



Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas
<https://moleculauclm.wordpress.com>

REVISTA MOLÉCULA

Nº 195 Época III
Enero 2025

Entrevista Juan Ignacio Cirac

Premios y conferencias

Tesis doctorales y estancias

Publicaciones y noticias

Presentación	P. 2
Entrevista Juan Ignacio Cirac	P. 3
Noticias	P. 9
Conferencias	P. 10
Viernes en el IRICA	P. 12
Premios	P. 13
Tesis doctorales	P. 15
Estancias	P. 18
Micro abierto 11F	P. 20
Publicaciones científicas	P. 21
Próximo número de Molécula	P. 22

Comité editorial: Clara Inés Alcolado, Tania Paniagua, Rafael Granados, Antonio de la Hoz, José Pérez, Álvaro Ramírez, Abelardo Sánchez.

PRESENTACIÓN

En este número de Enero se han recogido las noticias y eventos más relevantes para nuestra Facultad en las últimas semanas, como conferencias impartidas o premios recibidos. Además, incluye una entrevista a Juan Ignacio Cirac, información de estancias realizadas en los últimos meses, tesis doctorales defendidas, artículos publicados y otras noticias.

El comité editorial.

Juan Ignacio Cirac: “Ya sabemos cómo hacer un ordenador cuántico, pero construirlo es complicado”



Para muchos, Juan Ignacio Cirac es el español que más cerca está de conseguir un Premio Nobel. En esta entrevista con MUY, Cirac repasa los últimos avances en el campo de la criptografía cuántica, su especialidad.

Desde 2001 Juan Ignacio Cirac es director de la División de [Física Teórica](#) del [Instituto Max Planck de Óptica Cuántica](#), con sede en Garching (Alemania) y buque insignia de la investigación de este país. **Desde allí ha contribuido a poner las bases de una nueva generación de ordenadores basados en las extrañas propiedades de las partículas subatómicas** y con una potencia miles de veces superior a la de los más modernos [superordenadores actuales](#).

Cirac, conocido como el Messi de la [física cuántica](#), por ser una referencia mundial en su campo -el de lo infinitamente pequeño-, no solo se mueve en el terreno internacional; también ha puesto sus amplios conocimientos al servicio de una empresa de aquí. En efecto, desde el año 2016 es consejero independiente de Telefónica, un puesto que ya le ha permitido a la operadora española ser pionera en el **ámbito de la criptografía cuántica**.

Juan Ignacio Cirac y sus recientes pasos

Para muchos, Juan Ignacio Cirac es el **español que más cerca está de conseguir un Premio Nobel**. Considerado como uno de los padres de la computación cuántica, este físico de 53 años, natural de Manresa (Barcelona), ya cuenta, entre otros premios, con el [Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica](#), que le fue concedido en 2006, y con el prestigioso Wolf de Física, considerado como la antesala de los Nobel y que le otorgaron en 2013. **En esta entrevista con MUY, Juan Ignacio Cirac repasa los últimos avances en el campo de la criptografía cuántica**, su especialidad, y revela cuáles serán los próximos pasos de una revolución tecnológica que está destinada, una vez más, a cambiar nuestro futuro para siempre.



Física cuántica - partículas ondulatorias.

¿Cómo crees que serán las comunicaciones del futuro?

Lo que puedo decir es cómo van a ser las comunicaciones secretas del futuro. Las normales irán por fibra óptica, que es la forma más eficiente que tenemos de comunicarnos a larga distancia. También mejorarán todos los sistemas inalámbricos, las redes wifi y las comunicaciones que emplean radiofrecuencias, porque cada vez se utilizarán frecuencias mayores. Pero las comunicaciones secretas, la criptografía, van a cambiar mucho. Y en el futuro serán totalmente inviolables.

¿Y cómo serán esos cambios?

Las comunicaciones secretas serán distintas porque tendrán que basarse en métodos diferentes de los que empleamos en nuestros días. Lo que está claro es que, muy pronto, un ordenador cuántico será capaz de descifrar con gran facilidad la criptografía basada en los algoritmos de hoy, por lo que estos dejarán de ser seguros. Por eso, habrá que cambiarlos o bien utilizar otro método de comunicación completamente distinto del actual. Básicamente, tenemos dos opciones: una consiste en sustituir los algoritmos que se emplean ahora por otros que sean más complicados y resistentes, en principio, incluso frente a un ordenador cuántico; la otra es la criptografía cuántica, que de momento sabemos cómo utilizarla a través de fibra, de satélites, pero no sabemos aún cómo usarla a través de sistemas inalámbricos.

Su trabajo se centra en desarrollar la segunda opción...

Sí. El inconveniente que presentan los algoritmos es que resulta imposible demostrar que son totalmente seguros contra los ordenadores cuánticos. Uno puede estar más o menos convencido de que lo son, pero se trata de una opción que puede no ser del todo satisfactoria. Sin embargo, la criptografía cuántica sí que es del todo satisfactoria, y su seguridad frente a los ordenadores cuánticos se puede demostrar. El problema es que resulta muy difícil de desplegar.

¿Por qué es tan complicado?

Porque, de momento, la criptografía cuántica funciona solo a distancias relativamente cortas, del orden de 50 o 60 kilómetros, y únicamente a través de fibra. Se trata de enviar fotones -partículas de luz- por los cables de fibra, y el problema está en que aquellos son absorbidos por el propio cable si recorren distancias muy grandes. Por eso, actualmente estamos limitados en cuanto a las distancias a las que podemos desplegar esas redes. Además, por ahora solo sabemos aplicar la criptografía cuántica usando fibras ópticas, pero no otros métodos que se emplean en la comunicación, como es el caso de las redes inalámbricas.



Ciberseguridad, ordenadores cuánticos.

Usted es un experto en criptografía cuántica. ¿Puede explicar ese concepto?

La criptografía cuántica es una forma de encriptar mensajes en la que se utilizan partículas cuánticas, los fotones. Y se hace de tal forma que si alguien no autorizado intenta leer el mensaje, este se destruye antes de que nadie pueda acceder a él. Además, los que se están comunicando detectan que hay alguien intentando leerlo. Se utilizan unas propiedades de la física cuántica que tienen estas consecuencias.

¿Qué es un ordenador cuántico y cómo funciona?

Como cualquier otro ordenador, el objetivo de uno cuántico es el de hacer cálculos. Una computadora convencional convierte la información a ceros y unos, la procesa y la devuelve en forma de números, textos o cualquier otra cosa que le hayamos pedido que haga; para llevar a cabo este trabajo, sigue unas normas determinadas. El ordenador cuántico hace lo mismo, pero siguiendo las reglas de la física cuántica, que hacen posible una potencia infinitamente mayor. De hecho, uno solo de ellos equivale a un número gigantesco de ordenadores convencionales.

¿Cuáles son esas reglas de la física cuántica a las que se refiere?

Por ejemplo, la indeterminación. En el mundo subatómico, una partícula puede estar en varios lugares a la vez. O, mejor dicho, existe como posibilidad en varios lugares a la vez, como una nube difusa y cuya posición solo se concreta en un punto en el momento en que la observamos. Cuando dejamos de mirar, vuelve a su estado indeterminado. Esa propiedad se puede usar para resolver problemas de una forma muchísimo más rápida de lo que lo hace cualquier ordenador actual.

¿Para qué vamos a necesitar ordenadores cuánticos?

En primer lugar, muchas de las operaciones que se hacen hoy se podrán ejecutar más rápido, y eso tiene aplicaciones en diversos campos, en especial todos aquellos en los que sea necesario hacer cálculos muy grandes. Hay algunos que ni siquiera los superordenadores pueden realizar, pero los ordenadores cuánticos sí tendrán esa capacidad. Hablo de cálculos sobre el diseño de materiales o de compuestos químicos; la resolución de ecuaciones complejas... Por otro lado, están las aplicaciones más cercanas, las industriales, que son las que tienen que ver con la optimización de todo tipo de procesos. Los problemas que encontramos en la vida diaria están relacionados con la optimización, en particular todo lo que tiene que ver con la IA, el machine learning o el procesamiento de datos. Todo lo que necesite ser procesado y se base en una gran cantidad de datos, algo necesario para poder tomar decisiones óptimas, requiere un procesamiento de dichos datos, y resulta que muchas veces no se puede hacer debido a que los ordenadores actuales no son lo suficientemente potentes. Pero muchas de las optimizaciones de las que hablamos las podrán llevar a cabo los ordenadores cuánticos.

Empresas como IBM y Google llevan años anunciando la llegada de los primeros ordenadores cuánticos comerciales, pero parece que no terminan de aterrizar... ¿Cuándo se harán realidad?

Los ordenadores cuánticos potentes tardarán mucho tiempo en hacerse realidad. Las citadas empresas, así como otras, dicen que llegarán dentro de cinco o diez años. Y yo creo que sí, que como mínimo tardarán ese tiempo, y quizá un poco más. Lo que ocurre es que empieza a haber pequeños prototipos, sacados a la luz por estas empresas y algunas universidades, y es posible que puedan ser útiles también para determinadas tareas.

¿Para qué se podrán emplear estos ordenadores cuánticos primerizos?

Los primeros prototipos que ya existen -IBM ha sacado uno, y hay otros de Intel y otras empresas- son de uso muy restringido. Tanto que todavía no sabemos muy bien dónde pueden ser útiles, porque son muy pequeños. Hoy en día, un campo de trabajo, de investigación y desarrollo, es precisamente ver cómo estos prototipos se podrían emplear para algo que no sea posible hacer con ordenadores usuales. Esto es a corto plazo, para los próximos años. Ahora bien, si nos vamos al largo plazo, habrá que desarrollar ordenadores que no sean prototipos, que sean de verdad y que tengan toda la potencia que promete la computación cuántica. Ya sabemos cómo hacerlos, y también para qué sirven, pero hay que construirlos, y eso resulta muy complicado.

¿Cuáles serán los principales usos y beneficios de los ordenadores cuánticos cuando ya estén desarrollados?

Conocemos algunas de las aplicaciones, pero están por definirse las más importantes. En realidad, no tenemos conocimiento todavía de qué podremos hacer exactamente con los futuros ordenadores cuánticos. Por lo que sabemos hoy, esas futuras aplicaciones estarán relacionadas con el diseño de compuestos químicos, lo que tendrá su repercusión en la industria farmacéutica. Otro campo será el que he mencionado antes de la optimización. Por ejemplo, si uno quiere reconocer imágenes, tiene que hacer unos cálculos; y esa clase de cálculos son los que probablemente podremos realizar mejor con un ordenador cuántico que con los actuales. De hecho, uno de los motivos principales de Google para invertir en ordenadores de este tipo es precisamente ese: poder utilizarlos con su inteligencia artificial. También se podrán resolver problemas de física de materiales, conocer las propiedades de materiales a muy bajas temperaturas, hacer estudios climáticos, etcétera.

¿Llegaremos a tener un ordenador cuántico en casa todos los usuarios?

Ni siquiera puedo imaginar para qué podría ser eso necesario. La tendencia hoy es a que exista la computación en la nube, la cloud. Hay grandes empresas que ya ofrecen potencias de cálculo muy grande, y que podrán proponer también en el futuro computación cuántica por si un usuario doméstico precisara realizar un gran cálculo, sin necesidad de disponer en su casa de un ordenador de estas características. Pero la realidad es que no sabemos cómo se desarrollará todo esto. Tal vez encontremos alguna aplicación importante para la que sea relevante tener un ordenador cuántico en casa. No lo sé.

Hace algunas semanas comentó, durante la presentación del libro de IA de Pablo Rodríguez *Inteligencia artificial. Cómo cambiará el mundo (y tu vida)*, que el límite de la velocidad en la computación es la velocidad de la luz. ¿Cree que algún día nos acercaremos a ella?

En la computación clásica -no en la cuántica- se fabrican procesadores cada vez más rápidos. Y la razón de ello es que se hacen transistores también más pequeños, por lo que la información, cuando se mueve, tiene que recorrer distancias más cortas, y eso hace que sean más veloces. Pero otra opción es que la transmisión de la información sea más rápida en sí misma. Aunque para eso sabemos que existe el límite de la velocidad de la luz. Los sistemas electrónicos con los que contamos hoy en día no llegan a ella, están todavía muy lejos, y por eso hay gente que ha propuesto y ha trabajado en los ordenadores conocidos como ópticos, que funcionarían con luz y no con electrónica. Sin embargo, estos ordenadores ópticos aún no están desarrollados. Las computadoras no solo tienen que transmitir información, también deben procesarla. Ese límite de la velocidad de la luz en la computación es una barrera, sí, pero se puede subsanar por otros métodos.

¿Podríamos pensar en comunicaciones instantáneas aprovechando el entrelazamiento cuántico?

No. Cuando tienes un entrelazamiento entre varias partículas, se producen entre ellas unas correlaciones instantáneas, pero no se pueden emplear para enviar información. Utilizando los estados entrelazados, se crean correlaciones que se pueden medir. Si en el satélite mides cero, aquí observarás cero también. Pero eso no te permite enviar información. El hecho de que haya un señor en un satélite con un cero y tú en la Tierra también con un cero no permite que ambos se comuniquen. Tenemos solo la correlación, un conjunto de números aleatorios que son el mismo aquí que allí arriba. Para enviar información hay que hacer más cosas. Y estas no son instantáneas, sino que llevan tiempo. De hecho, sabemos que si pudiésemos enviar información con cualquier método a velocidad mayor que la luz, violaríamos el principio de la relatividad. Y eso supondría encontrarnos con problemas muy gordos. Lo que sí es cierto es que el entrelazamiento permite hacer las cosas de una manera más segura, por el hecho de que la información desaparece de un sitio y aparece en otro. Y eso no viola ningún principio de la relatividad.

¿Y en qué consistía entonces el reciente experimento chino de telecomunicaciones cuánticas llevado a cabo entre un satélite y una estación en tierra?

Consistía en enviar dos fotones desde un satélite. Y que cada uno de ellos fuera a un lugar diferente. Esos fotones estaban entrelazados y, gracias a eso, los dos receptores pudieron llevar a cabo una serie de medidas y establecer una clave secreta. Una vez que se tiene esa clave secreta, ya no es preciso usar el satélite, sino que por cualquier otro método se puede encriptar información que no será posible descryptar.

¿Fue entonces un experimento más de criptografía que de telecomunicaciones?

Fue un experimento de criptografía y de entrelazamiento a grandes distancias. Se trataba de comprobar que se puede crear entrelazamiento a distancias largas y que, una vez creado, es posible usarlo para encriptar información.

¿Hay una máxima distancia teórica para que funcione el entrelazamiento y que se pueda aprovechar?

No. En principio no hay ninguna. Creemos que podría haber entrelazamiento a grandes distancias, incluso hay gente que piensa que puede haber entrelazamiento entre partículas que estén dentro y fuera de un agujero negro. No hay ninguna distancia teórica, aunque lo mismo se descubre en el futuro.

¿Está de acuerdo con los que dicen que al final de esta década tendremos el hardware necesario para emular la inteligencia humana con superordenadores? En caso negativo, ¿cuándo cree que eso podría llegar a ocurrir?

Es teóricamente posible, pero tardaremos más tiempo. Queda un gran camino por recorrer.



Ordenadores cuánticos.

¿Está de acuerdo con la idea de que la mayor parte de la inteligencia de nuestra civilización acabará siendo, hacia el final de este siglo, no biológica? El propio Stephen Hawking dijo en la revista alemana Focus que la inteligencia de los ordenadores sobrepasará dentro de pocas décadas a la de los humanos.

En ciertos aspectos ya la sobrepasa, y, en los que no, se irá avanzando, y tendremos dos inteligencias que cada vez se complementen mejor.

¿Será al final una inteligencia artificial la que diseñe los futuros ordenadores cuánticos de alto rendimiento?

Yo no sé si los ordenadores cuánticos o los actuales. Creo que la IA, entre otras aplicaciones, sirve también para desarrollar otros algoritmos de inteligencia artificial. Es decir, que puede mejorar incluso los algoritmos con los que ella misma funciona, ya sean cuánticos o clásicos. La inteligencia artificial se utiliza ya para diseñar experimentos y nuevos métodos de producción industrial, y también se puede emplear para mejorar los propios algoritmos de IA. No es algo tan descabellado. Ahora bien, siempre habrá humanos que piensen y le indiquen lo que hay que hacer. Que la IA pueda pensar por sí misma, que tenga nuevas ideas y originalidad, yo creo que es más complicado.

¿Por qué aceptó ser consejero de Telefónica?

Es un privilegio para mí estar allí. Es una empresa muy grande, una multinacional tecnológica puntera y a la que le gusta la ciencia y la tecnología. Es un sitio fenomenal donde trabajar e intentar ayudar. Yo estoy en el consejo de administración, y desde ahí puedo aportar una perspectiva distinta a la que normalmente tienen los consejeros. Una mucho más técnica o tecnológica. Y creo que puedo ayudar también en los temas relacionados con el desarrollo de nuevas tecnologías, el futuro, la digitalización... Es una empresa puntera en tecnología, por lo que estoy en mi salsa.

¿Se ha planteado Telefónica hacer criptografía cuántica?

Ya lo está haciendo. De hecho, hace menos de un mes llevó a cabo un piloto de despliegue de un sistema criptográfico cuántico en las líneas de Telefónica. Y tiene en mente seguir al frente del uso de las tecnologías cuánticas tan pronto como puedan ser útiles para cualquiera de sus actividades, para utilizarlas y aprovecharlas. En algunos aspectos, Telefónica ya es pionera en el uso de la criptografía cuántica.

José Manuel Nieves y Juan Carlos F. Galindo, Muy Interesante. 18 enero 2025.

La UCLM participa en un proyecto europeo que pretende reducir las emisiones del sector de la defensa



La Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) es uno de los socios del proyecto CALIPSO, la iniciativa financiada por la Unión Europea con casi veinticinco millones de euros para estudiar y desarrollar soluciones innovadoras de propulsión para defensa terrestre y naval. La aportación de la UCLM se materializará en el trabajo del grupo de investigación en Tecnología Química y Medioambiental (TEQUIMA), que, entre otros aspectos, trabajará en la estabilidad de diferentes biocombustibles.

La Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) está participando en el proyecto Innovative propulsion solutions for land and defence applications (Soluciones innovadoras de propulsión para aplicación terrestres y de defensa), conocido por el acrónimo CALIPSO, que cuenta con casi veinticinco millones de euros de financiación por parte de la Unión Europea. Esta iniciativa, que se encuadra en el programa marco de investigación e innovación de la UE para el período 2021-2027, pretende reducir las emisiones contaminantes en el sector de la defensa, de forma que pueda alcanzar los objetivos de sostenibilidad marcados por Europa. “El proyecto allanará el camino hacia la adopción eficiente de sistemas de propulsión innovadores basados en combustibles sostenibles en los ámbitos terrestre y naval del sector de la defensa”, explican sus responsables, que añaden que también “proporcionará directrices y hojas de ruta para abordar sistemáticamente los retos técnicos y de otro tipo, como la normalización, la seguridad, la cadena de suministro y la logística”.

Esta ambiciosa propuesta cuenta con la participación de treinta socios de quince países de la UE, entre los que se encuentra el Instituto de Tecnologías Química y Medioambiental (ITQUIMA) de la UCLM. Coordinado globalmente por el Centro Nacional de Investigación Científica Demokritos, de Grecia, el proyecto CALIPSO ha destinado una financiación de cuatrocientos mil euros para los trabajos en la universidad castellanomanchega, que se centrarán en la estabilidad a largo plazo de diferentes biocombustibles, así como en el crecimiento microbiano y el comportamiento en climas fríos; e investigará la mezcla y el uso de aditivos para aumentar la estabilidad a largo plazo de los biocombustibles en diferentes entornos. Esta actividad estará dirigida por la catedrática de Ingeniería Química María Jesús Ramos Marcos, del Laboratorio de Energía, Polímeros y Alta Presión del grupo de investigación TEQUIMA; y en la misma participarán también el catedrático de Ingeniería Química Juan Francisco Rodríguez Romero, y la ingeniera química y responsable del Laboratorio de Combustibles, María del Carmen Montano Vico, así como el también catedrático de Ingeniería Química Manuel Salvador Carmona Franco.

Estabilización de Perovskitas de Haluro en Solventes polares para realizar Química conducida por Luz



Las perovskitas de haluro del tipo ABX_3 ($A = Cs^+$, formamidinio, FA^+ ; $B = Pb^{2+}$, Sn^{2+} ; $X = Cl^-$, Br^- , I^-) son unos de los materiales semiconductores que han revolucionado los campos de la optoelectrónica, fotovoltaica y ahora, introducidos en reacciones químicas conducidas por luz, debido a sus propiedades intrínsecas. Dentro de sus características más relevantes se encuentran un alto coeficiente de absorción, rendimiento cuántico de fotoluminiscencia mejorado, buen transporte de carga interpartícula, y brecha energética modulable a través del control del tamaño de partícula, generando principalmente nanocristales (NCs, por sus siglas en inglés) y composición. Sin embargo, una de las desventajas de estos materiales, es su baja estabilidad en solventes polares, debido a su naturaleza iónica, lo que deteriora progresivamente su integridad estructural. Este trabajo se ha llevado a cabo en colaboración con la Dra. Francisca Werlinger y el Dr. Javier Martínez de la Universidad Austral de Chile.

En este sentido, se ha estudiado a profundidad la estabilización de superficie de los materiales de NCs de perovskita a través del postratamiento con haluros de alquilaminio del tipo: Bromuro de didodecildimetilamonio, bencil dodecildimetilamonio y tetrabutilamonio disueltos en alcoholes, favoreciendo la estabilidad del fotomaterial a largo plazo, hasta un máximo de 7300 h (10 meses), (Fig. 1). Adicionalmente, se ha encontrado que estos materiales pueden ser fácilmente mezclados con resinas poliméricas del tipo acrilato, para fabricar convertidores de luz de alta eficiencia, y diodos emisores de luz (LEDs, por sus siglas en inglés) con una eficiencia cuántica externa del 23%, y estabilidad operacional de 22 min. Ahora bien, la versatilidad de las perovskitas de haluro permite extender su aplicabilidad a sistemas redox conducidos por luz solar, a través de la fabricación de dispositivos TANDEM, en donde una celda fotoelectroquímica (PEC, por sus siglas en inglés) puede ser acoplada con una celda solar (del tipo minimódulo) generando la energía suficiente para alimentar la celda PEC y facilitar la degradación de contaminantes en agua. Estos Minimódulos pueden generar hasta 2.5 V, lo cual puede aprovechar el sistema PEC para generar fotocorriente, producto de la oxidación de moléculas orgánicas.

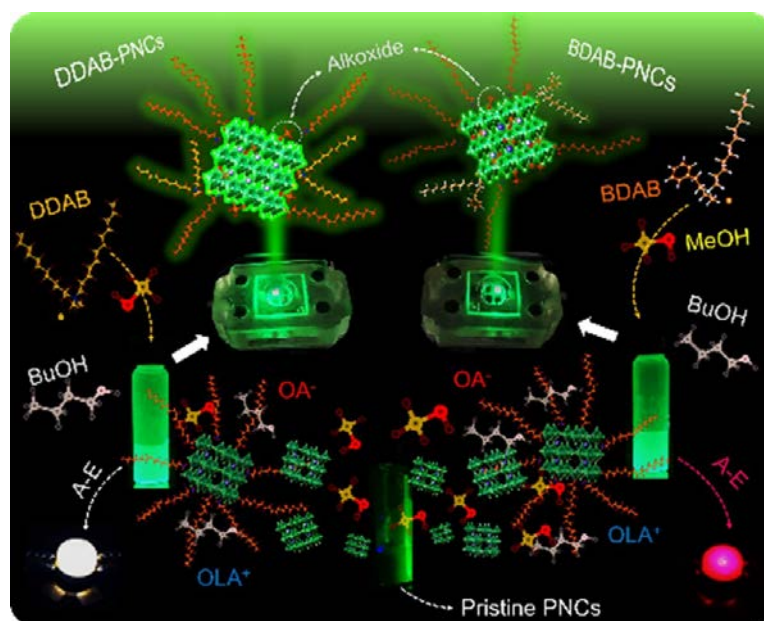


Figura 1. Aplicación de perovskitas estabilizadas en alcoholes como convertidores de luz y LEDs.

De forma simultánea, se ha llevado a cabo la síntesis y caracterización de perovskitas libres de Pb (considerando la toxicidad intrínseca del Pb), considerando reemplazar al metal con elementos más amigables con el ambiente como lo es el Sn. Al mismo tiempo, se ha incorporado cationes más grandes como la 4-fluorofeniletamina, generando estructuras del tipo 2D A_2SnX_4 en forma de capas de octaedros. El material sintetizado presenta alta resistencia en medios acuosos ácidos (HCl, HNO_3) con una fotocorriente de hasta $0.6 \text{ mA}\cdot\text{cm}^{-2}$ (Fig. 2). De esta forma, las perovskitas de haluro presentan una aplicación promisoría, llevando a cabo reacciones PEC en presencia de luz solar, con capacidad de poder escalar el proceso a largo plazo.

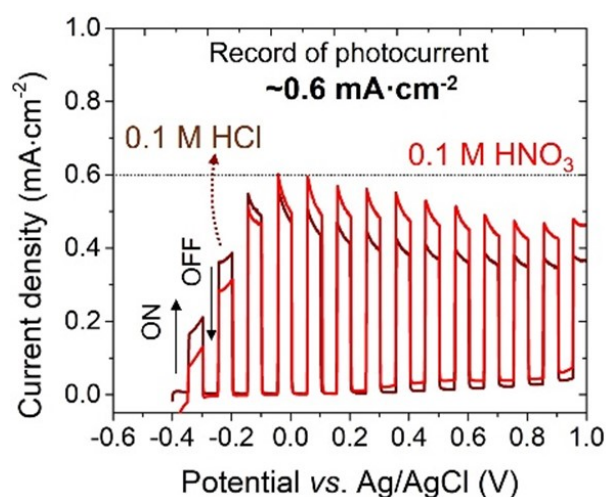


Figura 2. Fotocorriente obtenida a través de perovskitas 2D de Sn, en medios ácidos HCl y HNO_3 .

Bioactive Ingredients in Cosmetics: A Circular Path to Health and Sustainability

Ines Castangia
University of Cagliari



**Università
degli Studi
di Cagliari**

This seminar will explore how bioactive ingredients in cosmetics can contribute to a sustainable, circular approach to health and resource management. The use of natural, bioactive compounds enhances the efficacy of cosmetic products by providing more than just aesthetic benefits, promoting skin health and overall well-being. We will discuss how the principles of a circular economy - such as waste reduction, resource optimization and product lifecycle management - can be integrated into the cosmetics industry. In particular, we will focus on how by-products from natural sources, such as botanicals, can be transformed into valuable bioactive ingredients through environmentally friendly processes. We will also explore innovative methods, such as green chemistry and sustainable sourcing, that help to minimize environmental impact while creating high quality products. The seminar will highlight the health, environmental and economic benefits of these practices and demonstrate how bioactive ingredients in cosmetics can drive a more sustainable, resilient future for the industry.

Premio del grupo especializado de química verde



La Prof. de nuestro centro y directora del IRICA, Ester Vázquez Fernández Pacheco ha recibido el premio a la excelencia investigadora otorgado por el recientemente creado grupo especializado en Química verde de la Real Sociedad Española de Química, “por sus novedosos desarrollos en el ámbito de la Química Verde para la obtención y aplicación multidisciplinar de nuevos materiales avanzados basados en el grafeno”.

Es destacable que es el primer premio que concede el grupo especializado lo que da idea de su importancia. En la solicitud se destacaba la interdisciplinariedad de su investigación.

Dirige un grupo altamente interdisciplinar en la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) (<https://msocnanochemistrygroup.com>) en el que participan químicos, físicos, ingenieros y biólogos; **un total de 24 personas** (3 catedráticos, 3 titulares, 1 Ramón y Cajal, 3 postdocs, 12 doctorandos y 2 estudiantes de máster). El grupo se centra en la preparación de **nanomateriales** utilizando **procesos sostenibles** y fácilmente escalables, que son la base de **materiales avanzados inteligentes**, con aplicaciones que van desde la nanomedicina a la robótica. **Conceptos como el “safe-by-design”, la reutilización y la minimización del impacto ecológico son considerados en todos sus diseños.**

Ha publicado en la actualidad 165 artículos científicos en revistas de muy alto impacto, 3 capítulos de libro y 9 patentes poseyendo un **h de 48**. Ha impartido 35 charlas invitadas en conferencias nacionales e internacionales y ha dirigido 7 tesis doctorales teniendo otras 6 en realización.

Ha participado en 37 proyectos Internacionales, nacionales y regionales, destacando prestigioso proyecto **Graphene Flagship**, liderando la participación de la UCLM. Es cofundadora de la spin-off Biograph Solutions.

Asimismo, se resalta su participación en el Master interuniversitario en química sostenible y la concesión en **2007 del premio “Ibn Wafid de Toledo” de joven investigadora de Castilla-La Mancha**, en **2023 el “Premio a la Investigación e Innovación” de JCCM** y en **2024 el “Premio al grupo de Investigación” de la JCCM**.

Ester López Fernández, galardonada con el Premio Nacional SusChem 2024 - Categoría Innova



En el marco de la XIX Asamblea Anual de la Plataforma Tecnológica y de Innovación de Química Sostenible SusChem-España, celebrada bajo el lema Dinamizando la cooperación tecnológica, la creación de empresas y el talento joven, la doctora Ester López Fernández ha sido reconocida con el prestigioso **Premio SusChem 2024 – Categoría Innova**, un galardón que celebra el mejor trabajo desarrollado en colaboración público-privada, dotado con una cuantía de 5000 euros.

El proyecto premiado, titulado Development of nanostructured electrodes by magnetron sputtering for anion exchange membrane water electrolysis, se ha llevado a cabo entre el **Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Castilla-La Mancha** y el **Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla del Consejo Superior de Investigaciones Científicas**, en colaboración con la empresa **H2B2 Electrolysis Technologies**. Este trabajo, supervisado por Antonio de Lucas Consuegra (UCLM) y Francisco Yubero Valencia (CSIC), aborda uno de los principales retos de la transición energética: la producción de hidrógeno verde de manera más eficiente y a menor costo.

El proyecto se centra en el desarrollo de electrodos nanoestructurados mediante la técnica de magnetron sputtering en configuración de ángulo oblicuo, empleando materiales de bajo coste. Este enfoque innovador permite eliminar el uso de catalizadores nobles y ionómeros, reduciendo significativamente los costos de producción y mejorando las propiedades electroquímicas de los materiales. Además, se ha trabajado en la escalabilidad de la tecnología en el marco del programa Misiones CDTI, financiado por H2B2. Durante la ceremonia de entrega, se destacó que este premio no solo reconoce la excelencia técnica del proyecto, sino también su impacto potencial en el mercado. La colaboración entre la academia y la industria ha sido clave para transformar los avances científicos en aplicaciones tangibles que contribuyan a la transición energética.

La Asamblea Anual de SusChem-España también subrayó el papel transformador de la química sostenible frente a desafíos globales como el cambio climático, la transición energética y la economía circular. Este reconocimiento a Ester López Fernández reafirma la relevancia del talento joven y la innovación en la construcción de un futuro más sostenible, marcando un ejemplo para futuras generaciones de científicos.

Reactividad de moléculas prebióticas nitrogenadas con radicales diatómicos (OH, CN y CH) bajo las condiciones de temperatura del medio interestelar (11.7-177.5 K)



Doctorando: Daniel González Pérez De Madrid

Directora: Elena Jiménez Martínez

Departamento de Química Física

Esta tesis doctoral estudia la reactividad de moléculas prebióticas nitrogenadas (NH_3 , NH_2CHO , CH_3NH_2 y CH_3CN) con radicales diatómicos (OH, CN y CH) en condiciones de temperatura del medio interestelar (11.7 - 177.5 K). El trabajo se enmarca en el debate sobre el origen de las moléculas orgánicas en la Tierra, explorando dos hipótesis principales: la síntesis endógena (formación en la atmósfera primitiva) y la síntesis exógena (transporte desde el espacio por meteoritos y cometas). La detección de más de 320 moléculas en el medio interestelar, gracias a los avances en radioastronomía, ha reforzado la hipótesis exógena, destacando la importancia de moléculas orgánicas complejas (COMs) en el espacio.

Para comprender mejor la cinética de estas reacciones en entornos fríos, se utilizaron sistemas experimentales basados en la técnica CRESU (Cinética de Reacciones en Expansión Supersónica Uniforme), tanto en la Universidad de Castilla-La Mancha como en la Universidad de Birmingham. Esto permitió obtener datos cinéticos precisos evitando la condensación de gases a bajas temperaturas.

Los resultados muestran que la velocidad de reacción $k(T)$ aumenta a medida que la temperatura disminuye, lo que sugiere que estas reacciones podrían ser más rápidas en el medio interestelar de lo que se estimaba previamente. En particular, se encontró que para ciertas reacciones con OH y CN, la velocidad de reacción se incrementa hasta 3.800 veces al bajar la temperatura a 11.7 K. Sin embargo, en algunos casos se detectaron complicaciones experimentales, como la formación de dímeros, que podrían afectar los valores obtenidos.

Las constantes de velocidad determinadas en este estudio se incorporaron en modelos astroquímicos para evaluar su impacto en la abundancia de moléculas en nubes interestelares frías y núcleos calientes. Aunque el efecto en la abundancia de especies nitrogenadas es limitado, se observó un aumento significativo en la formación de ciertos radicales y moléculas complejas, como CH_2CN y CH_2CHCN , que pueden desempeñar un papel clave en la química prebiótica del espacio.

En conclusión, esta investigación destaca la necesidad de realizar más estudios experimentales a temperaturas ultrabajas para mejorar las bases de datos cinéticas utilizadas en modelos astroquímicos, evitando la dependencia de extrapolaciones desde temperaturas más altas, que pueden introducir errores en la estimación de reacciones relevantes para la química interestelar y el origen de la vida.

Estudio de la reactividad e implicaciones atmosféricas de compuestos orgánicos volátiles oxigenados y hollín asociados al uso de biocombustibles



Doctoranda: María Inmaculada Aranda Díaz-Lucas

Directoras: María Sagrario Salgado Muñoz y María del Pilar Martín Porrero

Departamento de Química Física

Los biocombustibles son ya una alternativa real a los combustibles fósiles y su estudio y caracterización es una línea de investigación necesaria en la actualidad. En esta tesis doctoral, se ha llevado a cabo el estudio de la reactividad e implicaciones atmosféricas de Compuestos Orgánicos Volátiles Oxigenados (COVOs) relacionados con biocombustibles y se ha realizado, además, la caracterización fisicoquímica de muestras de hollín generadas en la combustión de biodiésel. Para ello se han utilizado diversas técnicas experimentales. Este estudio ha permitido establecer los mecanismos de degradación troposférica de los COVOs estudiados y de las partículas de hollín, así como sus implicaciones atmosféricas.

En concreto, se ha abordado el estudio de los procesos de degradación de una serie de hidroxi-éteres (2-etoxietanol (2EE), 2-propoxietanol (2PE), 2-isopropoxietanol (2iPE) y 3-etoxi-1-propanol (3E1P) con los principales oxidantes troposféricos (átomos de cloro, radicales OH y radicales NO₃). Estos compuestos orgánicos pueden ser utilizados como aditivos en combustibles para reducir la formación de partículas de hollín. Para estudiar la reactividad, se han utilizado como técnicas de detección FTIR (Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier) y GC-MS (Cromatografía de Gases - Espectrometría de Masas). Los resultados de las constantes de velocidad obtenidas se han incluido en tablas comparativas de la reactividad general de este grupo de compuestos orgánicos para extraer conclusiones relativas a su comportamiento atmosférico. Se han propuesto los mecanismos de reacción de cada compuesto con los diferentes oxidantes atmosféricos. Se han determinado de forma cualitativa, y en aquellos casos en los que ha sido posible de forma cuantitativa, los productos generados en las reacciones consideradas. Además, se han evaluado las implicaciones en la atmósfera derivadas de la presencia de estos compuestos, a través de la estimación de los tiempos de vida, el Potencial de Calentamiento Global (GWP) y el Potencial Fotoquímico de Creación de Ozono (POCP_E).

Por otro lado, se ha estudiado la reactividad atmosférica de compuestos llamados plataforma por utilizados como intermediarios en la síntesis de una gran variedad de compuestos químicos y también pueden ser precursores de biocombustibles o biocombustibles en sí mismos. Estos compuestos pueden ser obtenidos a partir de fuentes de biomasa. En concreto, se ha abordado el estudio de: 1,5-pentanodiol, 5-hidroximetilfural (5-OHMF), 5-etoximetilfural (5-EMF) y γ -butirolactona (GBL). De los datos obtenidos, se ha concluido que las reacciones del 1,5-pentanodiol y el 5-OHMF, debido a su baja volatilidad no pueden ser evaluadas con los sistemas experimentales para estudios en fase gas homogénea utilizados en esta tesis. Sin embargo, sí se han podido determinar por primera vez las constantes de velocidad de la reacción de 5-EMF y GBL con átomos de cloro, además de la determinación de la constante de velocidad de GBL con radicales OH. Asimismo, se han evaluado las implicaciones atmosféricas, a través de la estimación de los tiempos de vida, el GWP y el POCP_E.

Por último, se han investigado por primera vez las características y la reactividad atmosférica de un hollín generado a partir de un combustible biodiésel de soja/palma, utilizando un reactor de flujo Knudsen con un espectrómetro de masas como detector de especies gaseosas. Se han estudiado las reacciones heterogéneas de dicho hollín con dióxido de nitrógeno (NO_2) y ácido trifluoroacético (CF_3COOH , TFA) y se han determinado los parámetros cinéticos. Además, la muestra de hollín ha sido caracterizada utilizando espectroscopía de reflectancia difusa infrarroja por transformada de Fourier (DRIFTS), análisis termogravimétrico/calorimetría diferencial de barrido acoplado a un espectrómetro de masas (TGA/DSC-MS) y microscopía electrónica de barrido con un detector espectroscopía de dispersión de energía (SEM/EDS).

Estancia internacional de Carlos Martín en el Instituto Italiano di Tecnología



Mi nombre es Carlos Martín Andreu y estoy realizando mi doctorado en el programa de Química Sostenible dentro del grupo MSOC Nanochemistry, bajo la supervisión de Ester Vázquez y Sonia Merino, mis directoras.

Desde septiembre hasta diciembre de 2024, tuve el privilegio de realizar una estancia predoctoral en el Istituto Italiano di Tecnología, más concretamente en el grupo Bioinspired Soft Robotic Laboratory, liderado por Barbara Mazzolai.

Este grupo multidisciplinario diseña y desarrolla nueva tecnología tomando a la naturaleza como referencia. Cuenta con múltiples proyectos que van desde la creación de un robot que tenga la misma apariencia de un pulpo y que sea capaz de agarrar objetos en espacios muy reducidos hasta robots que imitan a las raíces de las plantas. ¿Qué hacía yo, cuya formación es en química, en un grupo que estaba basado principalmente en robótica? Bien, mi misión ha sido utilizar mis materiales, los hidrogeles, para fabricar partes de los robots como podían ser las ventosas que tienen los pulpos.

Mi tesis se centra en el estudio de hidrogeles (materiales poliméricos que son capaces de absorber grandes cantidades de agua) como soportes en ingeniería de tejidos. Pero los hidrogeles no son solo capaces de esto, los hidrogeles se pueden utilizar en otros muchos objetivos como materiales termogalvánicos, materiales capaces de absorber compuestos contaminantes o como materiales para hacer robots blandos.

Es por esto último por lo que decidí realizar la estancia en este grupo, ellos se inspiran en la naturaleza para crear robots blandos y, que mejor material para ello, que un hidrogel.

ESTANCIAS

Entrar en un laboratorio formado por casi 40 personas, casi todas de diferente nacionalidad y donde solo había un químico ha supuesto para mí un reto muy enriquecedor como persona. Aquí me he dado cuenta de lo importante que es el inglés, ya que es la lengua que nos une a las personas de distinta nacionalidad. También me he dado cuenta, y esto creo que es importante tenerlo en cuenta, que debemos de integrar lo mejor que podamos a las personas nuevas que llegan a nuestro laboratorio, ya que no es fácil entrar a un grupo de personas, de otras nacionalidades y en otro ambiente que no es el tuyo, por lo que una buena acogida siempre es algo a tener en cuenta. Por todo ello, quiero agradecer a todos los integrantes del grupo Bioinspired Soft Robotic por su gran acogida y hacerme sentir uno más del grupo.

Con los compañeros de laboratorio, he realizado muchas actividades como las partidas de paintball, los partidos de pádel o las tardes de “aperitivo” (¡en Italia el aperitivo es antes de cenar!). Aquí todos son una gran familia con un ambiente espectacular entre ellos.

Génova, la ciudad donde realicé la estancia, es una ciudad preciosa situada en la región de Liguria. Es una ciudad costera con un puerto de más de 20 kilómetros de largo. En el casco antiguo, se pueden recorrer calles enteras de antiguos palacios que se pueden visitar.

Durante este tiempo, he tenido la suerte de recibir muchas visitas de mis amigos y familiares. Muchas gracias a todos por haber hecho el esfuerzo de visitarme y de compartir su tiempo conmigo e incluso de enseñarme algunos sitios mágicos de la ciudad como Boccadasse.

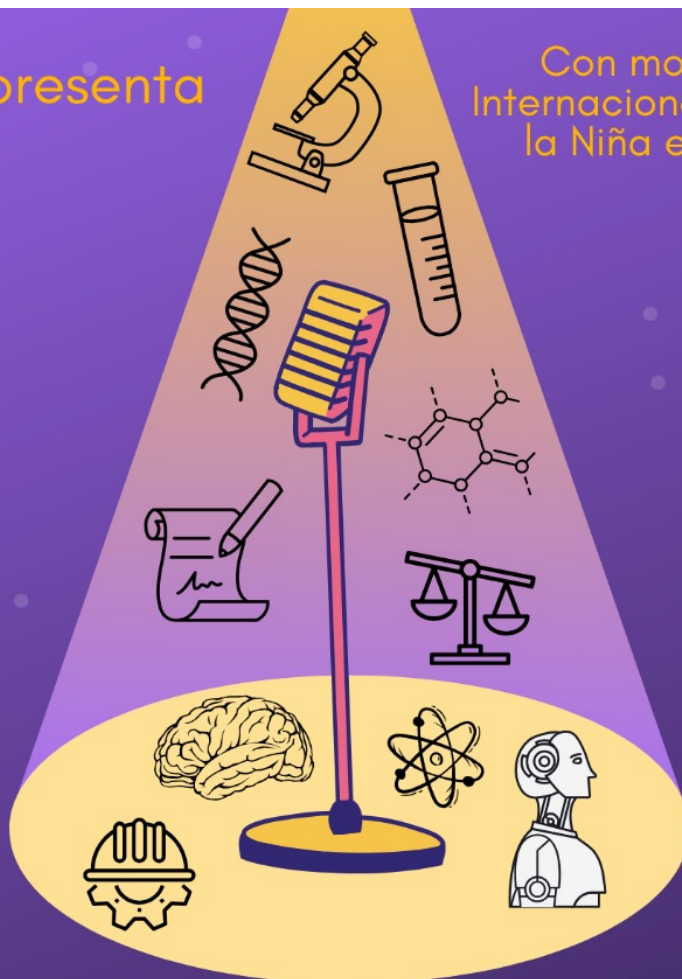
Por último, me gustaría agradecer a Lorena, que me ha acompañado durante toda esta aventura. Sin tener obligación de ello, ha dejado de lado su zona de confort para que yo me sintiera más cerca de la mía durante estos 4 meses.

Ya para terminar el artículo, animo a todos los que estén dudando sobre realizar una estancia predoctoral a dar el paso. Es una oportunidad única que no solo enriquece nuestra formación como investigadores, sino también nuestro crecimiento personal.



ADICIPEC presenta

Con motivo del Día
Internacional de la Mujer y
la Niña en la Ciencia



MICRO ABIERTO 11F

¿Eres investigadora?
Cuenta tu investigación, destaca el papel de
alguna mujer científica en tu área, comparte
alguna curiosidad científica...

11 de febrero, 19.00h

Deicy Reilly's, C/Alcántara, 2

Ciudad Real

¡Apúntate como
ponente!

Organiza / Colabora



QUÍMICA ORGÁNICA

Diguet, C.; Navarro, A.; Fernández-Liencre, M. P.; Jiménez-Pulido, S. B.; Illán-Cabeza, N. A.; Massue, J.; Gauthier, S.; Robin-le Guen, F.; Achelle, S.; Rodríguez-López, J. Synthesis and photophysical properties of 6-aryl-2,4-bis(2'-hydroxyphenyl)pyrimidines ligands and their boron fluoride complexes. *Dyes Pigm.* 2025, 236, 112660.

DOI: [10.1016/j.dyepig.2025.112660](https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2025.112660)

A. de la Hoz, A. Díaz-Ortiz. Microwave Thermal Effects in Chemistry. *Arkivoc* 2025, 202412288.

DOI: [10.24820/ark.5550190.p012.288](https://doi.org/10.24820/ark.5550190.p012.288)

Número especial dedicado al Prof. R. Varma. Por invitación de los editores.

INGENIERÍA QUÍMICA

Del Amo, J.; Bravo, P.; Alashry, M. M.; Tejeda, J.; Rodriguez, J. F.; Borreguero, A. M.; Valorization of the Isocyanate-Derived Fraction from Polyurethane Glycolysis by Synthesizing Polyureas and Polyamides. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering Manuscript*. I.S.S.N.: 2168-0485, 2024, 12, 17479-17487

DOI: [10.1021/acssuschemeng.4c05482](https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.4c05482)

TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Shimizu-Marin, V. D., Nishiyama-Hortense, Y. P., Metzker, G., Pérez-Navarro, J., Gomez-Alonso, S., & Lago-Vanzela, E. S. (2025). Effect of storage conditions on phenolic compounds of raisins produced without and with pre-treatment of grapes with extra virgin olive oil. *Journal of Food Composition and Analysis*, 140, 107297.

DOI: [10.1016/j.jfca.2025.107297](https://doi.org/10.1016/j.jfca.2025.107297)

En el próximo número de Molécula...

El próximo número de MOLÉCULA incluirá las actividades que tengan lugar en la Facultad durante el mes de febrero, así como otras noticias de interés, estancias y tesis doctorales defendidas.

#DivulgaUCLM

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