premio Nobel de Química este año.

Susumu Kitagawa, Richard Robson y Omar M. Yaghi han desarrollado los entramados metalorgánicos (MOF, por sus siglas en inglés), una clase de materiales que ha revolucionado la química de materiales y que abre nuevas vías para abordar desafíos globales como el cambio climático, la escasez de agua o la transición hacia energías limpias.

El poder de las “jaulas” moleculares

Los MOF son redes tridimensionales formadas por nodos metálicos conectados mediante moléculas orgánicas. Esta combinación crea una estructura cristalina altamente porosa: hasta el 90% de su volumen puede ser vacío y un solo gramo puede desplegar una superficie interna de hasta 6000 m². Dicho de otro modo, una cucharadita de polvo de MOF puede tener una superficie equivalente a la de un campo de fútbol.

Su verdadera revolución es que son diseñables a la carta. Al cambiar el tipo de metal y las moléculas orgánicas, los investigadores pueden ajustar con precisión el tamaño de los poros, la forma de los canales y la química de sus paredes internas para hacer que interactúen con moléculas concretas. Esta modularidad es posible gracias a la llamada química reticular, una disciplina que construye materiales siguiendo patrones topológicos predecibles, casi como diseñar edificios con piezas de Lego moleculares.

Por qué son tan importantes

Son muchas sus aplicaciones, con impacto en ámbitos muy importantes de la vida diaria. Por ejemplo, sirven para:

- Captura y almacenamiento de gases contaminantes. Algunos MOF atrapan dióxido de carbono, incluso a bajas concentraciones, algo esencial para reducir las emisiones industriales y, en el futuro, capturar CO₂ directamente del aire.
- Transición energética limpia. Su capacidad para almacenar hidrógeno y metano de manera densa y segura los convierte en aliados clave para desarrollar combustibles limpios y avanzar hacia una economía descarbonizada.
- Obtención de agua en lugares áridos. Existen MOF que absorben vapor de agua, incluso cuando la humedad es mínima, lo que permite diseñar dispositivos portátiles que “fabrican” agua potable a partir del aire del desierto.
- Catálisis de precisión y química sostenible. Al actuar como microfábricas moleculares, los MOF pueden catalizar reacciones dentro de espacios confinados. Con ello, imitan la precisión de las enzimas y reducen el consumo energético y la generación de residuos.
- Medicina avanzada y sensores. Su enorme superficie y la facilidad para modificarlos con moléculas activas los hace útiles en imagen biomédica, liberación controlada de fármacos o sensores químicos de alta sensibilidad.

De curiosidad académica a tecnología transformadora

Hace apenas dos décadas, los MOF eran un experimento de laboratorio con nombres complejos y aplicaciones hipotéticas. Hoy son una plataforma tecnológica en rápido desarrollo, estudiada tanto por grupos académicos como por grandes empresas químicas y energéticas.

Sus posibilidades se han multiplicado gracias a técnicas de síntesis más eficientes -que incluyen métodos ecológicos como la mecanoquímica o la sonoquímica, en las que las reacciones químicas se activan con métodos mecánicos o mediante ondas sonoras, respectivamente- y a herramientas de simulación computacional que permiten predecir estructuras antes de fabricarlas.

Un Nobel que mira al futuro

El galardón de 2025 no premia solo un descubrimiento elegante, sino que pone el foco en una nueva forma de pensar la química de materiales: pasar del ensayo y error a la ingeniería molecular racional.

En un mundo que necesita urgentemente tecnologías para capturar CO₂, gestionar el agua, almacenar energía limpia y reducir residuos industriales, los MOF son una pieza clave del futuro sostenible.

Además, este Nobel lanza un mensaje inspirador: la química, a menudo vista como sinónimo de contaminación, también puede ser una herramienta poderosa para proteger el planeta. Los entramados metal-orgánicos son la prueba de que imaginar y construir estructuras invisibles, átomo a átomo, puede tener un impacto muy real en nuestra vida cotidiana y en la salud del medio ambiente.

Este artículo fue publicado originalmente en The Conversation. Lea el original.

Nobel de Física

Experimentos pioneros que allanaron el camino para las computadoras cuánticas

Rob Morris (Profesor de Física, Escuela de Ciencia y Tecnologías, Nottingham Trent University)

El Premio Nobel de Física 2025 ha sido otorgado a tres científicos por el descubrimiento de un efecto que tiene aplicaciones en dispositivos médicos y computación cuántica.

John Clarke, Michel Devoret y John Martinis llevaron a cabo una serie de experimentos hace unos 40 años que terminaron moldeando nuestra comprensión de las extrañas propiedades del mundo cuántico. Es un premio muy oportuno, ya que en 2025 se cumple el centenario de la formulación de la mecánica cuántica.

En el mundo microscópico, una partícula puede a veces atravesar una barrera y aparecer al otro lado. Este fenómeno se denomina efecto túnel cuántico. Los experimentos de los galardonados demostraron el efecto túnel en el mundo macroscópico, es decir, el mundo visible a simple vista. Y corroboraron que podía observarse en un circuito eléctrico experimental.

El efecto túnel cuántico tiene posibles aplicaciones futuras en la mejora de la memoria de los teléfonos móviles y ha sido importante para el desarrollo de los qubits, que almacenan y procesan información en ordenadores cuánticos. También tiene aplicaciones en dispositivos superconductores, capaces de conducir la electricidad con muy poca resistencia.

John Clarke, nacido en Gran Bretaña, es profesor de Física en la Universidad de California, Berkeley. Michel Devoret nació en París y es profesor F. W. Beinecke de Física Aplicada en la Universidad de Yale. John Martinis es profesor de Física en la Universidad de California, Santa Bárbara.

¿Qué es el efecto túnel cuántico?

El efecto túnel cuántico es un fenómeno contraintuitivo por el cual las diminutas partículas que componen todo lo que podemos ver y tocar pueden aparecer al otro lado de una barrera sólida, que en otras circunstancias se esperaría que las detuviera.

No consuma noticias, entiéndalas.

Desde que se propuso por primera vez, en 1927, se ha observado en partículas muy pequeñas y es responsable de nuestra explicación de la desintegración radiactiva de átomos grandes en átomos más pequeños y en algo bautizado como partícula alfa. Sin embargo, también se predijo que podríamos ver este mismo comportamiento en cosas más grandes: es lo que se denomina efecto túnel cuántico macroscópico.

¿Cómo podemos ver el efecto túnel cuántico?

La clave para observar este efecto túnel macroscópico es algo llamado unión Josephson, que consiste en una especie de un cable roto sofisticado. El cable no es un cable típico como el que se utiliza para cargar el teléfono, sino que es un tipo especial de material conocido como superconductor. Un superconductor no tiene resistencia, lo que significa que la corriente puede fluir a través de él indefinidamente sin perder energía. Los superconductores se utilizan, por ejemplo, para crear campos magnéticos muy fuertes en los escáneres de resonancia magnética (RM).



Los campos magnéticos extremadamente débiles emitidos por el cerebro pueden utilizarse para localizar el origen de las crisis epilépticas. Connect Images - Curated

¿Cómo nos ayuda esto a explicar este extraño comportamiento de túnel cuántico? Si colocamos dos cables superconductores uno al lado del otro, separados por un aislante, creamos nuestra unión Josephson. Normalmente se fabrica en un solo dispositivo que, con unos conocimientos básicos de electricidad, no debería conducir la electricidad. Sin embargo, gracias al túnel cuántico, podemos ver que la corriente puede fluir a través de la unión.

Los tres galardonados demostraron el efecto túnel cuántico en un artículo publicado en 1985 (es habitual que transcurra tanto tiempo antes de que se concedan los premios Nobel). Anteriormente se había sugerido que el efecto túnel cuántico estaba causado por una avería en el aislante. Los investigadores comenzaron enfriando su aparato experimental hasta una fracción de grado del cero absoluto, la temperatura más fría que se puede alcanzar.

El calor puede proporcionar a los electrones de los conductores la energía suficiente para atravesar la barrera. Por lo tanto, tendría sentido que cuanto más se enfriara el dispositivo, menos electrones escaparían. Sin embargo, si se produce el efecto túnel cuántico, debería haber una temperatura por debajo de la cual el número de electrones que escapan ya no disminuiría. Los tres galardonados descubrieron precisamente esto.

¿Por qué es importante?

En aquel momento, los tres científicos intentaban demostrar mediante experimentos esta teoría en desarrollo sobre el efecto túnel cuántico macroscópico. Incluso durante el anuncio del premio de 2025, Clarke restó importancia al descubrimiento, a pesar de que ha sido fundamental en muchos avances que se encuentran a la vanguardia de la física cuántica actual.

La computación cuántica sigue siendo una de las oportunidades más interesantes que se vislumbran para un futuro próximo y es objeto de importantes inversiones en todo el mundo. Esto conlleva mucha especulación sobre los riesgos para nuestras tecnologías de cifrado.

También resolverá en última instancia problemas que están fuera del alcance incluso de los superordenadores más grandes de la actualidad. Los pocos ordenadores cuánticos que existen hoy en día se basan en el trabajo de los tres premios Nobel de Física de 2025 y, sin duda, serán objeto de otro premio Nobel de Física en las próximas décadas.

Ya estamos aprovechando estos efectos en otros dispositivos, como los dispositivos superconductores de interferencia cuántica (SQUID), que se utilizan para medir pequeñas variaciones en los campos magnéticos de la Tierra, lo que nos permite encontrar minerales bajo la superficie. Los SQUID también tienen usos en medicina: pueden detectar los campos magnéticos extremadamente débiles que emite el cerebro. Esta técnica, conocida como magnetoencefalografía o MEG, puede utilizarse, por ejemplo, para encontrar el área específica del cerebro desde la que emanan las crisis epilépticas.

No podemos predecir si tendremos ordenadores cuánticos en nuestros hogares, o incluso en nuestras manos, ni cuándo. Sin embargo, una cosa es segura: la velocidad de desarrollo de esta nueva tecnología se debe en gran parte a los ganadores del premio Nobel de Física de 2025, que demostraron el efecto túnel cuántico macroscópico en circuitos eléctricos.

Este artículo fue publicado originalmente en The Conversation. Lea el original.

Nobel de Medicina

El hallazgo de un mecanismo que protege contra las enfermedades autoinmunes

Ignacio J. Molina Pineda de las Infantas (Catedrático de Inmunología, Centro de Investigación Biomédica, Universidad de Granada)

La respuesta inmunitaria humana es capaz de reconocer a los antígenos (sustancias que nuestro sistema inmune identifica como extrañas o potencialmente peligrosas) gracias a un receptor expresado en la superficie de unos glóbulos blancos llamados linfocitos, que permitirá a cada linfocito reconocer a un antígeno y solamente a uno. Gracias a que ese receptor se genera de manera completamente aleatoria durante el desarrollo celular, vamos a generar una cantidad enorme de receptores diferentes. Así podremos reconocer a una cantidad también enorme de antígenos presentes en la naturaleza.

Ahora bien, si la generación del receptor se produce al azar, es muy posible que algunos de ellos reconozcan por error las moléculas del organismo, lo que daría lugar a autoinmunidad, o sea, una respuesta inmunitaria contra nuestro propio cuerpo. Para evitarlo, contamos con poderosos mecanismos que eliminan a estos linfocitos autorreactivos mientras se están generando, de manera que evitamos que salgan a la sangre (la periferia). Es lo que conocemos como tolerancia central.

Pero ¿qué pasa si a este procedimiento biológico se le escapa alguna célula autorreactiva? En este caso, el desarrollo de autoinmunidad parece inevitable.

No tan deprisa: afortunadamente, tenemos otro mecanismo para asegurar que esas células que hubieran podido escapar son inactivadas en la periferia, evitando así el desarrollo de patologías autoinmunes como la diabetes tipo I, la enfermedad celíaca o el lupus. Este es el sensacional descubrimiento que ha deparado el Premio Nobel de Medicina 2025 al japonés Shimon Sakaguchi y los estadounidenses Mary E. Brunkow y Fred Ramsdell.



Mary E. Brunkow, Fred Ramsdell y Shimon Sakaguchi, los galardonados con el Premio Nobel de Medicina y Fisiología 2025. Premio Nobel

Las células T reguladoras salen a la luz

Desde la década 1970, los expertos postulaban la existencia de células que tuvieran la capacidad de suprimir la respuesta inmunitaria en la periferia, evitando así una reacción excesiva que pudiera ocasionar efectos adversos en el organismo. Se sugirió que eran una subpoblación de los linfocitos T CD8+, pero fue imposible demostrarlo experimentalmente. Durante años se instauró entre los inmunólogos la idea de que esas células supresoras no existían.

Shimon Sakaguchi, sin embargo, no se dio por vencido y siguió investigando en este campo. Sus esfuerzos, en contra del pensamiento imperante, se vieron recompensados en 1995, cuando probó claramente la existencia de células con capacidad de regular negativamente la respuesta inmunitaria. Sakaguchi las llamó células T reguladoras.

Únase y apueste por información basada en la evidencia

Lo sorprendente fue que estas células no se encontraban en el compartimento de células T CD8+, como se pensó inicialmente, sino en la otra gran subpoblación de linfocitos T: los llamados CD4+. Sakaguchi demostró, igualmente, que se caracterizaban por expresar en la superficie celular otra molécula, llamada CD25. Sencillamente, se había estado buscando estas células en el linaje equivocado.

Identificando la mutación

En paralelo, los otros dos ganadores del premio, Mary E. Brunkow y Fred Ramsdell, trabajaban en la resolución de otro misterio. Desde hacía años, los científicos disponían de una cepa de ratones muy peculiares que se había originado espontáneamente. Eran los ratones scurfy (escamosos), caracterizados por el desarrollo de una autoinmunidad grave, generalizada y multiorgánica, que daba como resultado la muerte prematura de los animales. Brunkow y Ramsdell observaron que la mutación que dio lugar a esa cepa se encontraba en un gen que bautizaron como Foxp3.

¿Y cómo conectamos ambos descubrimientos? Los investigadores desde hoy reconocidos con el Nobel también estudiaron una enfermedad en humanos muy similar a la sufrida por los ratones, y así contribuyeron a descubrir que la mutación en personas del gen equivalente al Foxp3 de ratón (su ortólogo) producía una enfermedad conocida como IPEX, que cursaba con una autoinmunidad igualmente devastadora. La razón es que Foxp3 es imprescindible para que se generen las llamadas células T reguladoras naturales. Producidas en la glándula del timo, son las que previenen el desarrollo de autoinmunidad y el mantenimiento de la tolerancia periférica.

Al carecer de estas células, los pacientes aquejados de IPEX no pueden mantener la tolerancia y desarrollan procesos autoinmunitarios graves y generalizados (caracterizados por una desregulación de la respuesta inmunitaria, poliendocrinopatía, endocrinopatía y un patrón de herencia asociado al cromosoma X). Fue un descubrimiento fundamental: las células T reguladoras son las guardianas de la tolerancia periférica, un hecho que fue corroborado más tarde por muchos otros estudios.

Células T reguladoras inducidas

Adicionalmente, en el esfuerzo de prevenir autoinmunidad, la naturaleza nos ha dotado de un segundo mecanismo para mantener la proverbial tolerancia periférica. Las células T reguladoras no solo se producen a nivel central en el timo, sino que pueden inducirse en la periferia. En efecto, si las células vírgenes T CD4+ son estimuladas en presencia de determinados factores solubles (citocinas) podemos conseguir que se expandan y viajen hacia esa subpoblación reguladora, añadiendo una capa más en el control de la autoinmunidad.

¿Y podemos aplicar estos descubrimientos a la clínica? Desde luego que sí. Si expusiéramos a un paciente con autoinmunidad a una potente acción de las células T reguladoras, entonces quizá podríamos detener o incluso revertir su problema. Esta idea está siendo perseguida con ahínco, y hay registrados un total de 338 ensayos clínicos que intentan modular la actividad de las células T reguladoras para tratar ciertas enfermedades autoinmunes.

Pero no solo eso. También podrían usarse en la prevención del rechazo de trasplantes e, incluso, en el tratamiento de tumores. En este último caso, buscaríamos justo lo contrario: disminuir la actividad de las células T reguladoras para que el sistema inmunitario montase una respuesta antitumoral más potente.

Estos hallazgos nos vuelven a mostrar cómo un descubrimiento de las ciencias básicas es aplicado al tratamiento de enfermedades humanas. Gracias a Shimon Sakaguchi, Mary E. Brunkow y Fred Ramsdell sabemos que las células T reguladoras brillan con luz propia en la regulación de la respuesta inmunitaria.

Este artículo fue publicado originalmente en The Conversation. Lea el original.

Premios IG Nobel

Raúl Limón (El País, lea el original)

El alcohol ayuda a hablar idiomas, las moscas evitan a las vacas disfrazadas de cebras y otras investigaciones premiadas en los Ig Nobel.

Los galardones a la ciencia más estrambótica destacan estudios sobre los lagartos que prefieren la pizza cuatro quesos, el olor a pies o la dieta del teflón.



Imagen de la vaca pintada como una cebra para el estudio japonés sobre el efecto disuasorio para las moscas de este disfraz. PLOS ONE.

El vértigo del escritor ante el folio en blanco debe ser similar al del científico sin una línea clara de investigación. De ese divorcio con las musas han debido salir los trabajos distinguidos este año con los Ig Nobel y que abordan aspectos tan rocambolescos como el crecimiento medio de una uña durante 35 años, el efecto disuasorio para las moscas de una vaca disfrazada de cebra, la predilección de unos lagartos por la pizza cuatro quesos, que los lactantes quieran leche que huelga a ajo, la propuesta de incluir teflón en la dieta o que el alcohol ayuda a hablar idiomas, pero no a volar mejor.

En la Universidad de Boston y con el apoyo de auténticos premios Nobel (Esther Duflo, Eric Maskin, Svante Pääbo, Abhijit Bannerji, Mounsi Bawendi y Robert Merton), Marc Abrahams, editor de la revista *Annals of Improbable Research*, presentó la noche del 18 de septiembre la tradicional gala de los premios Ig Nobel, una distinción a las investigaciones más estrambóticas con ambiciones científicas. “A causa de la inflación”, según han justificado los organizadores, el premio de 10 trillones de dólares de Zimbabue (una moneda que valía 40 céntimos cuando se retiró hace 10 años) se ha sustituido por una reproducción de un estómago humano con una cara sonriente y otra enfadada, así como una toallita húmeda. Estos son los galardonados:

Los lagartos arcoíris se pirran por la pizza cuatro quesos. Un científico aburrido es un arma imprevisible. Un equipo italo-africano, a falta de niños a los que vigilar en un complejo vacacional en el

sur de Togo, decidió observar en el entorno a los especímenes *Agama agama*, un colorido lagarto común en las áreas suburbanas de África. En un estudio descubrieron que, aunque comen artrópodos principalmente, “tienen una estrategia de alimentación oportunista”, como los niños y muchos adultos. “Se observó a varios individuos [ejemplares de lagarto, no pequeños humanos] mientras ingerían regularmente alimentos artificiales no naturales (pizza) y mostraban una clara preferencia por un tipo determinado de alimento frente a otros que se ofrecían (la cuatro quesos fue la preferida)”. “El hecho de que todos los individuos monitoreados se alimenten con el mismo tipo de pizza sugiere que puede tener algunas señales químicas que los atraigan”, concluyen para darle sentido a la investigación.

Y los lactantes prefieren que la leche materna huela a ajo. Victoria Beckham se habría ahorrado muchos disgustos si este estudio estadounidense hubiera salido antes. A la integrante de las Spice Girls se le atribuyó un despectivo comentario sobre el olor a ajo de España que motivó incluso varios desmentidos y hasta una respuesta del Gobierno. Ahora, una investigación con resultados poco concluyentes destaca los beneficios de “la ingestión de ajo por parte de la madre sobre el olor de su leche materna y el comportamiento de succión de su bebé”. Según el estudio, si la leche huele al fantástico bulbo de la planta, “los bebés se adhieren al pecho durante períodos de tiempo más largos y succionan más”. El estudio no se ha realizado con chocolate, pero es una idea.

Las vacas pintadas con rayas espantan las moscas. Los entrañables y pacientes ejemplares vacunos aportan muchas tardes de gloria a la ciencia. Ya el año pasado sometieron a las vacas a sustos periódicos y a ponerles un gato en el lomo para averiguar que aportan más leche sin distracciones ni sobresaltos. Un equipo japonés, más creativo y menos gamberro que el anterior, ha decidido probar, con el permiso del Gobierno nipón, qué pasa si se pintan con rayas. Según el estudio, con media docena de rumiantes, disfrazar a una vaca de cebra previene las picaduras de moscas hasta en un 50% y, lógicamente, mejora su bienestar al reducir los “comportamientos repelentes” por parte del animal, parecidos a algunas coreografías actuales: “lanzamiento de cabeza, golpe de oreja, patada, contracción de la piel y movimiento de la cola”.

La dieta del teflón. Aunque le pongan el nombre científico, el politetrafluoroetileno no es más que el plástico fluorado conocido como teflón y presente en las sartenes, cintas para ajustar conductos de agua y en aislamiento de cables, entre otros usos. Investigadores de Israel y Estados Unidos no han tenido mejor idea que incorporarlo a la dieta porque, según sostienen en el estudio, realizado afortunadamente solo con roedores, aumenta el volumen y la masa de alimentos para alcanzar antes la saciedad. “Esto se puede lograr sin aumentar las calorías de los alimentos mezclándolos con un material que no se puede metabolizar, inerte, seguro, resistente al ácido estomacal, sin sabor, disponible en forma de polvo, suave, resistente al calor y rentable”. “El politetrafluoroetileno [teflón] es una sustancia ideal para este propósito”, aseguran. La proporción propuesta para este Ozempic casero es de tres partes de alimento por una de teflón. Se entiende que habrá muchas personas que prefieran engordar a aderezar la tortilla con ralladura de la sartén.

El alcohol ayuda a hablar idiomas. También se puede hacer ciencia durante un botellón para probar algo muy experimentado durante cualquier fiesta patronal española ante el primer visitante extranjero: el alcohol ayuda a dominar las lenguas foráneas. Un equipo de Países Bajos, Alemania y Reino Unido han convertido una fiesta en un experimento. Medio centenar de alemanes con conocimientos recientes de holandés fueron sometidos, sin demasiada resistencia, a una ingesta controlada de bebidas; unas con alcohol y otras sin. La premisa era probar si es cierta la “creencia popular de que el alcohol mejora la capacidad de hablar en un idioma extranjero”. Poco después de comenzada la fiesta, que los investigadores denominan pomposamente “manipulación experimental”, los sujetos participaron en una charla que fue grabada para ser evaluada por ellos mismos y por hablantes de holandés. El resultado: los bebedores de alcohol obtuvieron mejor nota en pronunciación, aunque ellos mismos no lo percibieran. No se dice nada del contenido de las

conversaciones, pero la conclusión ha quedado escrita en la Universidad de Maastricht: “El consumo agudo de alcohol puede tener efectos beneficiosos sobre la pronunciación de un idioma extranjero en personas que lo han aprendido recientemente”. Quizás sea el momento de llevar las clases de inglés a los bares.

Pero si bebes, no vuelas. El efecto del alcohol en otras actividades no tiene este sorprendente efecto beneficioso detectado en las lenguas. Como era de esperar, una investigación en la que han participado hasta ocho países, ha demostrado que, si conducir bajo los efectos del alcohol es pernicioso, ingerirlo antes de volar es una apuesta segura para el desastre. Los saben bien los murciélagos frugívoros egipcios, *Rousettus aegyptiacus*, a los que los investigadores han sometido a una ingesta extra de etanol (más del 1%) producto de la fermentación de la fruta. “Probablemente cause una embriaguez que afectará las habilidades de vuelo y ecolocalización”, proponen los investigadores como punto de partida. Dicho y hecho: “Probamos esta hipótesis volando murciélagos frugívoros egipcios en un pasillo interior y descubrimos que después de ingerir alimentos ricos en etanol, los murciélagos volaban significativamente más lento que cuando se alimentaban con alimentos sin etanol”. “Además”, como era de esperar, “la ingestión afectó significativamente a varias variables de ecolocalización y del comportamiento de los murciélagos”.

Aromas indeseados. Una investigación india, donde el olor a pies figura como un problema nacional poco investigado, según los científicos, pese a que las condiciones climáticas de calor y humedad lo intensifican, ha revelado que a la mayoría de los 149 encuestados (54,6%) le molesta el olor a pies, aunque no desvela las razones del resto para no sentirse incómodo ante tal aroma. “Los zapatos rara vez se lavan y, sin una ventilación adecuada, se convierte en un caldo de cultivo para una bacteria muy maloliente llamada *Kytococcus sedentarius*”. La investigación analiza y propone soluciones para usar los muebles zapateros como centros de desactivación de esta arma química.

Física y química culinaria. Un grupo de científicos se han propuesto traducir a ciencia la receta de la abuela y encontrar la fórmula ideal para la pasta alla cacio e pepe, un plato tradicional italiano hecho con pasta, queso pecorino y pimienta. “Lograr la textura perfecta y la cremosidad de la salsa puede ser un desafío”, justifican. Así que, tras el análisis de la estabilidad de los ingredientes a distintas temperaturas, han hallado la fórmula y un estabilizador, el citrato trisódico, para lograr “una salsa completamente suave y estable”.

35 años midiéndose la uña. El médico William B. Bean se llevó 35 años midiéndose una uña porque, según explica en sus investigaciones, no sin cierto asombro, “los detalles del crecimiento y el desgaste inherente a la vida cotidiana han escapado a la atención de todos, salvo de los ocasionales historiadores naturales de las enfermedades”. Así se llevó más de tres décadas buscando “tendencias estacionales o seculares, variaciones esporádicas o impredecibles” que, de acuerdo con sus conclusiones tras la longeva investigación, no se han observado de forma significativa: El crecimiento diario promedio de la uña del pulgar izquierdo, a la que restringió el campo de estudio, por ejemplo, varía de 0,123 mm por día durante la primera parte del estudio, cuando tenía 32 años, a 0,095 mm diarios a la edad de 67 años. 0,028 milímetros de diferencia.

Lláname listo. Una investigación polaca y australiana ha encontrado una relación tan evidente que ya era de sentido común antes de ser llevada a Inteligencia: “La información positiva [sobre la inteligencia de un individuo] da como resultado una mayor autoestima y un mayor estado de singularidad narcisista, mientras que la información negativa está relacionada con una disminución de la inteligencia autoevaluada y un menor nivel de narcisismo”. Es el sentido conocido de los insultos y los halagos sin investigación mediante.

Conferencia

"Benceno 200: de la molécula aromática al material 2D"

Nazario Martín

1 Departamento de Química Orgánica, Facultad de Química, Universidad Complutense de Madrid, Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid, España

2 IMDEA-Nanociencia, C/ Faraday 9, Campus de Cantoblanco, 28049 Madrid, España
www.nazariomartingroup.com

Palabras clave: benceno, nanoestructuras de carbono, grafeno.

El origen de los nanomateriales complejos como el grafeno está formalmente basado en el descubrimiento y conocimiento del benceno, el compuesto aromático fundamental, cuya estructura única y enigmática representó un desafío para los químicos de la época. Michael Faraday es reconocido por el descubrimiento del benceno en 1825, hace ya 200 años, al fraccionar el "fluido obtenido durante la compresión del gas de aceite de ballena".[1] Inicialmente, Faraday denominó a esta sustancia "bicarburo de hidrógeno". Su fórmula molecular real, C_6H_6 , fue determinada años después. La notable estabilidad del benceno desafió las expectativas típicas de los hidrocarburos insaturados, hasta que, finalmente, su estructura fue determinada por August Kekulé en 1865 y confirmada mediante difracción de rayos-X por Kathleen Lonsdale en 1925.

En esta presentación se recogen esos años críticos del descubrimiento y determinación de la estructura del benceno y las fascinantes estructuras de los herederos del benceno, hasta llegar al grafeno,[2] material al que algunos han denominado el regalo de los dioses.[3]

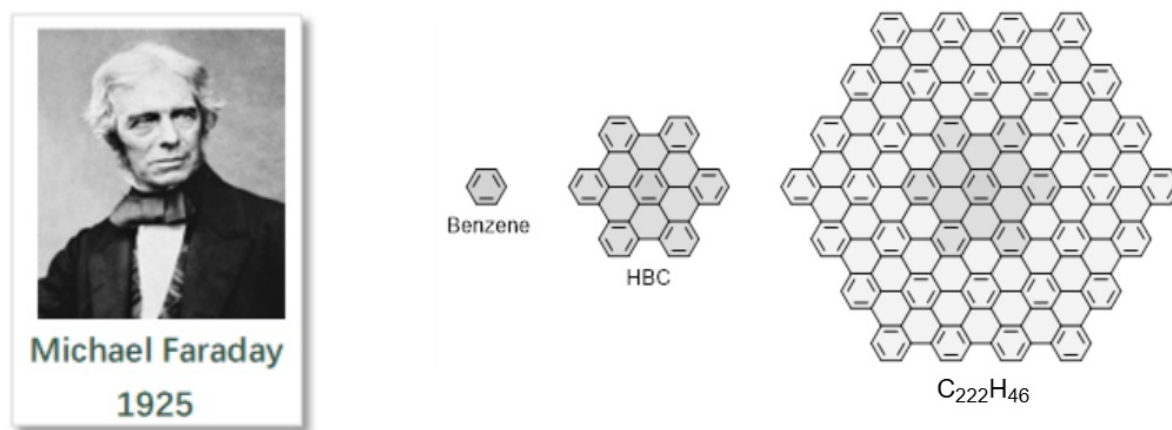


Figure 1. Michael Faraday, descubridor del benceno y su evolución al grafeno.

[1] M. Faraday, 1825 XX. "On new compounds of carbon and hydrogen, and on certain other products obtained during the decomposition of oil by heat", Phil. Trans. R. Soc. 115, 440–466.

[2] K. S. Novoselov, A. K. Geim, et al. "Electric Field Effect in Atomically Thin Carbon Films. Science 2004, 306, 666-669.

[3] P. Izquierdo-García, J. M. Fernández-García, N. Martín, "Twenty Years of Graphene: From Pristine to Chemically Engineered Nano-Sized Flakes". J. Am. Chem. Soc. 2024, 146, 32222–32234.

Viernes del IRICA

"Hybrid microgels based on PNIPAM and proteins for biomedical applications"

E. Buratti¹, M. Sguizzato¹, G. Sotgiu^{2,3}, S. Buoso², R. Cortesi¹, E. Mazzoni¹, M. Bertoldo¹

1. Department of Chemical, Pharmaceutical and Agricultural Sciences, University of Ferrara, via Luigi Borsari, 46, Ferrara, 44121, Italy

2. Kerline Srl, Via P. Gobetti 101, 40129 Bologna, Italy

3. Institute for Organic Synthesis and Photoreactivity, National Research Council (CNR-ISOF), via P. Gobetti, 101, 40129 Bologna, Italy

Hybrid hydrogels can be designed by combining synthetic materials with proteins, thus integrating the tunable physical properties of polymers with the intrinsic bioactivity of biomolecules. Proteins, in particular, provide specific biological functions, such as promoting cell adhesion, proliferation, or differentiation, making them highly attractive building blocks for biomedical applications [1].

In this context, we recently employed keratin, a natural protein obtained from wool waste through sulfitolysis [2], to synthesize hybrid systems with poly(N-isopropylacrylamide) (PNIPAM) microgels [3]. Two distinct methods were applied—polymerization of NIPAM in the presence of keratin (HYB-P) and mixing preformed PNIPAM microgels with keratin (HYB-M)—yielding hybrids with 20% and 25% keratin content, respectively. Dynamic light scattering (DLS) and transmission electron microscopy (TEM) confirmed the formation of colloidal systems, while spectroscopic (FTIR and NMR) and elemental analyses identified a grafted structure for HYB-P particles. To explore their potential as novel delivery systems, caffeic acid was used as a model drug. The impact of encapsulation on size distribution was analyzed by DLS, with drug entrapment efficiency and release profiles evaluated via UV-Vis spectroscopy. Additionally, thin films were prepared from the microgel dispersions by solvent casting. The cytocompatibility of the samples was assessed using immortalized keratinocyte cells (HaCaT), showing promising results from the synergic combination of PNIPAM and keratin.

In addition, fibroin and sericin, two fibrous silk proteins also recovered from textile waste, were investigated as alternative bioactive components. In this preliminary study, physical mixtures of PNIPAM microgels with each protein were prepared and subsequently crosslinked to obtain solid supports. Future cytocompatibility studies will help determine which protein is more suitable depending on the desired biological functionality.

[1] do Lago, G. L., Felisberti, M. I. (2020). pH and thermo-responsive hybrid hydrogels based on PNIPAAm and keratin. *European Polymer Journal*, 125, 109538. DOI: 10.1016/j.eurpolymj.2020.109538

[2] Aluigi, A., Zoccola, M., Vineis, C., Tonin, C., Ferrero, F., & Canetti, M. (2007). Study on the structure and properties of wool keratin regenerated from formic acid. *International journal of biological macromolecules*, 41(3), 266-273. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2007.03.002

[3] Buratti, E., Sguizzato, M., Sotgiu, G., Zamboni, R., & Bertoldo, M. (2024). Keratin–PNIPAM Hybrid Microgels: Preparation, Morphology and Swelling Properties. *Gels*, 10(6), 411 DOI: 10.3390/gels10060411

La profesora de la UCLM María Luz Sánchez Silva, premio a la excelencia investigadora por la universidad de Alcalá



La catedrática de Ingeniería Química en la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) María Luz Sánchez Silva ha obtenido el Premio 2025 Investigadora Joven en Ciencias Experimentales que concede la Universidad de Alcalá. Profesora de la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas de Ciudad Real, trabaja en el desarrollo de nuevos materiales sostenibles y aparece de forma recurrente en el ranking de Stanford.

La Universidad de Alcalá ha concedido uno de sus premios a la excelencia investigadora a la profesora de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) María Luz Sánchez Silva, catedrática de Ingeniería Química en la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas de Ciudad Real. El jurado de estos galardones considera por unanimidad que Sánchez Silva es merecedora del Premio 2025 Investigadora Joven en Ciencias Experimentales “en una convocatoria que ha sido altamente competitiva y en la que han concurrido un alto número de candidatas de gran nivel”, según señala en la comunicación oficial del reconocimiento.

Este último premio refrenda la excelente carrera de la investigadora, que trabaja en la búsqueda de nuevos materiales sostenibles para las industrias textil, automovilística y constructiva. María Luz Sánchez Silva aparece recurrentemente en el ranking de Stanford, que recoge al 2 % de los científicos/as más influyentes del mundo (también en su última edición, publicada el pasado 19 de septiembre); y ha sido merecedora, asimismo, del premio a la Investigación y a la Innovación Joven en Ingeniería y Arquitectura del Gobierno regional en su convocatoria de hace dos años.

Natural de Malagón (Ciudad Real), es ingeniera química (2004) y doctora en Ingeniería Química (2009) por la Universidad de Castilla-La Mancha -institución en la que obtuvo la cátedra en 2020, y autora o coautora de más de un centenar de publicaciones en revistas internacionales de elevado índice de impacto, y de una patente europea, aplicada también en EE.UU. y China, relacionada con el campo de la microencapsulación.

Gabinete de Comunicación UCLM
Ciudad Real, 15 de octubre de 2025

LA UCLM ELIGE PUERTOLLANO PARA CELEBRAR LA I ESCUELA MEDITERRÁNEA DE ELECTROQUÍMICA



Manuel Rodrigo, Julián Garde y Miguel Ángel Ruiz, durante la presentación

El encuentro reunirá a jóvenes investigadores y profesionales de Italia, Francia y España del 25 al 29 de enero de 2026.

El rector de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), Julián Garde; el alcalde de Puertollano, Miguel Ángel Ruiz; y el decano de la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas del Campus de Ciudad Real, Manuel Rodrigo, han presentado esta mañana la I Escuela Mediterránea de Electroquímica, una iniciativa organizada por la institución académica y que reunirá en la localidad minera a jóvenes investigadores y profesionales para debatir en torno a ese campo de conocimiento.

La Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) ha programado del 25 al 29 de enero de 2026 la I Escuela Mediterránea de Electroquímica (MEDIELES 2026), un encuentro que reunirá en Puertollano (Ciudad Real) a jóvenes investigadores y profesionales de la industria, procedentes principalmente de España, Italia y Francia, para ahondar en su formación, y en el conocimiento y colaboración en el campo de la electroquímica.

La actividad, que se desarrollará a propuesta de las Divisiones de Electroquímica de la Società Chimica Italiana (SCI), la Société Chimique de France (SCF) y la Real Sociedad Española de Química (RSEQ), ha sido presentada hoy en el Museo Cristina García Rodero por el rector de la UCLM, Julián Garde; el alcalde de Puertollano, Miguel Ángel Ruiz; y el decano de la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas del Campus de Ciudad Real, Manuel Rodrigo.

La Escuela aspira a convertirse en un encuentro anual de referencia y es, según ha afirmado el rector, el resultado del compromiso de la UCLM “por estar aquí en Puertollano”, como ya ocurrió con el primer máster dual que puso en marcha la institución académica en el ámbito de la energía renovable. Como reflejo de esta apuesta por la localidad minera, el rector ha emplazado al Ayuntamiento y a las empresas de Puertollano a trabajar en una nueva iniciativa como es la puesta en marcha de una microcredencial que permita la formación y recualificación de trabajadores.

Asimismo, el rector ha recordado que la celebración de MEDIELES 2026 coincide con un momento “muy significativo para nuestra universidad”, al conmemorarse este curso académico el 40º aniversario de su creación. Pese a su juventud institucional, el rector ha señalado que en estas cuatro décadas de historia la UCLM se ha consolidado como motor educativo, -con más de 156 000 personas formadas sus aulas-, científico, tecnológico y social de la región. En este punto, Garde ha recordado que en la última convocatoria del Plan Estatal de Investigación la Universidad regional ocupó el puesto número dieciocho en captación de fondos de un total de 92 universidades, cincuenta públicas. “Esto no quiere decir que nos conformemos, hay que ir a más”, ha dicho.

Por su parte, el decano de la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas de Ciudad Real ha manifestado que desde el primer momento “no se nos ocurrió mejor lugar que Puertollano” para la celebración de MEDIELES “por ser una ciudad industrial, volcada con el ámbito energético y la sostenibilidad y por las experiencias positivas que nos preceden de cursos de verano”. Durante su celebración, ha apuntado Rodrigo, se dará cita en Puertollano “capital humano que entiende de baterías, de nuevos coches híbridos, de nuevos sistemas para mejorar la sostenibilidad”, porque electroquímica es “energía, producción industrial y gestión del medioambiente”.

Por su parte, el alcalde ha destacado que para Puertollano acoger una iniciativa de esta envergadura supone “una oportunidad única que contribuirá a posicionar a nuestra ciudad como un polo de referencia en investigación y desarrollo científico”.

La Escuela Mediterránea de Electroquímica tendrá un límite de inscripción de 60 personas y su programa combinará la enseñanza de fundamentos de electroquímica con temas avanzados sobre electroquímica sostenible, impartidos por profesores de prestigio internacional procedentes de Italia, Francia y España.

Gabinete de Comunicación UCLM.
Ciudad Real, 10 de octubre de 2025

Homenaje del área de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas a Enrique Díez Barra



Con motivo de su jubilación en el curso 2024/2025 la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas de la UCLM homenajea a su primer decano, el profesor Enrique Díez Barra

El profesor de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) Enrique Díez Barra se despidió el curso pasado de las aulas para iniciar una nueva etapa, la de la jubilación. Hoy, su centro, la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas del Campus de Ciudad Real, y más concretamente el Área de Química Orgánica, le ha rendido un emotivo homenaje en el que se ha destacado la figura de quien fuera su primer decano y su papel como profesor, investigador y gestor.

La Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) en el Campus de Ciudad Real, a través del Área de Química Orgánica, ha rendido hoy un homenaje a quien fuera su primer decano, el profesor Enrique Díez Barra, quien en el curso 2024/2025 se despedía de las aulas con motivo de su jubilación tras cuarenta y siete años ligado a la docencia y la investigación: primero en la Universidad Complutense de Madrid, después en el Colegio Universitario de Ciudad Real y, posteriormente y desde su creación, en la UCLM.

Compañeros, familiares, exrectores de la UCLM, el expresidente de Castilla-La Mancha y actual presidente del Consejo Social de la Universidad regional, José María Barreda; o la vicerrectora de Profesorado y Desarrollo Profesional y profesora del Área de Química Orgánica, entre otras personas, han querido acompañar a Enrique Díez Barra en este acto, durante el que se ha resaltado su trayectoria, “fundamental” en diferentes ámbitos de la UCLM y de la política regional universitaria.

Díez Barra fue el primer decano de la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas de Ciudad Real. Participó en la transición del antiguo Colegio Universitario de Ciudad Real a la actual Facultad e impulsó la incorporación de los primeros docentes en las áreas de Química, Física, Bioquímica, Ingeniería Química, Tecnología de Alimentos, Matemáticas, Cristalografía, entre otras.

En el ámbito de la gestión universitaria, fue el primer vicerrector de Profesorado de la UCLM, contribuyendo de manera decisiva al crecimiento de la institución académica en sus primeros años. En la política universitaria regional ejerció como vicedecano de Universidades e Investigación, donde diseñó el primer Plan Regional de I+D+i (Princet) y facilitó la implantación de institutos de investigación, como el Centro Nacional del Hidrógeno. Asimismo, fue también director del CICAT -centro predecesor del Instituto Regional de Investigación Científica Aplicada -IRICA-) y del Departamento de Química Inorgánica, Orgánica y Bioquímica de la UCLM.

A partir de hoy, Enrique Díez Barra da nombre a la sala de juntas de la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas.

Gabinete de Comunicación UCLM.
Ciudad Real, 3 de octubre de 2025

CIUDAD REAL SE VUELCA CON LA NOCHE EUROPEA DE LOS INVESTIGADORES E INVESTIGADORAS

El evento contó con la asistencia de unas mil personas que participaron activamente en los diferentes talleres de divulgación científica

Ciudad Real acogió el pasado viernes 26 de septiembre la celebración de La Noche Europea de los Investigadores e Investigadoras de la Universidad de Castilla-La Mancha. Más de mil quinientos asistentes participaron activamente en esta jornada que tenía como objetivo acercar la ciencia a la sociedad a través de la divulgación de los diferentes proyectos de investigación que se desarrollan en la institución académica.

Los visitantes pudieron disfrutar de talleres y demostraciones sobre Inundaciones: mitos y realidades, Proyecto Fórmula Student, Matemáticas contra el cáncer, Partículas en tu vida, Del laboratorio a la vida real. Cómo utilizar hidrogeles en robótica blanda, Detectives de la salud, Noche Europea de los Volcanes, Hablamos de ciencia para que no te comas más el coco, Investigación y aplicaciones en nanomagnetismo, ¿Qué pasa en el cielo?, Mujeres Ingeniosas y Materland; y Conoce el IREC (Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos).

Además, en el marco de esta celebración europea, también se desarrollaron la Noche Europea de los Volcanes y una jornada de Astronomía.

La iniciativa forma parte del proyecto G9-SCIENCE4ALL, enmarcado en el programa Horizonte Europa: Programa Marco de Investigación e Innovación, bajo el acuerdo de subvención nº 101162477.

Los Jardines del Prado se convirtieron en un gran espacio de encuentro entre ciencia y ciudadanía, donde familias y curiosos pudieron conocer de primera mano los avances y experimentos que investigadores de la UCLM desarrollan en sus laboratorios y facultades. La masiva participación ciudadrealeña confirmó el interés por la ciencia y la importancia de este tipo de encuentros, que permiten trasladar a la sociedad la relevancia de la investigación y su impacto directo en la vida cotidiana y en los retos del futuro.

Galería de imágenes de la Noche Europea de Investigadores 2025:



DIVULGACIÓN CIENTÍFICA



Gabinete de Comunicación UCLM.
Ciudad Real, 29 de septiembre de 2025

ARGAMASILLA DE CALATRAVA ESTRECHA LAZOS CON LA FORMACIÓN CIENTÍFICA EN LA APERTURA DE LA II JORNADA ARGACIENCIA

24/10/2025 (Miciudadreal)



La segunda edición de la Jornada de Divulgación ARGACIENCIA se desarrolló durante la mañana del viernes 24 de octubre en Argamasilla de Calatrava, reuniendo decenas de escolares y estudiantes para, tras la inauguración oficial a cargo de autoridades locales y académicas, disfrutar y hacer valer el papel de la ciencia como herramienta de progreso.

Así se ha puesto de manifiesto durante el acto de apertura de un evento que vuelve a ser fruto de una estrecha colaboración entre el Ayuntamiento rabanero y la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) y que ha incluido desde exposiciones didácticas y experimentos en la plaza, a la conferencia que esta tarde ofrecería luego, ante numerosísimo público, el doctor Eduardo Recuero Fernández.

El alcalde ha agradecido la implicación de la UCLM en la organización de la cita, a través de su Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas, cuyo decano, Manuel Andrés Rodrigo, también ha estado presente, así como al equipo que integran Pilar Prieto, Mari Ángeles Osorio y Ana Recuero, “que son el alma de esta jornada”, así como al edil Sergio Gijón.

Jesús Ruiz ha hecho un llamamiento a la inversión en investigación y a la inspiración de las nuevas generaciones, en una cita cuya importancia radica en “acercar la ciencia a los más jóvenes, acercar que todo tiene su porqué, que todo tiene una explicación y que investigando se pueden conseguir muchísimas cosas”.

Y ha vinculado el regidor ARGACIENCIA al compromiso municipal de respaldar la faceta investigadora, por cuanto “siempre estamos reivindicando fondos para la investigación, y esto es un hito más para apoyarla, para decir que investigando se pueden conseguir cualquier tipo de elemento que consiga mejorar la vida de las personas”.

Por su parte, el decano Manuel Andrés Rodrigo, ha subrayado como trascendental que “una sociedad tenga capacidad científica, tenga conocimiento de qué es lo que ocurre en el mundo y sepa interpretarlo”, por lo que enfatizaba que la divulgación de ARGACIENCIA permite a los vecinos “comprender cómo un científico trabaja día a día”.

Asimismo, se congratulaba de que el número de científicas “va en aumento, muchísimo”, destacando el alto porcentaje de mujeres en su el responsable de la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas, donde “tenemos aproximadamente un 70% de profesorado que es mujer. Y nuestras compañeras contribuyen exactamente igual que contribuimos los compañeros hombres. No hay ningún tipo de distinción, como debe ser”.

Y Pilar Prieto, catedrática de dicha Facultad y portavoz del equipo organizador, ha querido reconocer el esfuerzo colaborativo que hay detrás del evento, asegurando que su éxito reside en el “apoyo, esfuerzo y ayuda de todas aquellas instituciones y personas” involucradas.

En particular, ha mostrado su reconocimiento al Ayuntamiento, encabezado por el alcalde Jesús Ruiz, por su disposición a colaborar, y ha tenido también una mención especial para el concejal y teniente de alcalde, Sergio Gijón, a quien ha calificado como “un crack” por su impulso organizativa y por hacer que “todo fluya”.

Y reconociendo también el esfuerzo del decano Manuel Rodrigo, de quien ha dicho ser una persona con una gran capacidad de trabajo, ha hecho hincapié en las colaboradoras académicas Gloria Rodríguez y María José Ruiz y a jóvenes joven de la UCLM que han hecho posible la realización de los experimentos para el alumnado rabanero.

Finalmente, Prieto ha tenido unas palabras especiales para el conferenciante de la tarde, el doctor Eduardo Recuero Fernández, quien hablará de la Medicina en tiempos de Cervantes, por ser “un rabanero ilustre” y al “le agradecemos estar aquí, haciendo un esfuerzo porque no está atravesando buenos momentos”.

Finalmente, Gloria Rodríguez Donoso, coordinadora del proyecto ‘Mujeres Ingeniosas’ de la UCLM, ha valorado con alegría la posibilidad de volver a participar en la programación de ARGACIENCIA 2025, a la que desde el citado movimiento aporta, junto a Grupo Visilab, una exposición sobre ‘Inteligencia Artificial y visión por computador. ¿Cómo ven las máquinas?’.

En ella, “queríamos también rescatar figuras de mujeres que han trabajado en esta línea y ponerles caras y nombres”, ha explicado la también catedrática quien, si bien admite avances, la presencia femenina en ingeniería sigue siendo un desafío, sobre todo en “aspectos relacionados con la ingeniería y con la tecnología”.

De experimentos y otros contenidos en ARGACIENCIA 2025

La jornada, que se desarrolla durante todo este viernes 24 de octubre, ha incluido esta mañana una intensa actividad en la Plaza del Ayuntamiento, donde jóvenes de la UCLM y el colectivo ‘Ciencia a la Carta’, han realizado experimentos químicos y juegos de divulgación de alumnado rabanero.

Todo un carrusel de demostraciones científicas que, como apuntaba el edil Sergio Gijón, “son muy prácticos y muy visuales, que preparan los alumnos de la Facultad” y han ido desde la creación de hidrogeles para fabricar robots blandos, a la reacción química que, casi por arte de magia, transforma un matraz de cristal en un brillante espejo de plata.

La creatividad y el asombro han tenido hueco con la explosión psicodélica de la ‘Leche de colores’, donde una gota de jabón desata un hipnótico baile de remolinos y no menos llamativo han sido el ‘Volcán de leche’, una efervescente erupción de espuma provocada en un simple vaso, o trucos de ‘magia química’ para hacer desaparecer el color del vino, teñir llamas con metales o disolver poliestireno al instante.

Y esta tarde, a partir de las 17 horas en el salón plenario, como también hacía hincapié por la mañana Gijón Moya reiterando la gratitud consistorial, ha puesto la mejor guinda la conferencia del doctor Eduardo Recuero Fernández, médico jubilado especialista en medicina interna y neurología, titulada ‘Cervantes, el Quijote, la medicina y los médicos’.

Entrega de premios del concurso escolar

Disciplina científica que, precisamente, protagoniza este año el concurso de dibujo escolar 'Grandes avances de la medicina a lo largo de la historia', cuyas galardonadas han sido Paula González Solís, del CEIP 'Rodríguez Marín' y Elsa García Rodríguez, del CEIP 'Virgen del Socorro', recibiendo sus premios ante compañeros, profesores y autoridades.

Las ganadoras han recibido distintos destalles, como una mochila con su propio dibujo impreso y una taza con el logo de ARGACIENCIA, en un acto celebrado también en el edificio consistorial, donde el alcalde ha destacado que la gran dificultad del jurado para elegir entre todos los trabajos presentados, lo que demuestra el alto nivel de participación. Momento que ha aprovechado el decano de la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas, Manuel Rodrigo, para entregar al Ayuntamiento una placa conmemorativa del 50 aniversario de la facultad, un obsequio para agradecer al consistorio "todas las puertas abiertas y todo el empeño" puesto en la organización de estas jornadas de divulgación.

REAL WATER RECLAMATION USING ELECTRO-GENERATED AND UV-ACTIVATED PEROXOSULFATES: FROM DESIGN TO APPLICATION

María del Pilar Castro Castro

La tesis fue defendida en la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas el día 18 de julio de 2025 y el tribunal que juzgó dicha tesis estaba formado por: D. Pablo Cañizares Cañizares (Presidente), D^a. María José Martín de Vidales Calvo (Secretaria) y D. Luis Fernando León Fernández (Vocal).



El pasado 18 de julio de 2025 tuvo lugar la defensa de la Tesis Doctoral de D^a. María del Pilar Castro Castro, titulada “Real water reclamation using electro-generated and UV-activated peroxosulfates: from design to application”. Esta tesis doctoral se ha desarrollado en el Laboratorio de Ingeniería Electroquímica y Ambiental (E3L), perteneciente al grupo TEQUIMA, del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), y se incluye en el Programa de Doctorado en Ingeniería Química y Ambiental, regulado por el Real Decreto 99/2011. Además, esta Tesis Doctoral, se enmarca en el Proyecto Europeo Sustainable Electrochemical Reduction of Contaminants of Emerging Concern and Pathogens in WWTP Effluent for Irrigation of Crops (Proyecto SERPIC), cuyo objetivo principal es minimizar la dispersión de contaminantes emergentes (CECs) y patógenos presentes en aguas residuales tratadas, permitiendo su reutilización segura en el riego agrícola mediante un enfoque multibarrera. Como socio del proyecto SERPIC, en el laboratorio E3L se han desarrollado dos rutas de tratamiento basadas en la solución tecnológica propuesta, en la que se partía del tratamiento mediante nanofiltración de los efluentes a regenerar:

- Ruta de tratamiento A: dirigida al tratamiento del permeado, una corriente con baja concentración de CECs y patógenos, mediante ozono electrogenerado. Esta corriente está destinada al riego de cultivos agrícolas.

· Ruta de tratamiento B: enfocada en el tratamiento del concentrado, una corriente con alta carga de CECs y patógenos. En este caso, se emplean peroxosulfatos generados electroquímicamente en una celda innovadora, los cuales son posteriormente activados mediante radiación UV en un fotorreactor. El efluente tratado en esta ruta tiene como destino final el cauce fluvial (u otro medio natural), garantizando su calidad ambiental.

La presente Tesis Doctoral se centra específicamente en la Ruta de Tratamiento B, abordando el diseño, optimización y evaluación de la celda electroquímica y del sistema de activación UV para maximizar la eficiencia en la eliminación de contaminantes y microorganismos, contribuyendo así a la sostenibilidad del ciclo del agua.

En una primera fase, se abordó el diseño y la caracterización electroquímica de la celda denominada SERPIC-UCLM 25 cm², integrando herramientas de diseño asistido por ordenador (CAD), simulaciones de dinámica de fluidos computacional (CFD) e impresión 3D. Este diseño ha demostrado ser eficaz para la producción de ácido de Caro (ácido peroxomonosulfúrico), un potente agente oxidante. El caudal óptimo se estableció entre 48 y 60 L·h⁻¹.

Además, en esta fase, se evaluaron cuatro electrodos de diamante dopado con boro (DDB) con sustrato de niobio, mostrando alta eficiencia y reproducibilidad, alcanzando hasta 200 mM de ácido de Caro con una eficiencia del 57,19 %. Los electrodos con sustrato de silicio tipo p generaron un 20 % menos de oxidante.

Los ensayos en modo discontinuo revelaron que:

- El pH no es crítico si el medio es ácido.
- Temperaturas moderadas (~20 °C) favorecen la producción.
- Alta concentración de electrolito aumenta la producción, pero reduce la pureza.
- La densidad de corriente óptima es de 150 mA·cm⁻².

La celda también opera en modo continuo, permitiendo controlar la producción mediante el caudal. En configuración de doble compartimento, se logró aumentar la concentración de ácido de Caro hasta 430 mM y se desarrolló un modelo fenomenológico para describir el sistema y optimizar su rendimiento.

Una vez diseñada la celda, caracterizado y optimizado el proceso de electrogeneración de ácido de Caro, se procedió a evaluar su escalabilidad. Para ello se evaluaron dos estrategias:

- Apilamiento de celdas: 3 configuraciones hidráulicas (en serie, en paralelo, y combinadas ambas)
- Redimensionamiento de la celda: electrodo 4 veces mayor. Celda de 100 cm² de área de electrodo (SERPIC-UCLM 100 cm²).

En este caso, la celda redimensionada mostró mejor rendimiento: menor consumo eléctrico, menor voltaje, mayor producción (300 vs. 118 mmol·h⁻¹) y operación más sencilla, validando su viabilidad para aplicaciones a gran escala.

Seguidamente se estudió la aplicabilidad de la tecnología en aguas reales. Para ello se utilizó el efluente de salida de la estación de depuración de aguas residuales (EDAR) de Ciudad Real (Tratamiento RW). Y se realizaron 3 series de experimentos:

- Aplicación directa de ácido de Caro (0–5 mM).
- Activación del oxidante con radiación UV durante 48 h.
- Activación del oxidante con peróxido de hidrógeno (H₂O₂).

En estas series de experimentos se detectaron 14 CECs en concentraciones de 80-6000 ng·L⁻¹. De esta manera, los resultados mostraron que la eficiencia de eliminación resultó ser mayor a más concentración de oxidante y con la activación de UV o H₂O₂. En el caso de los patógenos, una dosis de 1 mM de ácido de Caro logra la desinfección completa sin necesidad de activación adicional.

Posteriormente, se evaluó el tratamiento con la celda SERPIC-UCLM 100 cm² en condiciones reales, tratando el concentrado del efluente de la EDAR de Ciudad Real previo paso por un equipo de nanofiltración (tratamiento CW). Para ello se estudiaron diferentes dosis de ácido de Caro (0-1,5 mM) y su activación mediante UV en un novedoso fotoreactor diseñado con materiales de bajo coste. Además, se incorporó al proceso un sistema de enfriamiento evaporativo casero, reduciendo de esta manera el consumo energético.

Se evaluaron 4 CECs (Diclofenaco, Sulfametoxazol, Iopromida y Venlafaxina), así como 2 patógenos (E.coli y Sul1). En base a esto, se obtuvieron resultados de eliminación completa para Diclofenaco, Sulfametoxazol e Iopromida con 1 mM de ácido de Caro, mientras que la Venlafaxina fue necesaria la activación del oxidante mediante UV para mejorar su degradación. En el caso de los patógenos se logran reducciones de $\geq 99\%$.

Comparando ambos tratamientos de aplicabilidad de la tecnología (RW y CW), ambos muestran una eficiencia similar en cuanto a degradación. Sin embargo, el tratamiento CW es mucho más eficiente en términos energéticos (CW: 0,25 Wh·L⁻¹ vs. RW: 24 Wh·L⁻¹).

Finalmente, se llevó a cabo el Análisis de Ciclo de Vida y Análisis de Costes del Ciclo de Vida del proceso de electrogeneración de ácido de Caro. De esta manera, los resultados mostraron que mayores tiempos de operación reducen los impactos ambientales, siendo el más significativo el consumo energético del sistema electroquímico. Sin embargo, se observa que la integración de energías renovables al proceso reduce la huella de carbono en un 83% y la ecotoxicidad en un 57%. Además, hay que tener en cuenta que los factores más críticos del proceso son los materiales de construcción de la celda y el uso del ácido sulfúrico como materia prima, ya que representa el 90% de los costes de insumos. Es esencial, por tanto, equilibrar los costes operativos y los impactos ambientales, sin comprometer la eficiencia del proceso.

Los resultados de esta tesis doctoral confirman que la tecnología de electrogeneración de ácido de Caro no solo es eficaz, sino también totalmente escalable para futuras aplicaciones industriales. Los resultados obtenidos y analizados a lo largo de este trabajo validan la eficacia del novedoso diseño del reactor electroquímico, la optimización de sus condiciones de operación, su escalabilidad, su aplicabilidad a escenarios reales de tratamiento de aguas residuales y su viabilidad ambiental y económica.

CONVERSIÓN FOTOELECTROCATALÍTICA DE CO₂ CON ELECTRODOS DE DIFUSIÓN DE GASES

Miguel Ángel Ortiz Jiménez

La tesis fue defendida en la Facultad de Ciencias Ambientales y Bioquímica el día 23 de octubre de 2025 y el tribunal que evaluó dicha tesis estuvo formado por: D. José Solla Gullón (Presidente), D^a. Carmen María Fernández Marchante (Secretaria) y D. Jonathan Albo Sánchez (Vocal).



El pasado 23 de octubre de 2025 tuvo lugar la defensa de la Tesis Doctoral de D. Miguel Ángel Ortiz Jiménez, titulada “Conversión fotoelectrocatalítica de CO₂ con electrodos de difusión de gases”. Esta tesis doctoral se ha desarrollado en el Laboratorio de Ingeniería Química y Ambiental, perteneciente al grupo INQUIME, del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Castilla-La Mancha en Toledo, y se incluye en el Programa de Doctorado en Ingeniería Química y Ambiental, regulado por el Real Decreto 99/2011. Además, esta Tesis doctoral forma parte del proyecto “Reducción FotoElectroCatalítica de CO₂ mediante electrodos de difusión de gases (PID2019-111416RB-I00)” financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades; y del proyecto “Optimización de los procesos de síntesis de catalizadores en medio supercrítico para la foto- y electrorreducción de CO₂ (SBPLY/19/180501/000318)” financiado por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (co-financiado por la Unión Europea a través de FEDER). El principal objetivo esta Tesis Doctoral es el diseño, puesta a punto y evaluación en la reducción de CO₂ de una celda de fotoelectrorreducción tipo filtro prensa con electrodos de difusión de gases en configuración de fotoánodo y cátodo oscuro que opera en continuo. La reducción del dióxido de carbono es un proceso químico fundamental en el desarrollo de tecnologías sostenibles para la mitigación de emisiones y la producción de compuestos de valor añadido. La fotoelectrorreducción de CO₂ permite integrar los fenómenos clásicos de foto- y electrorreducción de CO₂ en una tecnología con menor requerimiento

energético para lograr la obtención de combustibles y otros compuestos de valor añadido.

Para el desarrollo de la investigación, se diseñó y fabricó una celda tipo filtro-prensa con área catalítica de 25 cm², con configuración de fotoánodo y cátodo oscuro, que opera en modo continuo. La parte exterior está formada por dos placas de aluminio, una de las cuales aloja una ventana de cuarzo de 5x5 cm, de forma que se permite el paso de la luz hacia el fotoánodo. La celda cuenta con dos electrodos de difusión de gases (GDEs), junto a unas placas colectoras de corriente de cobre. Entre ambos GDEs se sitúa una membrana de intercambio protónico Nafion®. La fuente de luz utilizada es una lámpara de arco de Xenón que permite simular las radiaciones de la luz solar. Los experimentos se han realizado en condiciones potencioestáticas (potencial constante) o galvanostáticas (intensidad de corriente constante), mediante el uso de un potencióstato-galvanostato.

Se han estudiado tres configuraciones de celda diferentes. La primera configuración propuesta (Configuración 1) se diseñó para trabajar con el CO₂ en fase gas en el compartimento catódico. Los resultados observados empleando la celda con esta configuración mostraron problemas de reproducibilidad, por lo que se propuso una nueva configuración (Configuración 2). En este caso, se utilizó un catolito que se introduce de manera continua en un espacio de la zona catódica situado entre el GDE y la membrana de intercambio protónico. El CO₂, por su parte, se introduce en la zona previa al GDE catódico. De esta forma, el CO₂ difunde a través del GDE y reacciona en la capa catalítica en contacto con el catolito. Tanto los productos de reacción como el CO₂ sin reaccionar salen junto al catolito. Esta configuración solucionó los problemas de reproducibilidad encontrados anteriormente con la Configuración 1, sin embargo, se observó que algunos elementos internos de la celda se deterioraban prematuramente con el paso de los experimentos. Para solucionar este inconveniente, se modificó ligeramente el diseño anterior incorporando al mismo una salida para el CO₂ en la zona catódica (Configuración 3). De esta forma, se buscaba evitar que se generara un exceso de presión en la parte posterior del GDE catódico. Mediante estos cambios el CO₂ difunde por el electrodo de difusión de gases hasta la capa catalítica, donde reacciona. Posteriormente, el CO₂ sin reaccionar junto con los productos gaseosos difunden a través del GDE y salen de la celda por la salida de gases, mientras que los productos líquidos salen junto con el catolito.

Una vez establecido el diseño de la celda, se ha realizado un estudio comparando el uso de tres papeles de carbono diferentes como soporte para la elaboración de los GDEs. Los papeles de carbono analizados han sido Toray 090, AvCarb P75T y Freudenberg H23C2. La principal característica que diferencia a estos tres papeles de carbono es que los dos primeros presentan un tratamiento impermeabilizante con PTFE, mientras que el tercero incorpora una capa microporosa (MPL). Se han caracterizado estos papeles de carbono mediante SEM y BET. AvCarb P75T ha resultado ser el papel de carbono que presenta una mayor área superficial, así como un mayor tamaño de poro. Se realizaron experimentos en la celda de fotoelectrorreducción con estos tres papeles de carbono. Para estos experimentos se utilizó un fotocatalizador comercial (TiO₂-P25) y un catalizador de Cu/CNT sintetizado en medio supercrítico en el cátodo. El papel AvCarb fue el que obtuvo unas densidades de corriente mayores para un mismo potencial aplicado de los tres analizados. También mostró las velocidades de conversión más altas, así como una selectividad hacia ácido fórmico (producto mayoritario). Así, con este papel de carbono se obtuvieron velocidades de producción de HCOOH de hasta 1,1 mmol/h aplicando un potencial de 4 V como potencial de celda, con selectividades hacia este producto cercanas al 90%.

Los catalizadores utilizados en este trabajo han sido sintetizados mediante tecnología supercrítica. Este método consiste en el uso de sustancias en fase supercrítica como medio de

reacción, basándose en sus propiedades de transporte, que son intermedias entre las de los líquidos y los gases, como altos coeficientes de difusión y buena capacidad disolvente. Este proceso se considera más respetuoso con el medio ambiente que otros métodos de síntesis convencionales, debido a su menor demanda en el uso de disolventes orgánicos. La utilización de CO_2 como fluido supercrítico es especialmente interesante, gracias a sus condiciones de baja presión y temperatura críticas (7,38 MPa y 31,0 °C), abundancia, baja inflamabilidad y toxicidad. Así, se llevó a cabo la síntesis en CO_2 supercrítico de fotoelectrocatalizadores eficaces para ser utilizados como material anódico en la reacción de evolución de oxígeno (OER, Oxygen Evolution Reaction).

Se sintetizaron una serie de catalizadores consistentes en TiO_2 modificado con óxidos de cobre mediante síntesis en CO_2 supercrítico, empleando concentraciones de Cu de 3, 6,5, 8 y 13 % en peso. Los rendimientos de deposición de Cu de estos catalizadores fueron de entre el 60 y 80%. Estos catalizadores fueron sometidos a diferentes técnicas analíticas para determinar sus propiedades estructurales, ópticas y eléctricas. Las propiedades estructurales de los fotocatalizadores fueron determinadas mediante: espectroscopía de absorción atómica, difracción de rayos X, microscopía SEM y TEM, espectroscopía fotoelectrónica de rayos X (XPS) y espectrometría infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR). La caracterización óptica se realizó por espectroscopía UV-vis-DRS. Finalmente, la evaluación de las propiedades electroquímicas se realizó mediante voltametría de barrido lineal (LSV), con la finalidad de comprobar su eficacia en la reacción de evolución de oxígeno (OER) y espectroscopia de impedancia electroquímica (EIS).

Como resultados más significativos se observó que los catalizadores presentan la fase anatasa de TiO_2 con una morfología tipo poliédrica, independientemente de la concentración de Cu en el material. Los análisis de XRD y XPS indicaron que el Cu se encuentra principalmente en forma de CuO . El análisis de UV-vis-DRS puso de manifiesto que la incorporación de CuO disminuye significativamente el band gap del TiO_2 , lo que hace que estos catalizadores absorban más luz en la región visible del espectro. Además, el catalizador con 6,5% de cobre es el material que muestra el mayor incremento en la actividad hacia la OER bajo iluminación según las LSV.

Determinado el catalizador de TiO_2/Cu que presentaba un mejor desempeño en la OER según las técnicas de caracterización, se procedió a estudiar su comportamiento como fotoánodo en la celda de fotoelectrorreducción (PER) de CO_2 . Se comparó este catalizador (TiO_2/CuO), con un catalizador de la misma naturaleza con Ni en lugar de Cu (TiO_2/NiO), con un catalizador de TiO_2 soportado sobre nanotubos de carbono en proporción 50:50 ($\text{TiO}_2\text{-CNT}$), y el catalizador de TiO_2 comercial más empleado en la bibliografía ($\text{TiO}_2\text{-P25}$).

En la caracterización electroquímica de estos catalizadores, el $\text{TiO}_2\text{-CNT}$ presentó la mayor actividad hacia la OER, mientras que el catalizador comercial de $\text{TiO}_2\text{-P25}$ mostró la más pequeña. El TiO_2/CuO y TiO_2/NiO han demostrado también una notable actividad catalítica en la OER, debido al dopado de la red de TiO_2 con átomos de Cu o Ni, o a la formación de heterouniones TiO_2 -óxido metálico. Por su parte, el $\text{TiO}_2\text{-CNT}$ presentó además una menor resistencia a la transferencia de carga en la EIS.

Sin embargo, aunque el $\text{TiO}_2\text{-CNT}$ presentó los mejores resultados hacia la OER en las LSV llevadas a cabo en la celda líquida, no ocurre lo mismo cuando se analiza la reducción de CO_2 en la celda de PER. Así, a medida que aumenta el potencial aplicado a la celda cuando se usa este catalizador como fotoánodo, las limitaciones al transporte de materia derivadas de los procesos de difusión en los nanotubos de carbono parecen comenzar a dominar, restringiendo así el alcance de la OER y limitando la conversión global de CO_2 . De igual manera, con el TiO_2/NiO un aumento de voltaje aplicado parece limitar la velocidad de transferencia de protones al cátodo, limitando así el rendimiento global de la celda hacia la conversión de CO_2 .

De esta forma, el catalizador TiO_2/CuO , que no parece verse afectado por estas limitaciones relacionadas con la difusión ni con el aumento de voltaje, alcanzó los mejores resultados en términos de conversión de CO_2 entre los diferentes materiales estudiados (con valores de conversión de hasta $1,3 \text{ mmolCO}_2/\text{h}$). Asimismo, presentó una buena estabilidad con el tiempo. Por tanto, esto lo convierte en el material más adecuado para ser utilizado como fotoánodo en el proceso de reducción fotoelectrocatalítica de CO_2 de los estudiados en esta Tesis Doctoral.

CATALIZADORES NANOESTRUCTURADOS PREPARADOS POR MAGNETRON SPUTTERING PARA SU USO EN TECNOLOGÍAS INNOVADORAS DE ELECTRÓLISIS DE AGUA CON MEMBRANA DE INTERCAMBIO ANIÓNICO

Celia Gómez Sacedón

La tesis fue defendida el día 3 de octubre de 2025. Fue dirigida por Antonio de Lucas Consuegra y Jorge Gil Rostra y surgió de una colaboración entre el Departamento de Ingeniería Química de la UCLM y el Instituto de Ciencias de Materiales de Sevilla del CSIC.

En esta tesis se investigaron nuevas formulaciones de catalizadores para la reacción de evolución de oxígeno (OER) debido a que esta reacción presenta una elevada barrera energética que es necesario reducir. La principal contribución y novedad de esta tesis fue la preparación de catalizadores mediante la técnica de pulverización catódica o magnetron sputtering (MS), en su denominación en inglés. MS es una técnica de deposición física en fase vapor en una sola etapa de recubrimientos en forma de lámina delgada y que puede llevarse a cabo a temperatura ambiente. Además, esta técnica presenta ciertas ventajas frente a los métodos convencionales de preparación de catalizadores, como son el gran control que proporciona en el espesor, la composición y microestructura de los catalizadores fabricados y su alto grado de reproducibilidad. En esta tesis, también se investigaron nuevas arquitecturas de catalizadores (bicapas óxido/metal) y dos configuraciones diferentes de ensamblaje membrana/electrodo (MEA) como son la deposición de catalizador sobre la membrana (CCM) y sobre el sustrato (CCS). Todas estas novedades se implementaron en electrolizadores a escala de laboratorio basados en la tecnología AEMWE. Por otro lado, se exploraron metodologías innovadoras de electrólisis orientadas a la producción de hidrógeno verde (como la electrólisis asistida con urea) con el consiguiente ahorro energético. Finalmente, se evaluó teóricamente la viabilidad de integrar la tecnología AEMWE acoplada con energía fotovoltaica para el suministro eléctrico en aplicaciones domésticas.

En esta tesis se ha empleado la técnica de MS, en disposición de ángulo oblicuo (MS-OAD), para la fabricación de catalizadores trimetálicos. Se prepararon catalizadores trimetálicos basados en Co, Ni y Fe con cantidades variables de cobalto entre 2,3 y 15,5 at.%, fijando la proporción Ni/Fe en 90/10 at.%. Se evaluó su actividad electrocatalítica en la OER para compararla con el catalizador bimetálico de referencia de NiFe. El rendimiento de estos catalizadores se evaluó en celda de tres electrodos y en celda AEMWE. Adicionalmente, se llevó a cabo una caracterización fisicoquímica exhaustiva de los catalizadores recién depositados y tras el testeo electroquímico aplicando un protocolo electroquímico definido. Se identificaron transformaciones estructurales después del envejecimiento en medio básico o del testeo electroquímico, observándose la formación de la estructura típica de un hidróxido doble laminar (LDH). Mediante técnicas de voltamperometrías se analizaron los potenciales redox del sistema $\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}^{3+}$ y se identificaron las transformaciones relativas a las especies de $\text{Ni}(\text{OH})_2/\text{NiOOH}$ descritas en el diagrama de Bode: $\alpha\text{-Ni}(\text{OH})_2 / \gamma\text{-NiOOH}$ y de $\beta\text{-Ni}(\text{OH})_2/\beta\text{-NiOOH}$. De este modo, se identificó que la especie predominante es la fase $\beta\text{-Ni}(\text{OH})_2/\beta\text{-NiOOH}$. El mejor rendimiento electroquímico se consiguió con el catalizador CoNiFe con un contenido en cobalto del 7,4 at.%, el cual presentó un sobrepotencial a $10 \text{ mA}\cdot\text{cm}^{-2}$ (η_{10}) de 231 mV y una pendiente de Tafel de $22,9 \text{ mV}\cdot\text{dec}^{-1}$. El mejor rendimiento de los catalizadores trimetálicos propuestos (siempre que incorporen cantidades moderadas de Co) se atribuyó a que presentan

elevados valores de área electroquímica activa (ECSA), un mayor número de especies reversibles y mejor conductividad eléctrica que formulaciones similares de sistemas bimetálicos de NiFe. Además, en celda completa, dicho catalizador presentó una reducción del 17 % en el consumo energético en comparación con el catalizador bimetálico NiFe.

Basándose en el efecto positivo de la incorporación de cobalto en catalizadores de NiFe, se desarrolló una estructura bicapa compuesta por una capa metálica de CoNiFe y una capa superficial de óxido CoNiFeO_x . La capa metálica presenta, de forma natural, mayor conductividad eléctrica que su correspondiente capa de óxido (diez ordenes de magnitud de diferencia) mientras que la capa de óxido presenta mayor ECSA en ocho órdenes de magnitud y el doble de especies reversibles.

La arquitectura bicapa presentó un efecto sinérgico entre los dos factores previamente mencionados: el ECSA de la capa de óxido en la OER y la conductividad eléctrica entre capa metálica y capa de transporte porosa (PTL). Este efecto consiguió una mejora en el rendimiento global del catalizador con la estructura bicapa $\text{CoNiFeO}_x/\text{CoNiFe}$. La proporción óptima 800 nm/1000 nm de óxido/metal proporcionó los valores más bajos de sobrepotencial (241 mV a $10\text{mA}\cdot\text{cm}^{-2}$) y pendiente de Tafel ($36,7\text{ mV}\cdot\text{dec}^{-1}$). Los catalizadores $\text{CoNiFeO}_{x,800\text{nm}}/\text{CoNiFe}$ y CoNiFe se ensayaron como ánodos en una celda de electrólisis AEMWE completa (con Pt/C como cátodo) donde se obtuvo el mayor rendimiento para el catalizador $\text{CoNiFeO}_{x,800\text{nm}}/\text{CoNiFe}$ con un ahorro energético del 3,5 % respecto del catalizador metálico CoNiFe. Además, dicho catalizador alcanzó un voltaje de 1,9 V para una producción de corriente de $1\text{ A}\cdot\text{cm}^{-2}$, un valor muy competitivo con los valores reportados en la literatura científica. Todo ello, a pesar de operar en condiciones menos favorables frente a las típicamente exploradas en bibliografía, como una menor concentración de electrolito (1,0 wt.% KOH) y en ausencia de ionómero en el catalizador. Estos resultados han puesto de manifiesto el interés de este tipo de sistemas bicapa óxido/metal y la viabilidad de la técnica de MS para la fabricación en un sólo paso de electrodos con arquitecturas y formulaciones catalíticas complejas, muy competitivos con los electrodos reportados en la literatura científica.

Por su elevado sobrepotencial, la OER es la etapa limitante en la electrólisis de agua. Una alternativa a la electrólisis directa de agua consiste en la electrólisis asistida mediante la oxidación conjunta de agua y moléculas orgánicas (como por ejemplo la urea), ya que reduce significativamente las barreras termodinámicas y cinéticas asociadas al proceso de electrólisis de agua orientado a la producción de hidrógeno. En este sentido, se exploró la electrólisis de disoluciones acuosas de urea empleando catalizadores monometálicos y bimetálicos (Ni y NiFe), óxidos bimetálicos (NiFeO) y sistemas catalíticos con estructura bicapa (NiFeO/NiFe). Estos catalizadores se testearon en celda de tres electrodos en presencia de una disolución de urea. La estructura bicapa demostró una mayor actividad electrocatalítica asociada a la capa de óxido superficial y una resistencia óhmica reducida debido al contacto directo entre la capa metálica y la PTL. Debido a los buenos parámetros de actividad catalítica proporcionados por el sistema bicapa NiFeO/NiFe en la celda de tres electrodos, dicho catalizador fue implementado como ánodo en una celda AEMWE completa. Con el objeto de evaluar la eficiencia del proceso, la celda se alimentó con un electrolito acuoso alcalino que incorporaba diferentes concentraciones de urea (0,0 – 0,5 M). Esta estrategia permitió la reducción de 130 mV en el voltaje de la electrólisis respecto a la electrólisis convencional de agua, aumentando así la eficiencia en la producción de hidrógeno en un 5,8 %, al mismo tiempo que se demostró el interés de este método para la eliminación de contaminantes orgánicos presentes en el agua.

Finalmente, y a modo de estudio teórico preliminar, se analizó el acoplamiento directo entre un panel fotovoltaico (PV) y una celda de electrólisis AEMWE. El número de paneles fotovoltaicos se determinó utilizando el software PV-SYST 7.0, para un supuesto práctico localizado en Ciudad Real (España) y la demanda energética típica de una vivienda ($7,64\text{ kWh}\cdot\text{día}^{-1}$). Posteriormente, se

la producción de hidrógeno integrando el electrolizador experimental empleado en esta tesis con el panel fotovoltaico seleccionado mediante la simulación del software. Finalmente, se realizó la selección de una pila de combustible acorde a la demanda eléctrica y se diseñó un depósito de almacenamiento de hidrógeno. El sistema propuesto integró un conjunto de paneles fotovoltaicos y se determinó utilizando el software PV-SYST 7.0, para un supuesto práctico localizado en Ciudad Real (España) y la demanda energética típica de una vivienda ($7,64 \text{ kWh} \cdot \text{día}^{-1}$). Posteriormente, se estimó la producción de hidrógeno integrando el electrolizador experimental empleado en esta tesis con el panel fotovoltaico seleccionado mediante la simulación del software. Finalmente, se realizó la selección de una pila de combustible acorde a la demanda eléctrica y se diseñó un depósito de almacenamiento de hidrógeno. El sistema propuesto integró un conjunto de paneles fotovoltaicos con un área de $65,3 \text{ m}^2$, un tanque de hidrógeno ($2,4 \times 0,7 \text{ m}$) que opera a 30 bares, un electrolizador (1,17 kW) y una pila de combustible (1,23 kW). En ese capítulo, se implementó el diseño de un sistema autosuficiente para aplicaciones residenciales sin conexión a la red eléctrica. Este trabajo se llevó a cabo en colaboración con Ernesto Amores investigador del Centro Nacional de Experimentación de Tecnologías de Hidrógeno y Pilas de Combustible (CNH₂).



QUÍMICA ORGÁNICA

M. L. Soriano, <https://scholar.google.com/scholar?q=M.+Laura+SorianoA>. M. Garcia, J. A. Garcia-Romero, P. Prieto, A. H. Velders, M. V. Gomez. Gel-Phase Microextraction Using Microfluidic-Directed Ultrashort Peptide Assemblies for the Determination of Drugs in Oral Fluids. *Int. J. Mol. Sci.* 2025, 26(20), 9982.

<https://doi.org/10.3390/ijms26209982>

TU HOGAR, TUS CONTAMINANTES

Toda la química invisible en nuestro día a día



ISBN: 9791387556662

Editorial: Pinolia

Una guía accesible, reveladora y práctica para entender mejor el mundo que nos rodea y lo que dejamos en él.

Los avances científicos y tecnológicos han mejorado considerablemente nuestra calidad de vida, pero esta evolución trae consigo una cuestión compleja: ¿qué pasa con las sustancias que dejamos atrás sin darnos cuenta?

En esta obra, la divulgadora científica Clara Inés Alcolado nos invita a mirar con otros ojos los objetos que usamos a diario: analgésicos, cosméticos, pesticidas, ambientadores... A lo largo de una jornada cotidiana —desde la ducha matutina hasta la cena— este libro recorre los productos que acompañan nuestro bienestar y revela el lado menos visible de su huella química.

¿Qué son los forever chemicals? ¿Qué rastros dejan ciertos medicamentos en el agua? ¿Qué relación hay entre un aditivo alimentario y el ecosistema? Con un enfoque ameno y riguroso, Alcolado traza la evolución de estas sustancias desde el histórico DDT hasta los contaminantes emergentes que hoy preocupan a la ciencia europea.

Lejos de alarmismos, "Tu hogar, tus contaminantes" presenta alternativas como la química verde y nos ayuda a comprender estos procesos complejos desde una perspectiva científica equilibrada, conectando investigación y vida cotidiana.

En el próximo número de Molécula...

EEI número de Noviembre de MOLÉCULA será monográfico sobre San Alberto Magno y la graduación del curso 2024-25

<https://moleculauclm.wordpress.com/>

