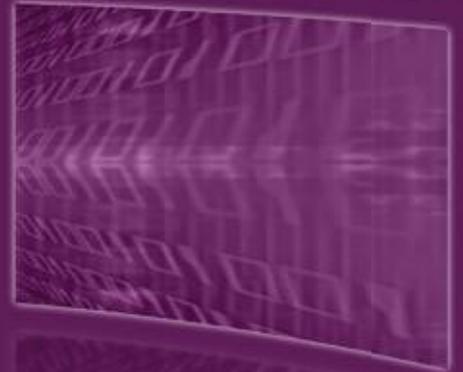
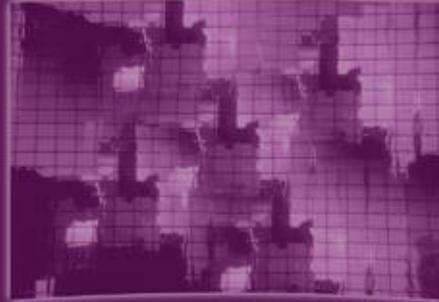






# FÍSICA, QUÍMICA Y MATEMÁTICAS

Investigación Científico - Técnica  
Proyectos de Excelencia





# FÍSICA, QUÍMICA Y MATEMÁTICAS

## ÍNDICE

Matemáticas para conocer la estructura de partículas .....	468	Obtener ibuprofeno a partir del petróleo .....	526
Modelos de predicción basados en dudas y variables .....	470	Supercomputadoras recrean interacciones moleculares .....	528
Disolventes innovadores para la química verde .....	472	Nuevas experiencias en el núcleo de los átomos .....	530
Diseño de biosensores para generar electricidad .....	474	Innovación con materiales basados en sílice.....	532
A la caza de compuestos tóxicos en aguas depuradas .....	476	Remedios naturales para despertar el VIH latente.....	534
Esferas muy reducidas para aplicaciones médicas.....	478	Buscando partículas de materia oscura en la Vía Láctea.....	536
Comprender la física de las manchas de café .....	480	Carbohidratos: más que 'combustible' del organismo .....	538
Hidrógeno, la alternativa a los combustibles fósiles .....	482	Comunicar sin ruidos ni interferencias .....	540
Nanopartículas para diagnósticos y tratamientos.....	484	Un recuento de objetos errantes por el Universo .....	542
Una recreación virtual de corrientes marinas y terrestres .....	486	Viaje científico al espacio interestelar.....	544
Metales y plásticos más eficientes para captar sol.....	488	Reacciones químicas con extractos vegetales.....	546
Filtros moleculares para el dióxido de carbono.....	490	La revolución cuántica mejora las comunicaciones .....	548
Cuando las moléculas se atraen.....	492	Buscando una nueva física de partículas .....	550
Herramientas para detectar sustancias dopantes .....	494	Detergentes derivados de productos naturales .....	552
Sensores ópticos para solucionar problemas .....	496	Detectando los colores de las moléculas .....	554
En busca del algoritmo corrector de la presbicia .....	498	Fotocatalizadores a partir de energías renovables .....	556
Tras las 'huellas dactilares' del aceite de oliva .....	500	Emulsiones para combatir desórdenes alimenticios .....	558
Sensores automáticos para alimentos y fármacos seguros .....	502	Compuestos a partir de materias primas asequibles.....	560
Materiales respetuosos con el medio ambiente.....	504	Descubriendo la geometría de la realidad .....	562
El lado más ecológico del mundo de la Química .....	506	Moléculas para disparar a células enfermas .....	564
Las matemáticas de la superresolución y crecimiento.....	508	Alternativas para enriquecer los hidrocarburos .....	566
Luz para provocar la ruptura del hidrógeno .....	510	Interpretación lingüística de las cadenas de ADN.....	568
Sensores ópticos para detectar contaminantes .....	512	Agua como elemento clave para almacenar hidrógeno.....	570
Metales poco radicales con el medio ambiente.....	514	El perfil formativo de los profesores de matemáticas .....	572
Por una limpieza menos tóxica.....	516	Contadores de rayos para predecir terremotos.....	574
Reacciones radicalarias para una química verde .....	518	Materiales inteligentes con plasma de nitrógeno .....	576
En busca de la instantánea de los procesos proteicos .....	520	Análisis de explosivos por control remoto .....	578
Una base matemática para la elección.....	522	Química combinatoria, un oasis para la farmacéutica.....	580
Nuevos ojos hacia el espacio desde Sierra Nevada.....	524		

# Matemáticas para conocer la estructura de partículas

“Las Matemáticas están por todas partes”. Por ello, los estudios en esta materia despiertan el interés de diversas ramas de esta disciplina y de otras áreas de conocimiento como la Física. Este carácter multidisciplinar de la ciencia de Tales, Pitágoras y Euclides tiene su reflejo en la composición del grupo de investigación Gauss -del departamento de Álgebra, Geometría y Topología de la Universidad de Málaga-, integrado por miembros procedentes del Álgebra, la Matemática Aplicada y la Geometría. Su proyecto Álgebras de caminos de Leavitt y álgebras de Lie ha sido reconocido con la calificación de excelencia y financiado con 315.668 euros por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia.

Existen cuatro leyes físicas fundamentales a partir de las cuáles se forma la materia: la gravedad, el electromagnetismo, la fuerza de interacción fuerte (responsable de que las partículas que se encuentran en el núcleo de los átomos se mantengan cohesionadas) y la fuerza de interacción débil (responsable de otras interacciones físicas). Actualmente, los físicos trabajan en la formulación de una teoría de gran unificación para estas cuatro fuerzas y hasta el momento lo han conseguido con todas excepto con la ley de la gravedad.

Todos estos planteamientos teóricos están basados en álgebras y grupos de Lie, y parten de la base de que las partículas elementales, como los leptones o los quarks, se organizan siguiendo un modelo algebraico que es una representación de un álgebra de Lie. En este sentido, desde el grupo de investigación señalan que no se sabe exactamente qué estructura matemática es la que nos permite conocer la organización interna de las partículas, pero lo que sí se conoce es que se trata de una estructura no asociativa y las álgebras no asociativas por excelencia para este tipo de aplicaciones son las álgebras de Lie.

Esta línea de trabajo propone como objetivo final a largo plazo la clasificación de las graduaciones finas de E8, la más compleja de las álgebras de Lie excepcionales, que tiene dimensión 248 (cantidad muy elevada teniendo en cuenta que el espacio tiene tres dimensiones: altu-

ra, anchura y profundidad, o cuatro si se añade el tiempo). La complejidad de este estudio se puede estimar en varias decenas de veces la del proyecto del genoma humano.

“Llevamos siete años en esta línea y hemos dado importantes pasos hacia este objetivo en particular. Estas graduaciones (de E8) sirven para intentar comprender la estructura interna del álgebra, sería como partirla en trozos coherentes que cuadren”, señalan desde el grupo de expertos.

Siguiendo una metodología que se propone la fijación de objetivos más asequibles que ayuden al perfeccionamiento de las herramientas pero dirigidos a un problema final (la graduación de E8), el grupo ha logrado ya graduar las más sencillas de las denominadas álgebras de Lie excepcionales, concretamente G2, F4 y E6. Es decir, han ido desvelando distintas “capas” de esa estructura final de la materia y sólo faltan E7 y E8. “Tenemos un 60% del camino ya recorrido”, indican.

Sin embargo, para poder trabajar en E7 necesitan una infraestructura de supercomputación que incorpore gran capacidad de memoria RAM y un *software* adecuado de cómputo en paralelo. En E8 pueden llegar a manejar trescientos millones de números.

El cálculo de las graduaciones finas de E8 supondría conocer cómo se pueden estructurar en subgrupos más pequeños las partículas elementales que se organizan siguiendo un modelo algebraico. “Esto per-



Centro:  
Universidad de Málaga

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2467

Nombre del proyecto:  
Álgebras de caminos de Leavitt y álgebras de Lie

Contacto:  
Mercedes Siles Molina  
mercedes@agt.cie.uma.es  
(+34) 952 131 909

Dotación:  
315.668 euros



## Acelerador de partículas

Los elementos químicos están divididos en partículas que se organizan siguiendo una estructura matemática. La aceleración de estas partículas produce un choque entre ellas que genera un espectro en el que se hacen visibles. A medida que el acelerador es más grande, aumenta el número de partículas conocidas para el elemento. Sin embargo, cuando el objeto de estudio se centra en el modelo matemático que seguían estos elementos se ha comprobado que es posible predecir el número de partículas en las que se podía descomponer un elemento simple. Esto dejó de ser predicción cuando se utilizaron aceleradores de partículas mayores que corroboraron que las partículas identificadas por el modelo matemático estaban ahí.

Un grupo de matemáticos en Estados Unidos, liderado por Jeffrey Adams, ha trabajado durante tres años hasta conseguir determinar todas las posibles formas en las que la materia puede organizarse de acuerdo al modelo E8. Los resultados obtenidos han sido almacenados en 60 Gb mientras que la información generada por el proyecto del genoma humano se ha conseguido guardar en un dispositivo de 1 Gb de capacidad.

Además, si se pudiera escribir en un papel los datos derivados de este estudio matemático el papel ocuparía todo el área de Manhattan. El conjunto de toda la información obtenida por el equipo de Adams se podría almacenar en formato MP3 y equivaldría a 45 días ininterrumpidos de música.



mitiría afinar aún más en el estudio de las partículas, en sus relaciones y sobre todo, en conocer los números cuánticos que actúan sobre ellas. En definitiva, tendríamos una información cuantitativa y cualitativa mucho más precisa de esas partículas y, por tanto, de la Física”, remarca este grupo de expertos.

Precisamente uno de los beneficios que cabe esperar de este tipo de estudios es la posibilidad de que las Matemáticas permitan la identificación de nuevas partículas que no han podido ser observadas en el laboratorio, como ya ocurrió con la partícula  $\Omega$ - detectada a través del modelo matemático conocido como la *vía óctuple* y que no es más que el grupo de Lie  $SU(3)$ .

El trabajo en álgebras de caminos de Leavitt representa la otra gran línea de investigación de este grupo, vinculada en este caso a la Mecánica Cuántica y el Análisis Funcional a través de las  $C^*$ -álgebras, un objeto matemático, caracterizado por sus propiedades algebraicas y analíticas, que codifica la información mecánico-cuántica de un sistema físico, y más concretamente de las  $C^*$ -álgebras de grafo. En este contexto, el objetivo de la comunidad matemática es representar mediante objetos combinatorios (grafos y generalizaciones) las diferentes clases de  $C^*$ -álgebras (agrupaciones de las mismas por propiedades características comunes, como su rango estable, su

rango real, su retículo de proyecciones, etc.) e identificar las propiedades específicas de éstas en términos del grafo subyacente. La meta última de este trabajo es establecer una clasificación de las diferentes clases de  $C^*$ -álgebras, usando principalmente la Teoría K (un diccionario para transferir la información de dichas álgebras a un contexto matemático más manejable).

Las álgebras de caminos de Leavitt fueron introducidas por miembros del equipo, en colaboración con matemáticos de otros centros universitarios nacionales e internacionales, como generalización de las  $C^*$ -álgebras de grafo. El objetivo concreto de este grupo consiste en analizar, usando estas álgebras, las propiedades de las  $C^*$ -álgebras de grafo que dependen exclusivamente de su naturaleza algebraica, y establecer si los resultados de clasificación para  $C^*$ -álgebras ya conocidos tienen naturaleza algebraica o analítica. En este sentido, el equipo ha participado muy activamente en los avances más recientes, estableciendo paralelismos entre ambos contextos en la caracterización de ciertas propiedades (simplicidad, retículo de ideales, Teoría K), encontrando situaciones en que ambas clases difieren en su comportamiento (rango estable, ideales primitivos), y dando los primeros resultados parciales puramente algebraicos sobre clasificación de estas álgebras.

# Modelos de predicción basados en dudas y variables

Investigadores de la Universidad de Sevilla han iniciado un Proyecto de Excelencia para analizar el comportamiento asintótico (un método de análisis del comportamiento límite) de los sistemas dinámicos estocásticos y/o no autónomos, y su aplicación a modelos de interés en distintas ramas de la Ciencia como la Biología, las Finanzas, la Medicina, la Física, la Ingeniería o la Climatología. Para ello han recibido un incentivo de la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de 252.000 euros.

Los términos estocásticos de un determinado modelo matemático reflejan las propiedades de carácter aleatorio que están presentes en la formulación del mismo. Por ejemplo, en el estudio del clima, los expertos analizan diversos parámetros para predecir su evolución. Sin embargo, esos parámetros pueden no estar completamente determinados, sino que se están condicionados por otras variables que pueden estar afectadas por cierto grado de aleatoriedad o incertidumbre. Así, para poder predecir cómo sería la evolución de la temperatura en la Tierra o el nivel de los océanos en 2100, se toman como referentes distintos promedios como la temperatura, humedad, altitud o latitud, las corrientes marinas...etc. De estas informaciones se originaría -con cierto margen de error- un escenario que nos puede proporcionar una idea sobre si la temperatura de nuestro planeta aumentará en 10 grados o si el nivel del mar subirá 0,5 metros.

“A la vista de mediciones anteriores, se proponen futuros modelos de proyección añadiéndole componentes de carácter aleatorio, se analiza de forma matemática dicho modelo y se determina su comportamiento futuro, es decir, cuál será el estado futuro del sistema al que evolucionaría si no se producen otras acciones externas sobre el sistema”, asegura el investigador Tomás Caraballo Garrido, responsable del Proyecto de Excelencia *Sistemas dinámicos estocásticos y no autónomos, y aplicaciones*, dotado con 250.000 euros por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia. No obstante, según apunta el propio Caraballo,

“aunque no se conozca exactamente el problema, en muchos modelos se puede demostrar que hay un estado (ente matemático que se conoce como atractor) del sistema hacia el que evoluciona el sistema con el paso del tiempo”. Tomando como referencia el modelo climático, “podríamos comprobar si hay un rango de temperaturas hacia las que el modelo se acercaría en el futuro”. En caso contrario, hablaríamos de la teoría del caos. “Esta teoría apunta a un comportamiento irregular en la evolución del modelo. No obstante, en muchos sistemas, dicho comportamiento no es irregular, sino que está predeterminado por la propia estructura compleja que suele poseer el estado límite mencionado anteriormente (atractor)”.

Así, investigadores de la Universidad de Sevilla han iniciado un proyecto para analizar el comportamiento asintótico (un método de análisis del comportamiento límite) de los sistemas dinámicos estocásticos y/o no autónomos, y su aplicación a modelos de interés en distintas ramas de la Ciencia como la Biología, las Finanzas, la Medicina, la Física, la Ingeniería o la Climatología.

Una de las aplicaciones más interesantes podría encontrarse en la predicción sobre la posible desaparición de una especie o la evolución de una especie exótica en un determinado hábitat. “Hablamos de parámetros como qué especies son, cómo y de qué se alimentan, cómo se distribuyen, cómo entran en competencia y con quien... amén de otros factores externos y de carácter medioambiental (que son aleatorios por su propia naturaleza)”.

Centro:  
Universidad de Sevilla

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2468

Nombre del proyecto:  
Sistemas dinámicos estocásticos y no autónomos, y aplicaciones

Contacto:  
Tomás Caraballo Garrido  
caraball@us.es  
(+34) 954 557 998

Dotación:  
252.668 euros



## El tiempo como una parte esencial del proceso

En estadística, y específicamente en la teoría de la probabilidad, un proceso aleatorio o proceso estocástico es un concepto matemático que sirve para caracterizar; es una sucesión de variables aleatorias (estocásticas) que evolucionan en función de otra variable, generalmente el tiempo. Cada una de las variables aleatorias del proceso tiene su propia función de distribución de probabilidad y, entre ellas, pueden estar correlacionadas o no. Cada variable o conjunto de variables sometidas a influencias o impactos aleatorios constituye un proceso estocástico. Los siguientes son ejemplos dentro del amplio grupo de las series temporales: señales biomédicas (electrocardiograma, encefalograma, etc.) o señales sísmicas, el número de manchas solares año tras año, el índice de la bolsa segundo a segundo o la evolución de la población de un municipio año tras año.



En este sentido, “se analizan ecuaciones y estudiamos el propio comportamiento de las predicciones, que no se podrán comprobar hasta que la evolución temporal sobre la que se ha proyectado concluya, pero que ofrecen una visión del futuro estado del sistema”.

En matemáticas, la estocástica es un conjunto de teorías estadísticas que tratan de los procesos cuya evolución es aleatoria (un ejemplo de ellos son las tiradas de dados).

Por otro lado, el grupo del doctor Caraballo analizará también la estructura geométrica de los atractores estocásticos y no autónomos (como ya se apuntó anteriormente, son entes que describen la dinámica asintótica de dichos sistemas y permiten predecir el estado futuro de los sistemas). “Analizaremos las propiedades de estabilidad de los mismos, estimaciones sobre su dimensión fractal (que da una muestra de la complejidad de dichos entes), fenómenos de bifurcación, se considerará también que los modelos contengan términos multivariados (motivados por inclusiones diferenciales, o porque el problema no tenga unicidad de soluciones o no esté garantizada), así como que estén presentes, en las ecuaciones de los modelos, términos conteniendo

la historia del proceso (términos de retardo o con memoria)”, manifiesta. También se analizarán algunos aspectos numéricos, entre otros, el efecto producido por la discretización numérica en el comportamiento de los sistemas dinámicos. Se estudiarán también versiones estocásticas de los problemas anteriormente mencionados.

El equipo de este Proyecto de Excelencia profundizará en la existencia de atractores aleatorios y sus propiedades, en modelos con ruidos, se estudiará en profundidad el efecto estabilizador que los ruidos pueden ejercer sobre sistemas deterministas y/o estocásticos (problema importante y muy relacionado con la controlabilidad de los sistemas diferenciales), así como los efectos de los ruidos en problemas de sincronización.

# Disolventes innovadores para la química verde

El grupo de investigación de la Universidad de Sevilla Organometálicos y Catálisis Homogénea, dirigido por el catedrático Agustín Galindo del Pozo, trabaja en la obtención de catalizadores eficaces capaces de reaccionar en disolventes no convencionales reutilizables, evitando así la contaminación del ambiente. Estos estudios se enmarcan en el Proyecto de Excelencia Hacia una Química sostenible: utilización de disolventes no convencionales en los nuevos procesos catalíticos de síntesis, al que la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia ha concedido 121.688 euros.



“El mejor residuo es aquel que no se genera”. Ésta es una de las máximas de la química sostenible y es la pauta que siguen en su día a día los científicos de la Universidad de Sevilla que conforman el grupo de investigación Organometálicos y Catálisis Homogénea.

Liderados por el catedrático Agustín Galindo del Pozo, estos expertos están diseñando catalizadores que no requieran necesariamente el uso de disolventes para reaccionar o bien que empleen para ello otros medios no convencionales, más respetuosos con el medio ambiente. Para conseguir esto último, los científicos de la US trabajan en la implantación de disolventes no convencionales que traten de solucionar los problemas de reciclado que plantean los compuestos químicos orgánicos tradicionales, que además provocan un alto grado de contaminación.

Los disolventes no convencionales que proponen los investigadores de la Hispalense como medios en los que se produzcan estas reacciones verdes son tres: el dióxido de carbono

## Miembros de la red SuperGreenChem

Este grupo de investigación está integrada en la Red Europea Marie Curie SuperGreenChem. Sus investigaciones se centran en el desarrollo de nuevos procedimientos químicos basados en el uso de fluidos supercríticos (FSC) como medio de reacción y reducir así el uso industrial de disolventes contaminantes. En concreto, estos químicos se plantean encontrar soluciones económicamente viables que permitan resolver el principal problema técnico al que se enfrentan: la escasa capacidad solvente de los FSC. Junto a los expertos de la US participan otros grupos de investigación de Europa (Portugal, Reino Unido, Alemania, Finlandia, Estonia, Eslovenia, Holanda).

Además del líquido, el gaseoso y el sólido existe otro estado de la materia: se llama fluido supercrítico (FSC) y hace referencia a cualquier sustancia que se encuentre en condiciones de presión y temperatura superiores a su punto crítico.

no ( $\text{CO}_2$ ) supercrítico, los líquidos iónicos y la ausencia de disolvente, “una alternativa drástica en comparación con las otras dos vías”.

El  $\text{CO}_2$  supercrítico es un fluido con unas particularidades propias que hacen que presente propiedades de gas y líquido. Por su parte, los líquidos iónicos están compuestos por iones y, desde este punto de vista, serían como la sal común (sólido con un alto punto de fusión). A pesar de ello los líquidos iónicos son, como su propio nombre indica, líquidos a

Centro:  
Universidad de Sevilla

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2474

Nombre del proyecto:  
Hacia una Química sostenible:  
utilización de disolventes no  
convencionales en los nuevos  
procesos catalíticos de síntesis

Contacto:  
Agustín Galindo Del Pozo  
galindo@us.es  
(+34) 954 557 160 (ext.202)

Dotación:  
121.688 euros



la temperatura ambiente y pueden ser utilizados como disolventes.

Los catalizadores empleados para llevar a cabo estas reacciones deben cumplir unas determinadas condiciones en función del disolvente empleado en cada caso. “En el caso del  $\text{CO}_2$  supercrítico, medio muy poco polar, necesitamos un catalizador poco polar que sea soluble en el medio no convencional y así la catálisis sea homogénea”, aclara el profesor Galindo. Para conseguir este disolvente se juega con valores de alta presión y temperatura.

Estos experimentos, que se están realizando en los laboratorios de la Facultad de Química, se llevan a cabo a pequeña escala. Aunque no se

descarta su aplicabilidad a nivel industrial, el responsable del proyecto asegura que “queda algo lejano”.

Con respecto a los líquidos iónicos sucede lo contrario: “se necesita un catalizador iónico o muy polar para que sea soluble en el medio no convencional”. Galindo y su equipo ya han confirmado las ventajas de este disolvente. “Cuando el catalizador se disuelve en el líquido iónico, se queda inmovilizado en el seno del líquido, de forma que se puede extraer el producto de la reacción quedándonos con el disolvente y el catalizador por separado. De esta forma, cumplimos con el reciclado de ambos y sería posible su reutilización”, detalla este químico. En el

caso de ausencia de disolvente, se están produciendo polímeros líquidos a temperatura ambiente, que se coordinan con el metal. La combinación metal-polímero es líquida y puede actuar simultáneamente como catalizador y disolvente junto con el sustrato que se vaya a transformar. Así, “lo tenemos todo en una sola fase sin la necesidad de usar disolvente”, matiza Galindo.

No obstante, este tipo de disolventes presenta alguna que otra desventaja, tal y como apunta el profesor Galindo, puesto que “no todos los sistemas que funcionan de forma eficiente en disolventes tradicionales (éter, cloroformo, etc.) lo hacen igual en disolventes no convencionales”.

# Diseño de biosensores para generar electricidad

Investigadores de la Universidad de Sevilla estudian el diseño de biosensores a partir de cuatro proteínas y que podría tener aplicaciones en el campo de la energía sostenible y desde el punto de vista clínico. El Proyecto de Excelencia -dirigido por Rafael Andreu Fondecabe- denominado Estudio y optimización de la velocidad de intercambio electrónico entre enzimas y electrodos ha contado con una financiación de 132.407 euros por parte de la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia.

Un biosensor es una herramienta que sirve para medir parámetros biológicos o químicos. El repertorio de utilidades se amplía de forma imponente. Por ejemplo: para detectar la presencia de contaminantes en agua o un aumento de los niveles de glucosa en sangre. Los biosensores cuentan con dos elementos fundamentales. Por un lado, un receptor biológico (por ejemplo proteínas, ADN, o células) que se encargará de detectar una sustancia aprovechando las interacciones biomoleculares; y, por otra parte, un transductor, capaz de interpretar la reacción de reconocimiento biológico que produce el receptor y “traducirla” en una señal cuantificable.

Son muchos los dispositivos biosensores que se han desarrollado y muy variados los mecanismos físico-químicos de transducción que se han empleado para traducir la interacción biológica en una señal cuantificable y útil para el usuario. La clasificación de los biosensores

Muchos biosensores ofrecen también las ventajas del pequeño tamaño y la portabilidad, por lo que se podrían utilizar en cualquier lugar, como el hogar o la consulta del médico.

viene impuesta tanto por la naturaleza de la biocapa receptora elegida como por el tipo del transductor empleado. Como elementos biológicos receptores se pueden emplear enzimas, anticuerpos, receptores proteícos, secuencias de oligonucleótidos, fragmentos subcelulares como mitocondrias, secciones de tejidos animales y vegetales, células completas, etc. y como transductor dispositivos ópticos, electroquímicos, y mecanoacústicos, principalmente. La combi-



Centro:  
Universidad de Sevilla

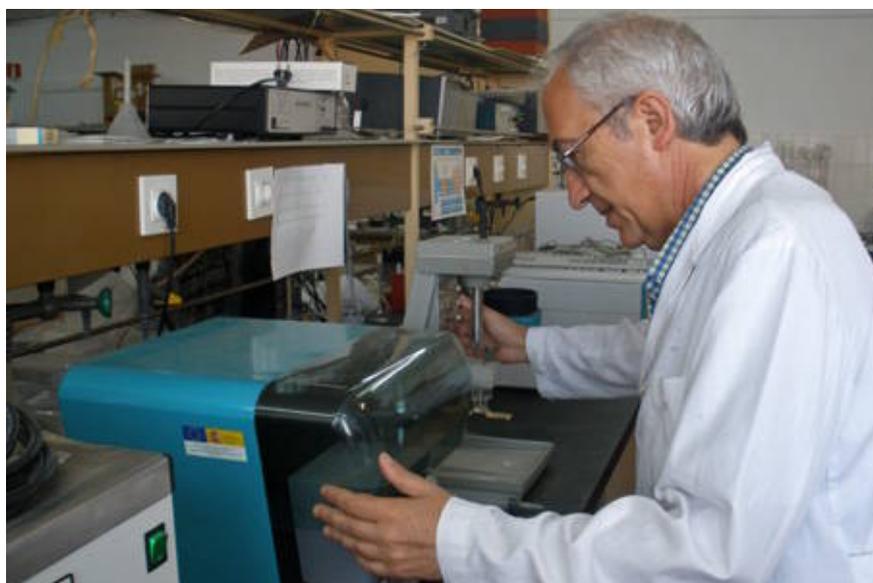
Área:  
FQM

Código:  
FQM 2492

Nombre del proyecto:  
Estudio y optimización de la velocidad de intercambio electrónico entre enzimas y electrodos

Contacto:  
Rafael Andreu Fondecabe  
fondacab@us.es  
(+34) 954 557 177

Dotación:  
132.407 euros



## Análisis a pie de campo de sustancias

Además de la sensibilidad y selectividad, una de las características fundamentales que hace tan atractivos a la mayoría de los biosensores es la posibilidad de realizar el análisis de la sustancia a determinar en tiempo real y de forma directa (sin necesidad de marcador) a diferencia de cualquier análisis biológico o clínico que requiere siempre un marcador (ya sea colorimétrico, fluorescente o radioactivo). Estas dos características le confieren a los biosensores la posibilidad de realizar no sólo un análisis cualitativo (sí/no) y cuantitativo, sino también la posibilidad de evaluar la cinética de la interacción (constante de afinidad, asociación, disociación,...) y, por tanto, elucidar los mecanismos fundamentales de dicha interacción. Pocas técnicas biotecnológicas permiten la evaluación en tiempo real de las cinéticas de interacción, por lo que la tecnología biosensora se está imponiendo en todas aquellas áreas donde es fundamental conocer los detalles cinéticos de la interacción biomolecular, como por ejemplo, en la evaluación de fármacos potenciales.

nación de la diversas capas receptoras con los diferentes transductores puede dar lugar a una gran variedad de dispositivos biosensores.

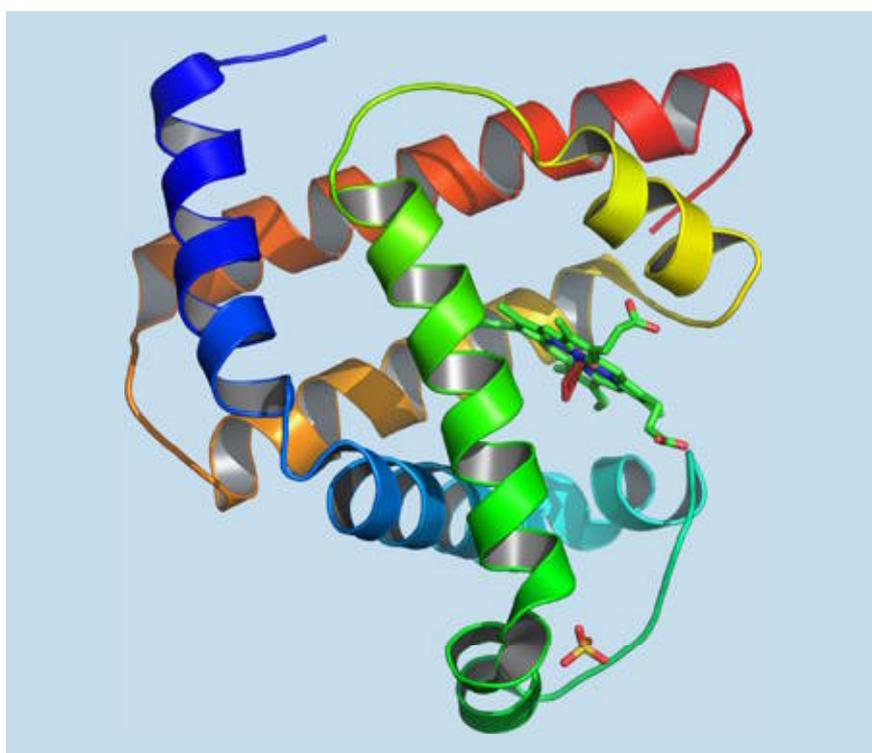
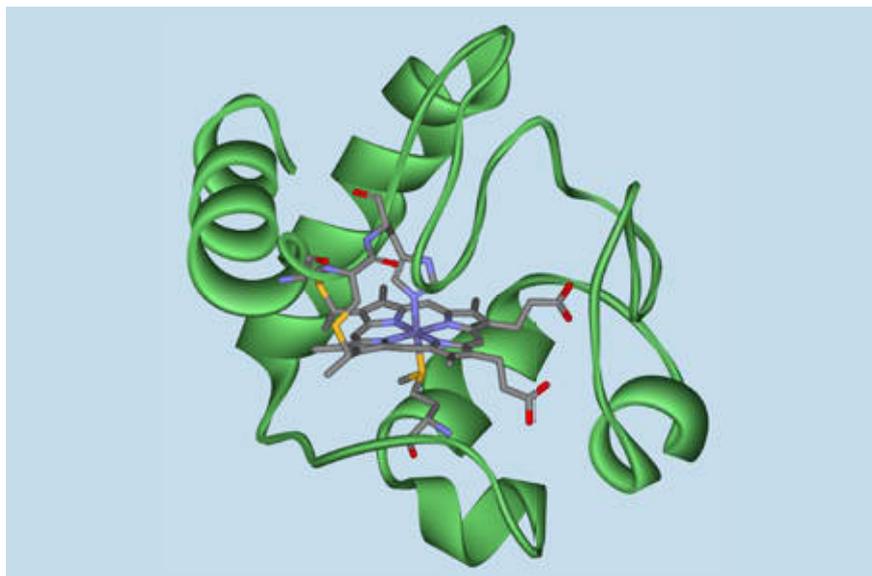
Así, investigadores de la Universidad de Sevilla han iniciado un Proyecto de Excelencia dirigido, precisamente, a convertir las señales de transducción en energía eléctrica. “Queremos estudiar el intercambio de electrones entre proteínas y un electrodo, y transformar estas señales bioquímicas en señales eléctricas”, asegura el investigador Rafael Andreu.

Por otro lado, este proyecto tiene como otro objetivo “profundizar” en

los patrones matemáticos que facilitan esta conversión electroquímica.

Las proteínas elegidas por el grupo de trabajo de Rafael Andreu son citocromo C, azurina, mioglobina y hemoglobina. “Son pequeñas y ofrecen mejores alternativas en cuestiones de flujo eléctrico”, apunta. El interés de este estudio reside en potenciar el campo de las biocélulas de combustible o en aplicaciones médicas. “La energía eléctrica no se puede almacenar. O se evacúa para su consumo o se transforma. La única forma para almacenarla es desnaturalizarla por vía química y el hidrógeno parece ser una buena alternativa. De este modo

se puede emplear en cualquier momento”, apuntan. Otra de las aplicaciones podría ser para el campo de la salud. Los marcapasos podrían decir adiós a las baterías de litio y funcionar con la propia glucosa del paciente. “Es posible la autoalimentación”, indica. En este sentido, en 2004, se describieron algunos prototipos en Estados Unidos. Otra de las soluciones clínicas de este proyecto es mejorar el conocimiento sobre procedimientos fisiológicos. Por ejemplo, una de las proteínas elegidas, el citocromo C se ha revelado como una de las participantes en procesos relacionados con la muerte celular.



# A la caza de compuestos tóxicos en aguas depuradas

Científicos del grupo *Análisis cromatográfico de contaminantes* de la Universidad de Córdoba (UCO), liderados por el catedrático Manuel Silva Rodríguez, han diseñado un método que permite detectar la presencia de productos tóxicos en el agua originados tras su potabilización y determinar además los niveles de concentración de estos compuestos relacionados con el tratamiento. El proyecto *Desarrollo de metodologías cromatográficas (Electroforéticas) para la determinación de compuestos orgánicos volátiles originados en la desinfección de aguas* ha recibido de la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia un incentivo de 128.759 euros.

Uno de los avances más importantes en el ámbito de la salud pública es la desinfección de las aguas potables, una práctica que se ha empleado desde finales del siglo XIX para reducir la incidencia de enfermedades originadas fundamentalmente por su consumo. Entre los desinfectantes del agua más comunes hoy día se encuentran el cloro, el dióxido de cloro, las cloraminas y el ozono. Sin embargo, estos compuestos químicos son un arma de doble filo ya que durante el proceso purificador del agua, y por el que se eliminan los microorganismos, se forman los denominados subproductos químicos de la desinfección. La aparición de estos subproductos se produce fundamentalmente cuando el desinfectante reacciona con la materia orgánica presente en el agua y con los compuestos de bromo que contiene.

Para medir el nivel de concentración de estos subproductos en el agua y comprobar los posibles efectos en seres vivos, un equipo de químicos pertenecientes al grupo *Análisis cromatográfico de contaminantes* de la Universidad de Córdoba (UCO) han diseñado una metodología propia basada en la cromatografía de gases y de líquidos que aplicarán para identificar qué compuestos volátiles y no volátiles han surgido tras la desinfección del agua y cuantificar el porcentaje de cada uno de ellos. “Utilizamos muestras de orina para evaluar la exposición a estos subproductos. Primero identificamos cada compuesto de manera inequívoca mediante sus espectros de masas. Así comprobamos que no se

trata de una interferencia”, explica Manuel Silva Rodríguez, catedrático de Química de la UCO y responsable de este Proyecto de Excelencia financiado con 128.759 euros por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia.

En concreto, los científicos de la UCO están estudiando la presencia de estos compuestos en agua de piscinas originados tras su tratamiento así como su efecto en usuarios y trabajadores de las mismas.

“El nivel de concentración de estos compuestos tóxicos en la orina está relacionado con la actividad física y el tiempo de exposición. Además, se pueden ingerir al nadar, absorber a través de la piel o simplemente inhalar, ya que son compuestos volátiles en su mayoría”, comenta Silva.

Hasta el momento, han realizado pruebas con más de 30 voluntarios del centro cordobés que habitualmente acuden a la piscina cubierta del Campus de Rabanales. Los resultados han demostrado que “si un tóxico se ingiere incluso a bajos niveles durante un periodo de tiempo prolongado podría resultar cancerígeno”, plantea este investigador.

Los investigadores de la UCO emplearán también técnicas electroforéticas para la separación de estos compuestos de acuerdo a la relación masa/carga de los mismos. “Esta técnica requiere menos cantidad de muestra y menos consumo de disolventes frente a la cromatografía de líquidos”, asegura el coordinador del proyecto, para quien esta versión instrumental proporciona además resultados en un tiempo mínimo.

Centro:  
Universidad de Córdoba

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2493

Nombre del proyecto:  
Desarrollo de metodologías  
cromatográficas  
(Electroforéticas) para la  
determinación de compuestos  
orgánicos volátiles originados  
en la desinfección de aguas.

Contacto:  
Manuel Silva Rodriguez  
qa1sirom@uco.es

Dotación:  
128.759 euros



“Por todo ello -concluye Silva- estos aspectos la hacen atractiva frente a la cromatografía de líquidos”.

Esta técnica es ampliamente utilizada y permite separar físicamente los distintos componentes de una solución por la absorción selectiva de los constituyentes de una mezcla. En toda cromatografía existe un contacto entre dos fases, una fija que suele llamarse fase estacionaria, y una móvil que fluye permanentemente durante el análisis, y que en este caso es un líquido o mezcla de varios líquidos. La fase estacionaria por su parte puede ser alúmina, sílice o resinas de intercambio iónico que se encuentran disponibles en el mercado.

Los intercambiadores iónicos son matrices sólidas que contienen sitios activos (también llamados grupos ionogénicos) con carga electrostática (positiva o negativa). De esta forma, la muestra queda retenida

sobre el soporte sólido por afinidad electrostática. Dependiendo de la relación carga/tamaño unos constituyentes de la mezcla serán retenidos con mayor fuerza sobre el soporte sólido que otros, lo que provocará su separación. Las sustancias que permanecen más tiempo libres en la fase móvil, avanzan más rápidamente con el flujo de la misma y las que

quedan más unidas a la fase estacionaria o retenidas avanzan menos y por tanto tardarán más en salir o fluir. Éste es el principio fundamental de la cromatografía. Un ejemplo notable es la cromatografía de intercambio iónico. Las columnas más utilizadas son las de sílice. Dentro de la cromatografía líquida destaca la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC, del inglés *High Performance Liquid Chromatography*), que es la técnica cromatográfica más empleada en la actualidad,

Por su parte, la cromatografía de gases es útil para gases o para compuestos relativamente volátiles, lo que incluye a numerosos compuestos orgánicos. En el caso de compuestos no volátiles se recurre a procesos denominados de “derivatización”, a fin de convertirlos en otros compuestos que se volatilicen en las condiciones de análisis.

*La ecotoxicología fue acuñado por René Truhaut en 1969. Hace referencia a la rama que estudia los efectos tóxicos provocados por agentes contaminantes naturales o sintéticos en ecosistemas, en animales y vegetales, así como en especies microbianas.*

# Esferas muy reducidas para aplicaciones médicas

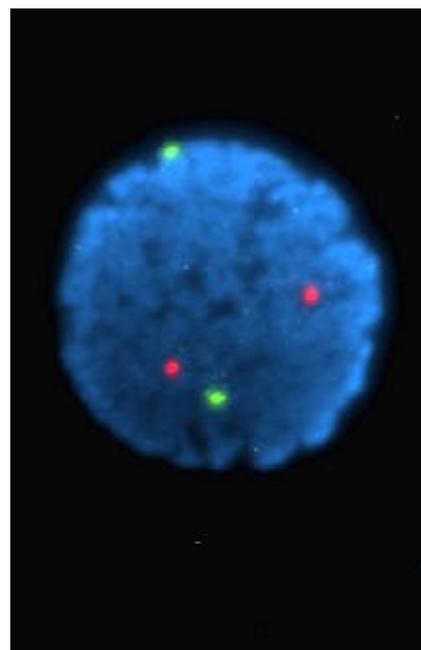
Investigadores de la Universidad de Granada han iniciado un Proyecto de Excelencia encaminado al diseño de nanoesferas con grupos fluoróforos en su superficie para usos biomédicos que tienen por objeto sustituir al oro coloidal en las técnicas de análisis clínico. El grupo de trabajo, dirigido por Roque Hidalgo, ha recibido un incentivo de 204.000 euros.



Parece existir un consenso generalizado sobre la fecha de nacimiento de la nanotecnología, fue en 1960 coincidiendo con la conferencia dada por el premio Nobel Richard Feynman en la reunión de la Sociedad Americana de Física. Se trató de una inusual conferencia titulada *¿There is plenty room at the bottom?*, en la que Feynman predijo la existencia de un área de investigación, inexplorada hasta entonces, relacionada con una escala justo por encima del tamaño de los átomos y las moléculas, sugiriendo que si fuera posible manipular la materia a esa escala, toda la Enciclopedia Británica se podría escribir en la cabeza de un alfiler.

Se suele definir a la nanotecnología como “la investigación y el desarrollo tecnológico a niveles atómicos, moleculares o macromoleculares en la escala de tamaños comprendida aproximadamente entre 1 y 100 nm que tiene por objeto el conocimiento fundamental de los fenómenos y materiales a escala nanoscópica así como crear y usar estructuras, dispositivos y sistemas que tengan nuevas propiedades y funciones como consecuencia de su tamaño pequeño y/o intermedio”.

Parece evidente que el punto clave es el cambio en el comportamiento del material como resultado del tamaño de partícula. También es interesante observar que el intervalo de tamaños considerado es algo más estrecho que el fijado para el tamaño tradicional de las partículas coloidales (generalmente 1nm - 1µm), lo cual sugiere que en la actualidad se podrían utilizar y, por tanto, beneficiarnos de todo el



conocimiento acumulado en el último siglo en el campo de la ciencia de coloides, y que puede ser aplicado para encarar los nuevos desafíos de la nanotecnología.

El nexo de unión entre la ciencia de coloides y la nanotecnología es el enorme incremento que se produce en la relación área-volumen conforme el tamaño de partícula disminuye, de modo que las propiedades interfaciales llegan a ser muy pronto más importantes que las propiedades de volumen.

En muchos casos, las aplicaciones nanotecnológicas son posibles cuando se es capaz de controlar el tamaño, la forma y la composición química de las nanopartículas con el objetivo de poder correlacionar el tamaño con las propiedades fisicoquímicas.

Investigadores de la Universidad de Granada han iniciado un Proyecto de Excelencia encaminado al

Centro:  
Universidad de Granada

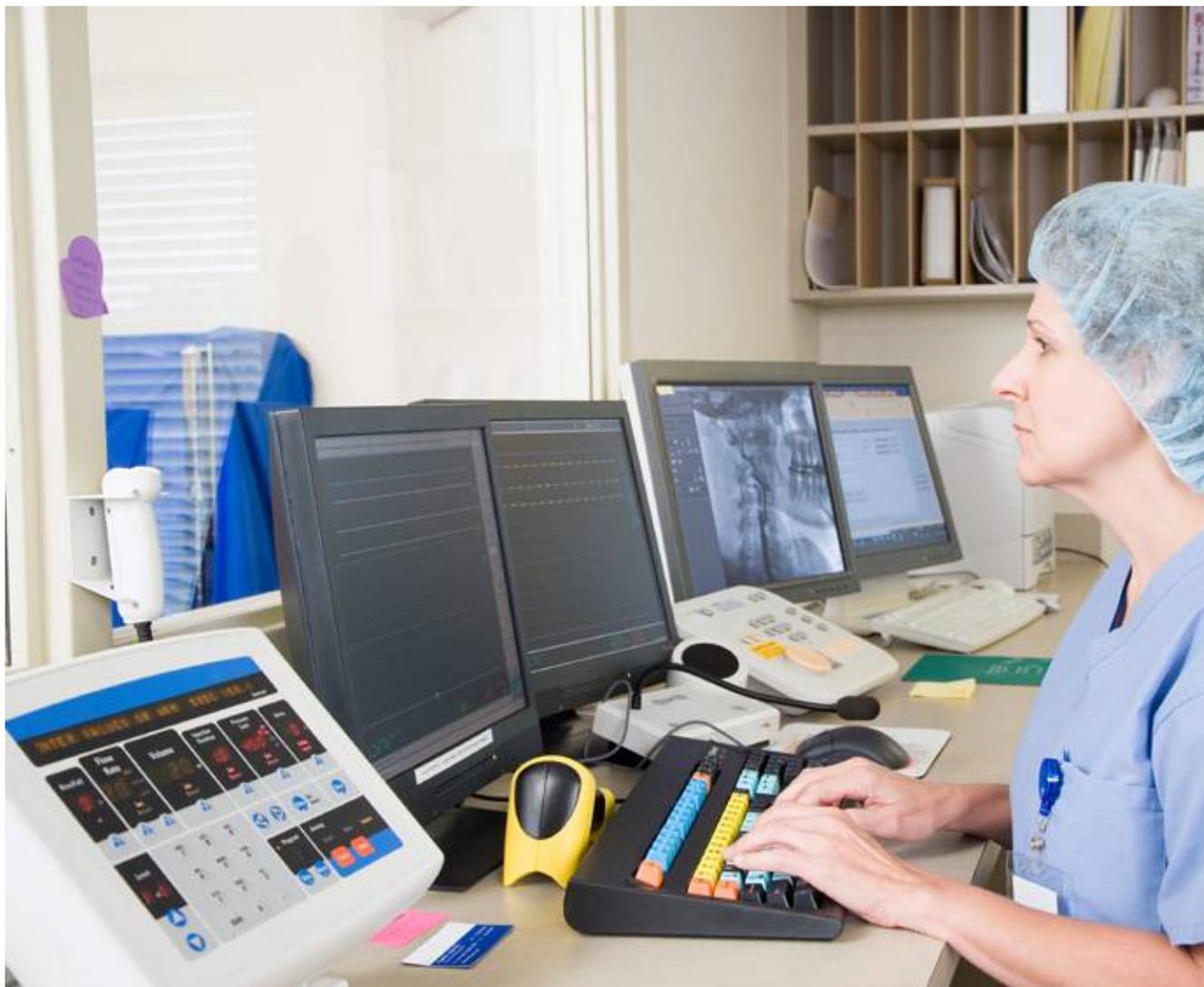
Área:  
FQM

Código:  
FQM 2496

Nombre del proyecto:  
Bases coloidales de la nanotecnología

Contacto:  
Roque Hidalgo Alvarez  
rhidalgo@ugr.es  
(+34) 958 243 213

Dotación:  
204.000 euros



diseño de nanoesferas con grupos fluoróforos en su superficie para usos biomédicos que tienen por objeto sustituir al oro coloidal en las técnicas de análisis clínico. El fluoróforo es particularmente importante en el campo de la bioquímica y de los estudios sobre proteínas,

La ciencia de coloides se define como el punto de encuentro de las Ciencias Básicas, es decir, la Física, la Química y la Biología con la Tecnología. Se trata de una ciencia transversal que utiliza conceptos, métodos y herramientas de la Química, los polímeros, las cerámicas, la Física de la Materia Condensada, la Biología molecular y de la Virología, etc. Se trata de una ciencia transversal y multidisciplinar.

## Las dos fases del coloide

En química un coloide, suspensión coloidal o dispersión coloidal es un sistema físico-químico formado por dos fases: una continua, normalmente fluida, y otra dispersa en forma de partículas; por lo general sólidas. La fase dispersa es la que se halla en menor proporción. El nombre de coloide proviene de la raíz griega kolas que significa que puede pegarse. Este nombre

hace referencia a una de las principales propiedades de los coloides: su tendencia espontánea a agregar o formar coágulos. Aunque el coloide por excelencia es aquel en el que la fase continua es un líquido y la fase dispersa se compone de partículas sólidas, pueden encontrarse coloides cuyos componentes se encuentran en otros estados de agregación.

por ejemplo en inmunofluorescencia e inmunohistoquímica; o en el análisis de ADN, mediante la técnica de PCR en tiempo real.

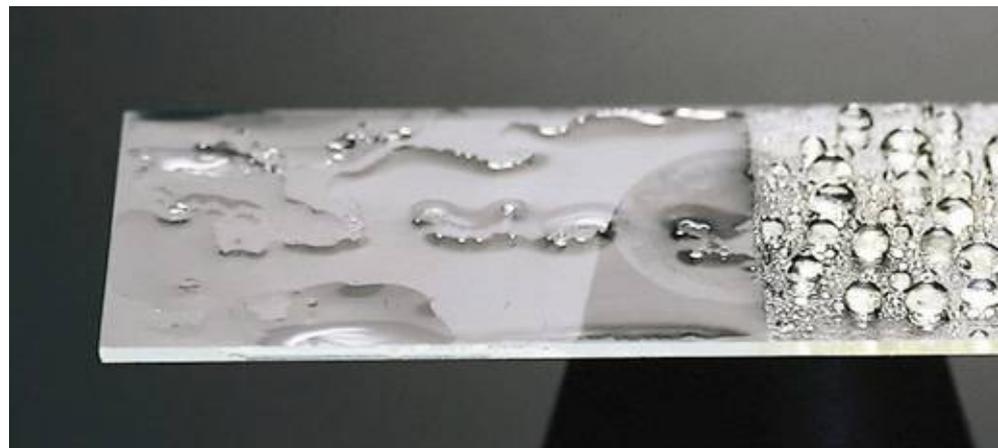
“La metodología consiste en la utilización de distintas estrategias de síntesis para la obtención de partículas de látex fluorescentes con grupos carboxilo superficiales, que tengan tamaño nanométrico y pue-

dan ser empleadas como soportes de proteínas para inmunodiagnóstico.

Para la preparación de estas partículas de látex se utilizarán distintos procesos de polimerización en emulsión. Además una vez que se hayan sintetizado los látex, se emplearán diversas técnicas de limpieza para que puedan ser caracterizados”, subraya el investigador.

# Comprender la física de las manchas de café

Cuando una gota de café cae sobre un mantel, deja tras secarse, una huella con un cerco alrededor, oscuro por el exterior y más claro hacia el centro. Este hecho que parece algo cotidiano, no lo es tanto. Detrás del proceso de evaporación y secado de un fluido complejo (es decir, una suspensión de partículas minúsculas) hay todo un complicado sistema de fenómenos físico-químicos. Conocer cómo se produce este proceso de evaporación y los patrones que forman la mancha, es el objetivo principal del proyecto de investigación, incentivado con 196.068 euros por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía, del departamento de Física Aplicada de la Universidad de Granada.



Centro:  
Universidad de Granada

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2517

Nombre del proyecto:  
Fluidos complejos confinados en interfaces curvas.

Contacto:  
Miguel Angel Rodríguez Valverde  
marodri@ugr.es

Dotación:  
196.068 euros

Cada mancha tiene una morfología diferente y es el resultado de la dinámica de secado, el cuál está sujeto a numerosas variables. Con el proyecto *Fluidos complejos confinados en interfaces curvas*, el grupo de investigación liderado por Miguel Ángel Rodríguez Valverde de la Universidad de Granada, busca determinar cuáles son estas variables. “Una mancha de una suspensión de partículas puede adoptar formas diferentes -indica Rodríguez Valverde-, el patrón resultante después del secado depende de factores como el tamaño de las partículas, de su concentración o de su carga eléctrica. Según todas estas variables se formará un patrón u otro. De esto trata el proyecto, de entender por qué cada mancha, tras estar sometida a unas variables determinadas, tiene un patrón diferente o incluso no existe patrón”. Una vez que se conoce y entiende cómo se produce este fenómeno, los científicos pueden aplicar sus conocimientos sobre el secado de fluidos complejos a varios

sectores tecnológicos como la biomedicina (por ejemplo, la técnica de desecación de líquidos se emplea en las pruebas rápidas de diagnóstico inmunológico) o la industria de los recubrimientos (pinturas, adhesivos, etc.).

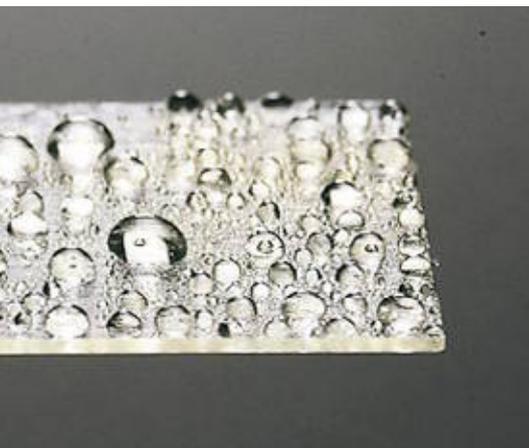
Dentro de una simple gota de café o tinta, se encuentran unas minúsculas partículas suspendidas en el medio acuoso. Estas partículas se denominan coloides y tienen un tamaño muy reducido que puede variar desde las decenas de micras (medida de longitud que supone la millonésima parte de un metro) hasta la micra. Por debajo de la micra, las partículas se denominan nanoscópicas o nanopartículas.

La mancha de un fluido complejo tras su desecación depende de cómo se organizan las partículas sobre el sustrato, según las condiciones ambientales y las propiedades de las partículas y el sustrato. En este proyecto se busca analizar el efecto de diferentes variables que influyen en el acomodo de las nanopartículas



tras la evaporación de la gota que las contiene. La primera variable es su naturaleza, en este caso se estudian partículas de sílices y poliméricas. La segunda es su tamaño que va desde 20 nanómetros hasta 200 nanómetros. La tercera es la carga eléctrica de esa partícula en medio acuoso que variará según el pH, que mide la acidez del medio donde se encuentre. La cuarta variable es la concentración de partículas, que en este proyecto se aumentará hasta un máximo de 2% en peso.

Los investigadores granadinos



empiezan por observar el proceso de evaporación del fluido complejo de forma natural, libremente. “Formamos gotas de las suspensiones de partículas con distintas propiedades y las dejamos evaporar libremente, en el laboratorio, a una temperatura fija y a su ritmo”, explica Rodrí-

Las partículas coloidales juegan un papel trascendental en el caso de las pinturas acrílicas, desarrolladas en la primera mitad del siglo XX. Para obtener un buen resultado, esto es, una pared sin manchas, las partículas de látex que componen la pintura tienen que estar ordenadas de una forma predeterminada. El látex es un polímero presente en muchas fórmulas de pinturas, recubrimientos y adhesivos. La principal característica de las pinturas acrílicas es su secado rápido, aunque al principio se pueden diluir en agua, una vez secadas son resistentes a la misma.

guez Valverde. El proceso de secado puede durar poco más de una hora, según el tamaño de la gota. Una vez secada, la mancha resultante se visualiza en el microscopio y se puede comprobar el patronado específico que se ha formado en esa evaporación libre, para posteriormente, compararla con una gota que se ha evaporado forzosamente.

## Imitando a la naturaleza

Una gota evaporándose libremente está sujeta a numerosas variaciones. Le afecta la humedad, las imperfecciones de la superficie sólida y esto hace que los resultados no sean reproducibles y cada vez se obtenga un resultado distinto. Para superar este inconveniente y avanzar en sus investigaciones, los integrantes del proyecto, han ideado una técnica que han denominado “evaporación asistida”. Consiste en quitarle volumen a la gota a partir de un agujero efectuado en la superficie del sustrato, por el que, a través de unos tubos conectados a un microinyector, se va reduciendo el tamaño de forma controlada. Con esta técnica, el ritmo de pérdida de volumen, aunque no sea el de una gota evaporada libremente, imita muy bien al que sufriría una partícula coloidal dentro de la gota. La evaporación asistida les permite, a estos científicos, contar con un punto de partida reproducible para poder, posteriormente, comparar el efecto de las distintas variables, en los diferentes casos a estudiar.

El segundo paso a dar en esta investigación es el de aislar variables. Aunque la evaporación de una gota de líquido parezca algo cotidiano, esconde mecanismos físicos muy complejos. Aislar las variables que afectan a la evaporación, según estos investigadores, es complicado. Para conseguirlo se opta por imitar la evaporación pero no a una escala

tan larga como ocurre libremente, sino controlando el proceso en el laboratorio. Una gota de 200 microlitros tarda una hora en evaporarse, para acelerar este proceso, se le quita volumen a través de un sistema de inyectores, de manera controlada, lentamente, a una escala menor de tiempo, del orden de minutos. “Lo que tratamos con esto –explica Valverde– es imitar lo que le pasa a una gota al evaporarse para que las partículas que están en su interior sigan haciendo lo que tienen que hacer, pero lo vamos a hacer a una escala de tiempo mucho más práctica y de una manera más controlada.”

### Importancia de la superficie

Aparte de las cuatro variables elegidas para ser estudiadas en este proyecto y que afectan a las partículas, hay que sumarle una más pero que está relacionada con el sustrato donde está depositada la gota. El secado de gotas de suspensiones coloidales no depende sólo de las condiciones ambientales, influye también el tipo de sustrato donde se “pose” la gota de líquido, lo que también determinará que se evapore más o menos rápido y el movimiento de la gota. En este proyecto, se eligen aquellos que sirvan de modelo, como metacrilato, vidrio y titanio. Se trata de superficies sin apenas rugosidad, escogidas para el estudio con el fin de que no haya efectos añadidos. Según donde se ubique la gota puede variar el comportamiento de las partículas, como explica el responsable de la investigación “el sustrato puede estar cargado de una manera u otra dependiendo del pH, pero no hay que tener en cuenta un aspecto muy importante, el mojado. Esto es que una gota, incluso de agua pura, sobre vidrio, titanio o metacrilato no se comporta igual, moja distinto y eso dictará la evaporación o que exista o no patronado”.

Interpretar una mancha de un fluido corporal en diagnósticos médicos, obtener un documento nítido impreso a tinta o pintar una pared sin imperfecciones dependen de comprender fenómenos físicos como el de la evaporación de fluidos complejos. Física aplicada a la vida cotidiana.

# Hidrógeno, la alternativa a los combustibles fósiles

La creciente dificultad para obtener petróleo, dada su limitada disponibilidad, unida al impacto que producen los combustibles fósiles sobre el medio ambiente, ha incentivado una carrera por la búsqueda de alternativas energéticas. Entre estas alternativas destaca el hidrógeno por su posibilidad para producirse, en un futuro, de manera casi ilimitada lo que permitiría mantener los niveles actuales de desarrollo y bienestar. Sin embargo, existen algunos factores limitantes en cuanto a la producción masiva de este recurso

que intenta solventar el proyecto de investigación Desarrollo de catalizadores de Ni nanoestructurado: Obtención de Hidrógeno a partir de  $\text{CH}_4$  y ánodos de pilas de combustible SOFC. (Catanic), financiado con 241.668 euros por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia.



Centro:  
Instituto de Ciencias de  
Materiales de Sevilla (CSIC)

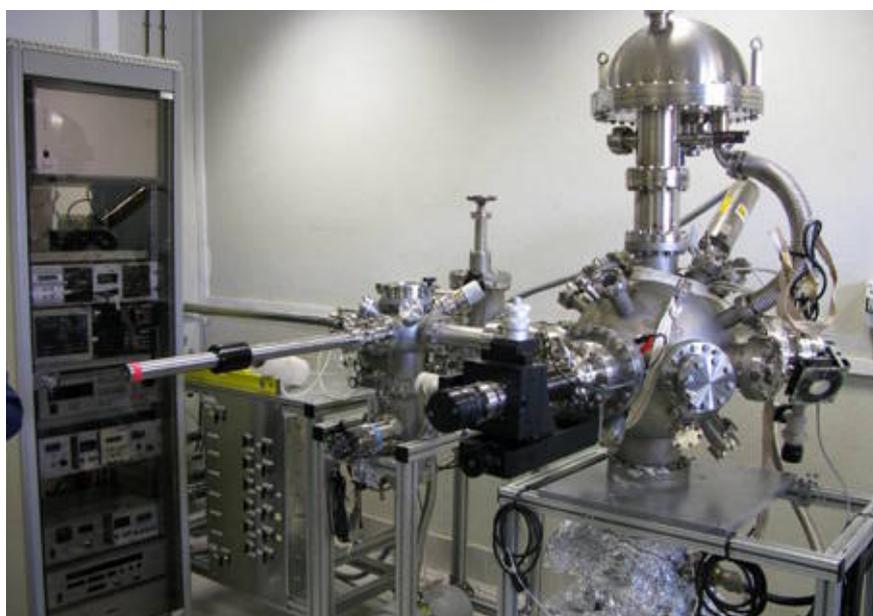
Área:  
FQM

Código:  
FQM 2520

Nombre del proyecto:  
Desarrollo de catalizadores  
de Ni nanoestructurado:  
Obtención de Hidrógeno a partir  
de  $\text{CH}_4$  y ánodos de pilas de  
combustible SOFC (Catanic)

Contacto:  
Juan Pedro Holgado Vázquez  
holgado@icmse.csic.es  
(+34) 954 489 536

Dotación:  
241.668 euros



El cambio de un modelo energético basado en el petróleo a otro basado en el hidrógeno, no es tarea fácil. En primer lugar porque este gas, no está disponible en la naturaleza, y por tanto no puede definirse como una fuente de energía, sino como un vector energético. Ello implica que para su obtención sea necesaria una transformación química a partir de otros compuestos que incorporen dicho elemento y, a ser posible, sean abundantes y baratos tales como el agua y el metano (como componente principal del gas natural). Finalmente, el salto desde el modelo actual, basado en el petróleo, a la denominada “economía del hidrógeno”, ha de tener en cuenta otros procesos, tales como el almacenaje, transporte y transformación lo que, atendiendo a las propiedades fi-

sicas de este elemento, supone un reto para los investigadores.

En este sentido, el proyecto de investigación desarrollado por los expertos del Instituto de Ciencias de Materiales de Sevilla del CSIC (ICMS), persigue un avance en la metodología de producción de hidrógeno de manera masiva a un bajo coste, al proponer el uso de catalizadores nanoestructurados de níquel como alternativa a otros metales nobles de mayor coste. Un catalizador es una sustancia que sirve de “mediador” en una reacción y es capaz favorecer la transformación de una molécula en otra, en este caso, una molécula de agua o de metano en hidrógeno. Para la producción a una escala mayor y con un crecimiento sostenido a lo largo del tiempo, este equipo de expertos propone la susti-



## Hacia una energía más limpia

Desde el Instituto de Ciencias de Materiales del CSIC tratan de entender por qué determinados catalizadores funcionan mejor que otros, para acercarse a aquellas condiciones requeridas en una aplicación industrial posterior. “Estudiamos y caracterizamos catalizadores de bajo coste, como los de níquel, para la obtención de hidrógeno a partir de un recurso abundante como es el CH<sub>4</sub> presente en el gas natural”, explica Juan Pedro Holgado.

Además de ser más económico, el gas natural supone un paso intermedio para

lograr el objetivo final que sería obtener hidrógeno a partir de agua. Según explican los expertos, “éste sería el proceso más limpio de todos ya que no sería necesario el metano”, siempre y cuando la electricidad utilizada en el proceso de transformación provenga de energías ‘limpias’ también”.

A diferencia de lo que sucede con los combustibles fósiles, el hidrógeno no es un combustible que exista como tal en la naturaleza, se trata de un combustible secundario o de un vector energético. Aunque se puede obtener fácilmente a

partir de agua, es necesario un aporte de energía externa para generarlo. El origen de esta energía determinará si el hidrógeno generado es más o menos ecológico, es decir, “si éste se genera con electricidad procedente de una central térmica podría servir para reducir la contaminación local en áreas urbanas pero no para reducir la contaminación global”, apuntan los expertos. En cambio, si la energía empleada para su producción proviene de fuentes limpias, como la energía solar “se trataría de un eco-combustible”.

tución de los catalizadores de platino por los de níquel, ya que este metal “es una alternativa barata y abundante”, señala el coordinador del proyecto, Juan Pedro Holgado.

El objetivo de este proyecto consiste en obtener catalizadores para la transformación de metano y la obtención de hidrógeno mediante un proceso que reduzca las emisiones de CO<sub>2</sub> y resulte económicamente viable. Según explica el coordinador, “aunque actualmente hay métodos bien establecidos para la obtención industrial de Hidrógeno, el problema al que nos enfrentamos sería el uso del hidrógeno como combustible a una escala global, incluyendo los vehículos, lo que dispararía el consumo de este vector energético. Para hacer frente a esa mayor demanda hay que buscar una alternativa en su producción”.

Actualmente, aunque ya se utiliza el metano para la obtención de hidrógeno, su producción a escala masiva resultaría muy costosa, porque para la transformación requiere de catalizadores a partir de metales nobles como el platino, escaso y de coste muy elevado.

La obtención de mejores catalizadores de níquel, que puedan sustituir a los de platino, requiere su optimización, es decir, estudiar y comparar por qué unos funcionan mejor que otros. “La principal novedad es que, aplicando una serie de técnicas de caracterización avanzada, intentamos estudiarlos en condiciones de operación, es decir, cuando están en funcionamiento”, destaca Juan P. Holgado. Hasta el momento, este tipo de técnicas han permitido saber qué sucede antes o después de que el catalizador funcione pero no lo que ocurre cuando éste se encuentra en funcionamiento.

Para conseguir que el proceso de producción de hidrógeno a partir de metano (del gas natural) sea lo más efectivo posible, estos expertos han de considerar las impurezas que acompañan al CH<sub>4</sub> en los yacimientos de gas natural. Dichas impurezas pueden producir sobre los catalizadores un problema denominado ‘envenenamiento’. “Esto implica que durante el transcurso de la reacción, el catalizador pierda eficiencia y finalmente deja de funcionar por la formación de compuestos de azufre que lo ‘envenenan’”, explica el investigador.

A través del empleo de una serie de técnicas innovadoras, tales como la síntesis de nanocristales coloidales en líquidos iónicos –utilizados con éxito en otros procesos para evitar la formación de impurezas y la pérdida de actividad catalítica-, se persigue estabilizar la nanoestructura de los sistemas catalíticos. De este modo, los científicos obtienen níquel en forma de nanopartículas para incrementar su actividad, estabilidad y minimizar sus inconvenientes frente al uso de platino.

“Estos catalizadores nanoestructurados podrían ser una alternativa al platino, ya que permitirían la producción de Hidrógeno a escala global de forma económica”, apunta Juan P. Holgado. Constituyen un paso más en la transformación del sistema energético actual, basado en los combustibles fósiles, hacia la ‘economía del hidrógeno’.

En una pila de combustible, la energía se convierte directamente en energía eléctrica a través de una reacción electroquímica, sin mediar proceso alguno de “combustión”, y la eficiencia llega a alcanzar valores de hasta un 70%. Las pilas de combustible pueden transformar de manera muy eficiente hidrógeno o hidrocarburos en electricidad tanto para tracción en el transporte, como para generar electricidad y calor para viviendas, edificios de oficinas, fábricas, etc.

Su principal ventaja es que tienen una duración indeterminada, podrían ser alimentadas con hidrógeno de forma continua y producirían electricidad mientras recibieran este combustible. Asimismo, la cantidad de energía que producen es directamente proporcional al hidrógeno con el que se alimentan, cuánto más se les suministre más electricidad producirán.

# Nanopartículas para diagnósticos y tratamientos

Diagnosticar enfermedades justo cuando empieza a originarse la patología o curarlas desde el interior del cuerpo es el sueño de muchos investigadores y el reto al que se enfrenta la nanomedicina, una rama de la medicina que aplica conocimientos de nanotecnología (a nivel de átomos y moléculas) en las ciencias y procedimientos médicos. Un equipo multidisciplinar de científicos de las Universidades de Granada, Cádiz, Jaén y Córdoba trabaja en un Proyecto de Excelencia incentivado con algo más de 144.000 euros por la Consejería Economía, Innovación y Ciencia para preparar nanopartículas metálicas y fluorescentes que puedan inyectarse en el cuerpo y permitir la visualización de tejidos para conocer su estado con diferentes técnicas como, por ejemplo, la imagen por resonancia magnética (IRM) o la gammagrafía.

Cuando en 1966, Richard Fleischer narra en la película *Viaje Alucinante* cómo un submarino era reducido al tamaño de una bacteria e inoculado en el sistema circulatorio de un científico para encontrar y destruir la trombosis que podía provocar la muerte, no se podía imaginar que, menos de medio siglo después, científicos de todo el mundo estarían trabajando para que algo similar pudiera convertirse en una realidad. El equipo interdisciplinar dirigido por el profesor de la Universidad de Granada (UGR), José Manuel Domínguez Vera trabaja, en el marco del proyecto *Preparación y estudio por microscopía electrónica de nanopartículas magnéticas-fluorescentes. Ordenación en superficie de Au modificada y películas Langmuir-Blodgett*, para preparar las partículas microscópicas que podrán, en el futuro, ser inyectadas en un cuerpo para, por ejemplo, detectar y eliminar células tumorales.

En la actualidad, para el diagnóstico de una patología se usan diferentes técnicas que permiten obtener imágenes del organismo de forma no invasiva y con las que diferenciar las estructuras anatómicas y destacar el tejido enfermo del sano. Las modalidades empleadas van desde una imagen por resonancia magnética (IRM), tomografía axial computerizada (TAC), gammagrafía o tomografía por emisión de positrones (PET). Todas ellas son pruebas que se basan en la imagen y para las que es necesario inyectar un compuesto en el cuerpo,

denominado agente de contraste, que permita visualizar tejidos y poder hacer un análisis morfológico de los mismos para detectar posibles daños o enfermedades.

Cada una de estas técnicas utiliza un agente de contraste diferente. Pero “lo ideal sería tener un único agente que pueda aplicarse para todas las modalidades”, explica Domínguez Vera. “Ésto no es posible con la química tradicional pero sí con la nanociencia”, afirma. El modo en que intentan resolverlo los científicos de los cuatro grupos de investigación es “componiendo” una microestructura, integrada por nanobloques, y que cada uno de estos nanobloques tenga una función diferente. La nanopartí-

La nanotecnología es un campo de las ciencias aplicadas dedicado al control y manipulación de la materia a una escala menor que un micrómetro, una unidad de longitud equivalente a una millonésima parte de un metro, es decir, a nivel de átomos y moléculas. El ganador del premio Nobel de Física (1965) Richard Feynman fue el primero en hacer referencia a las posibilidades de la nanociencia y la nanotecnología en el discurso que dio en el Instituto Tecnológico de California, en 1959, titulado *There's plenty of room at the bottom* (En el fondo hay espacio de sobra).

Centro:  
Universidad de Granada

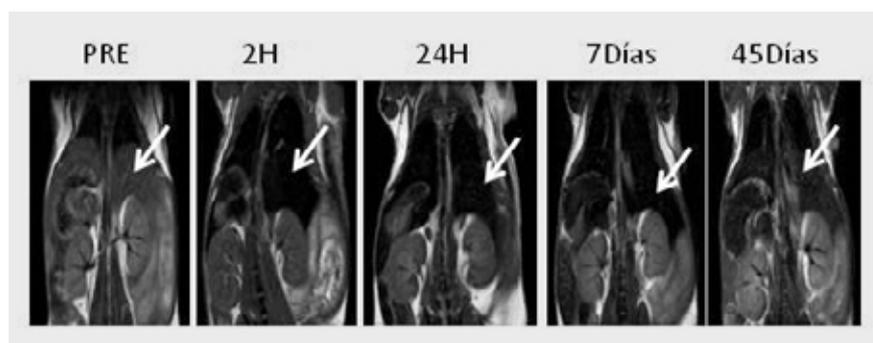
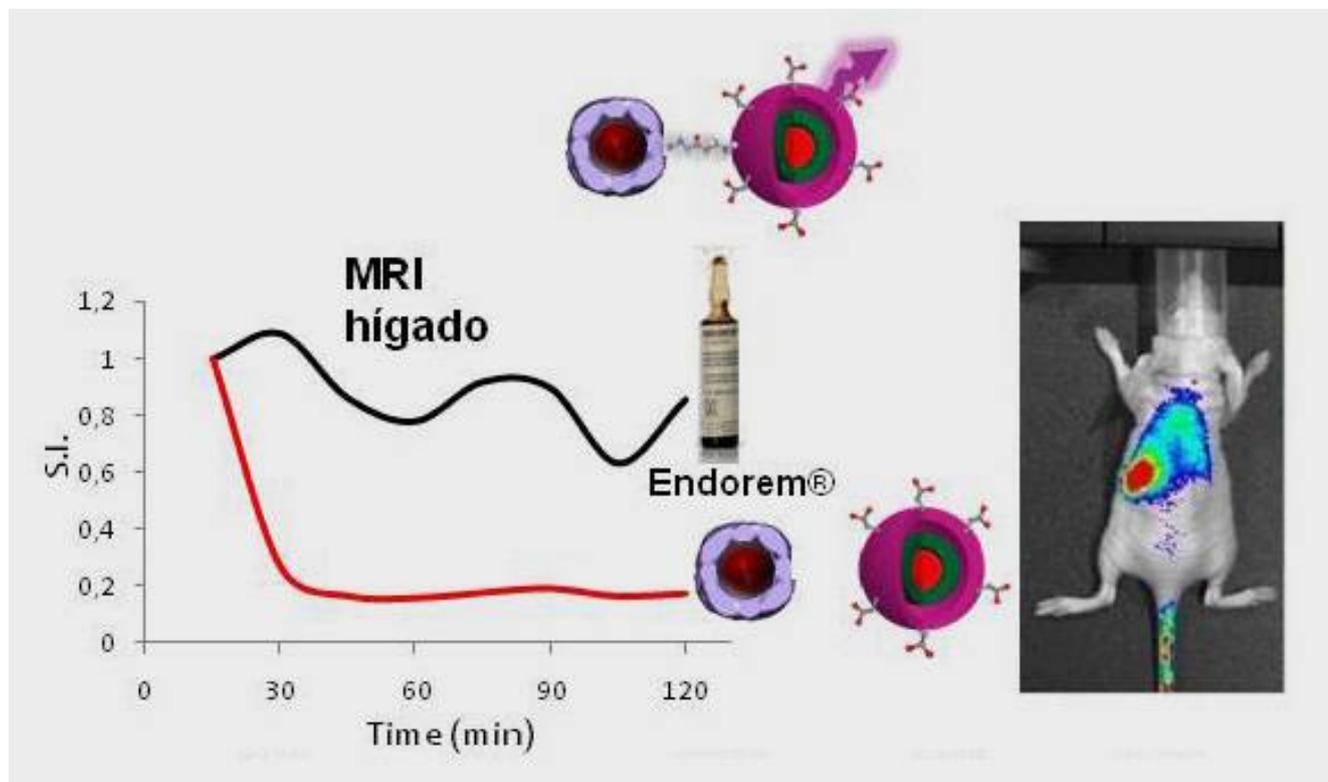
Área:  
FQM

Código:  
FQM 2525

Nombre del proyecto:  
Preparación y estudio por microscopía electrónica de nanopartículas magnéticas-fluorescentes. Ordenación en superficie de Au modificada y películas Langmuir-Blodgett.

Contacto:  
José Manuel Domínguez Vera  
josema@ugr.es

Dotación:  
144.334 euros



## Andalucía apuesta por la nanomedicina

La comunidad autónoma andaluza cuenta con el único centro dedicado íntegramente a la nanomedicina en territorio español. El Centro Andaluz de Nanomedicina y Biotecnología (Bionand) tiene un carácter multidisciplinar con profesionales del ámbito sanitario, empresarial y universitario para generar nuevos sistemas de diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades a partir de la creación y desarrollo de dispositivos, materiales y abordajes a escala nanométrica. Bionand, participado por las Consejerías de Salud e Innovación, Ciencia y Empresa, y la Universidad de Málaga, cuenta con tres áreas de investigación: nanodiagnóstico, nanosistemas terapéuticos y nanobio-

tecnología, tal y como se refleja en la web del centro.

El centro se encuentra en el Parque Tecnológico de Andalucía (PTA) de Málaga y cuenta con 6.500 metros cuadrados, repartidos en cuatro plantas que contienen 12 laboratorios. A pleno rendimiento, Bionand dará cabida a más de 150 profesionales, de los que alrededor de un 85% estará implicado en áreas de investigación.

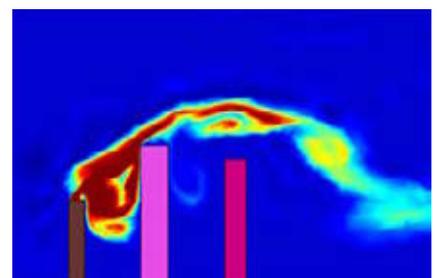
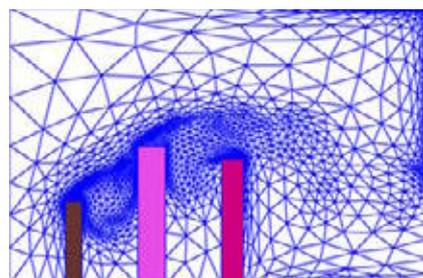
La actividad de este centro, que se pondrá en marcha entre finales de este año (2011) y principios del próximo, se enmarca en el Programa Andaluz de Investigación en Nanomedicina, uno de los tres programas de investigación en terapias avanzadas de la Comunidad.

cula resultante tendría un nanobloque magnético, útil para IRM, en el que se integrarían radioisótopos enfocados al análisis de imágenes con la técnica de gammagrafía. Además, y para poder posicionar correctamente la nanopartícula, ésta tendría un componente fluorescente que emitiría en infrarrojo para que pudiera ser visible a través de la piel. La nanoestructura se completaría con la introducción en ella de una molécula que permita determinar el lugar exacto del cuerpo donde colocarla. “Esto permitiría, por ejemplo, que la nanopartícula vaya a células tumorales para detectar tumores, o que vaya a placas de ateromas que se forman en las arterias aortas para evitar infartos”, afirma el investigador principal.

El resultado será un única nanopartícula multifuncional que pueda emplearse para todas las técnicas por imagen y con la que pueda obtenerse un diagnóstico cada vez más precoz de las enfermedades. “Intentamos, en definitiva, preparar nanoestructuras que puedan ser inyectadas en el cuerpo, dirigir las a un lugar concreto, como hígado o pulmón, y que nos permitan obtener una imagen que nos diga lo que ocurre en el interior de esos órganos”, afirma Domínguez Vera.

# Una recreación virtual de corrientes marinas y terrestres

Las simulaciones por ordenador permiten a los expertos prever las pautas de actuación de algunos sistemas físicos en los que se desenvuelve la actividad humana. Expertos del Grupo de Investigación Modelado Matemático y Simulación de Sistemas Medioambientales, del departamento de Ecuaciones Diferenciales y Análisis Numérico de la Universidad de Sevilla (US), desarrollan un Proyecto de Excelencia incentivado con 153.688 euros por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía, cuyo objetivo es desarrollar simuladores matemáticos que ayuden a predecir el comportamiento de los flujos ambientales de interés presentes en el entorno andaluz.



Las Nuevas Tecnologías permiten reproducir y predecir en un ordenador el comportamiento que seguirán los elementos que componen el medio ambiente. En este sentido, el proyecto que acomete el equipo de investigación que dirige el catedrático Tomás Chacón Rebollo, *FreeFem++3D: Aplicaciones a la simulación de flujos ambientales*, persigue aplicar este *software* FreeFem++3D para reproducir los diversos flujos de mar o aire presen-

tes en Andalucía. En particular, este modelo informático analiza diversas corrientes de aguas naturales o inducidas por el hombre como, por ejemplo, el caudal de los ríos, inundaciones, deslizamientos de tierra o el transporte y la dispersión de contaminantes en la atmósfera.

La aplicación informática resuelve la ecuación tridimensional que “modela” diversas problemáticas existentes en áreas como la física, la ingeniería, las ciencias de la salud o la economía. “Es un sistema que permite programar, mediante operaciones matemáticas, cualquier tipo de simulación, como las presentes en interacciones fluido-estructura, los flujos de aire y sangre o la interacción aire-atmósfera”, concluye el experto

En concreto, el proyecto se centra en el estudio del Embalse del Gergal y el Estrecho de Gibraltar. En el primero, el calor del verano y el frío del invierno provocan un fenómeno conocido entre los expertos como ciclo estacional de estratificación y desestratificación. Este fenómeno que hace referencia a la diferencia de temperatura entre la parte superior e inferior del agua debido al clima, permite a los expertos realizar

El sistema informático Damflow, desarrollado por los grupos de investigación EDANYA (Universidad de Málaga) y M2S2M (Universidad de Sevilla), también utilizado por los expertos para recrear algunos movimientos en el entorno natural, integra diversos simuladores (1D, 2D y 3D) de flujos ambientales y proviene de Dam, presa y flow, flujo, en inglés. Además, incluye algunas aplicaciones como, por ejemplo, la simulación del vertido tóxico de Aznalcóllar o incluso la evolución de una mancha de petróleo dentro de un mar.

Centro:  
Universidad de Sevilla

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2538

Nombre del proyecto:  
FreeFem3D: Aplicaciones a la simulación numérica de flujos medioambientales en el entorno andaluz

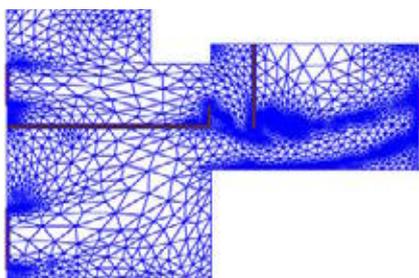
Contacto:  
Tomás Chacón Rebollo  
chacon@us.es  
(+34) 954 557 989

Dotación:  
153.668 euros



diversos análisis medioambientales y ecológicos en aras de optimizar los recursos naturales que ofrece la balsa sevillana y aumentar la calidad del agua. “En ocasiones, pueden darse inversiones de agua entre el fondo y la superficie, es decir, intercambios en el embalse producidos por el viento, que hacen que sustancias potencialmente contaminantes del fondo ocupen la superficie”, explica el investigador principal, Tomás Chacón Rebollo.

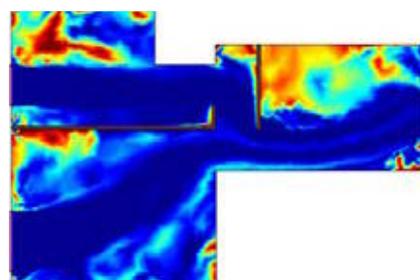
Por otra parte, en el caso del Estrecho de Gibraltar, este modelo in-



formático ayuda a entender la compleja dinámica fluvial que existe entre el Océano Atlántico y el Mar Mediterráneo. “Nuestro simulador ayuda a comprender la ecología de la zona, así como el clima. En este sentido, el flujo del Estrecho está gobernado por dos mareas de diferente densidad que provocan una compleja interacción entre ambas”, sostiene Chacón Rebollo. Y añade: “Estudiamos cómo el Océano Atlántico -menor densidad- ‘rellena’ el Mar Mediterráneo en la superfi-

#### Una aplicación integral

cie. Mientras que éste “rellena” el anterior en el fondo. La entrada de agua mediterránea en el Atlántico se puede visualizar como una gran cascada”, resume el experto. De esta forma, esta herramienta ayuda a entender el clima o la flora y fauna de la zona al reproducir el movimiento del agua, además de su velocidad, presión y salinidad.



especialmente los acaecidos en los caudales hidrodinámicos presentes en aguas superficiales y oceánicas. “Es un *software* riguroso en cuanto a los cálculos. Es decir, a un coste relativamente poco elevado, incrementamos la eficacia computacional de los simuladores existentes usando técnicas de última generación, alguna de ellas producto de la investigación del grupo de investigación”, profundiza el experto.

Además, esta herramienta, que se podrá descargar de forma gratuita

desde la Web, permite determinar, de una manera predictiva, cuál puede ser el alcance de una inundación provocada, por ejemplo, por un río. “Con esta aplicación impedimos que se levanten zonas residenciales en entornos peligrosos para la sociedad. Es decir, diagnosticamos, desde un punto de vista del riesgo, la distancia óptima a la que construir las infraestructuras, siempre en función de la reproducción matemática de un desbordamiento virtual”, explica el investigador.

## Simuladores matemáticos y ‘pescaíto frito’

Las costas andaluzas son zonas habituales de pesca y, por ende, un reclamo turístico para los amantes del buen yantar por el popular ‘pescaíto frito’. Así, el modelo informático realizado por los investigadores de la Universidad de Sevilla, aporta una argumentación científica a la aparición de esta amalgama de peces en las costas de Huelva o Málaga. Lo explica el investigador principal del proyecto, Tomás Chacón Rebollo: “En el océano se produce un afloramiento de agua costera debido a la interacción del viento y la rotación de la Tierra. Toda la capa superficial de agua se aleja de la orilla y, entonces, ese hueco se rellena con otras profundas que las remplazan. Éstas arrastran los nutrientes que hay en el fondo y los hacen llegar, de este modo, a la superficie”. Y añade: “Cuando ocurre este fenómeno, y combinado con la luz del sol, aparece el plancton en la superficie, un manjar que sirve de base para toda la cadena trófica y, por tanto, la aparición de los bancos de peces. En este ámbito, nuestros simuladores permiten hacer un análisis ecológico y comprender, porqué, en determinadas zonas del océano hay vida y en otras no”.



# Metales y plásticos más eficientes para captar sol

El equipo de científicos que dirige el profesor de la Universidad de Málaga José Ramos Barrado trabaja en la elaboración de nuevas propiedades aplicables a la obtención de absorbedores solares con alta eficiencia en la captación solar. Los materiales cuya funcionalización se proponen son tanto metales como plásticos. Por el momento han obtenido resultados parciales, entre los que se encuentran el empleo de un tipo de material denominado cermet, compuesto por cerámica y metal. Se trata de Proyecto de Excelencia incentivado con 464.237 euros por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía.

Funcionalización de superficies para aplicaciones en energía solar y medio ambiente es el nombre de un Proyecto de Excelencia incentivado con 464.237 euros por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía. Dirigida por el profesor de la Universidad de Málaga José Ramos Barrado, el objetivo global de la investigación es diseñar y fabricar un colector con un absorbedor de superficie selectiva solar, con una eficiencia térmica elevada, resistente a la corrosión ambiental, de fácil industrialización

y de bajo coste, utilizando como sustrato metales o plásticos.

Un colector solar es cualquier dispositivo diseñado para recoger la energía irradiada por el sol y convertirla en energía térmica. El proyecto está enfocado a colectores de uso doméstico y se centra en el absorbedor, uno de los elementos de los captadores o colectores solares.

“El absorbedor absorbe la energía solar que llega, de manera que se calienta a una temperatura mayor que la ambiental y emite radiación térmica lo que impide que su tem-

## Transferir el conocimiento a la industria andaluza

Una de las pretensiones de los científicos al desarrollar este estudio es conseguir un método transferible directamente a la industria andaluza, un sistema industrialmente viable. Esto daría lugar, entre otras ventajas, a la creación de puestos de trabajo. Además, el equipo del profesor José Ramos quiere patentar su tecnología. No obstante, hasta el momento los investigadores han obtenido resultados parciales en tratamientos electroquímicos en superficies selectivas sobre aluminios. Están empleando un material denominado cermet, que está compuesto por cerámica (material no conductor) y metal. “Todavía queda pulirlo para que pueda ser patentable”, aclara el responsable del estudio. Por otra parte, las consecuencias para el

medio ambiente de la aplicación de esta tecnología serían positivas, ya que los colectores potencian el empleo de energía solar térmica y fotovoltaica, con lo que harían disminuir el consumo de otro tipo de energía más contaminante. Y los métodos de spray pirolisis y magnetron sputtering tampoco son contaminantes. “Además, el beneficio para la industria solar y de módulos o elementos de fachada es indudable, ya que se pondrían a disposición nuevos absorbedores solares que pueden actuar como elementos constructivos con nuevos fines estéticos”, señala Ramos Barrado. Esto tendría su impacto positivo en la sociedad por posibilitar nuevos dispositivos solares que a su vez podrían ser económicamente muy competitivos.



Centro:  
Universidad de Málaga

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2573

Nombre del proyecto:  
Funcionalización de superficies para aplicaciones en energía solar y medioambiente.

Contacto:  
Jose Ramos Barrado  
barrado@uma.es  
(+34) 954 977 594

Dotación:  
464.237 euros



peratura siga aumentando”, señala el profesor José Ramos Barrado. Los absorbedores no aprovechan bien la energía porque desprenden energía térmica. Por eso se recubren con una capa que tiene como propiedad absorber la energía térmica de la radiación solar y emitir poco. La emitencia se puede reducir hasta un 6 o un 7%. Esto sería funcionalizar el absorbedor, que constituye una de las metas de estos investigadores. “Ya existen en el mercado dispositivos con estas características”, señala el responsable del estudio, “pero la capa (o superficie selectiva) que recubre los absorbedores se fabrica fuera de España”. El equipo pretende fabricar las capas por procedimientos que no requieran una fuerte inversión por parte de la industria, que sean económicamente rentables. Los absorbedores pue-

den estar compuestos por metales o plásticos. Los metálicos tienen como ventaja el absorber bien el calor, pero son pesados y caros. Por el contrario, los plásticos pesan poco y son económicos, pero tienen el inconveniente de conducir peor el calor. No obstante, sobre el plástico es difícil depositar una capa para recubrir el absorbedor por procedimientos de bajo coste.

Los científicos están actuando sobre absorbedores de metal y de plástico, para lo cual emplean diferentes técnicas en función del material a tratar. Para el metal utilizarán un procedimiento de bajo coste, el spray pirolisis (romper por calor), por el que se obtiene la capa deseada a partir de la pirolisis química de un precursor que es depositado sobre el metal mediante el spray de soluciones acuosas

de dicho precursor. “Se trata de un método económico, fácil de hacer sobre cobre o aluminio e industrialmente barato”, señala Ramos Barrado. El equipo tiene una larga experiencia en el empleo del spray pirolisis, que en este proyecto está a medio camino entre una técnica industrial y una de laboratorio. Lo han utilizado sobre superficies grandes, de un metro o metro y medio, casi escalado a nivel industrial. Para los absorbedores de plástico se emplea un método llamado magnetron sputtering. Una máquina hace un vacío elevado y por evaporación física se evapora la sustancia que se quiere poner encima del plástico (varias capas). La técnica es cara, pero permite la funcionalización de plásticos al no requerir elevadas temperaturas para la formación de las capas.

# Filtros moleculares para el dióxido de carbono

Un grupo de científicos de la Universidad Pablo de Olavide, dirigidos por la investigadora Sofía Calero, trabaja en el diseño de nuevos materiales más efectivos y baratos destinados a servir de filtro para la captura, separación, eliminación y aprovechamiento energético de los gases de efecto invernadero procedentes de emisiones industriales. Empresas como Chevron-Texaco o Abengoa se han mostrado interesadas en los potenciales resultados del proyecto, catalogado de excelencia por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía y financiado con 297.668 euros.



Hace algunos años, los estudios en torno al cambio climático dieron la voz de alarma sobre el papel del dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) como uno de los principales agentes implicados en lo que se conoce como efecto invernadero. De esta forma, un gas en principio no contaminante y esencial para el desarrollo de la vida (las plantas lo necesitan para crecer), se ha convertido en una amenaza para el ecosistema del planeta por su alta concentración en la atmósfera.

El origen de este importante incremento de la presencia de  $\text{CO}_2$  en el aire se encuentra en la actividad humana del último siglo, especialmente en aquellos procesos industriales relacionados con la producción energética. En este sentido, aunque existe una tendencia creciente del uso de fuentes renovables de energía, éstas no constituyen aún una alternativa sólida, por lo que el uso de combustibles fósiles seguirá siendo necesario en los próximos años.

Mientras se sigue avanzando en materia renovable, numerosos científicos trabajan en aportar respuestas a una misma pregunta: ¿qué hacer para reducir la emisión a la atmósfera de dióxido de carbono, garantizando el abastecimiento de energía? Algas, bacterias, sumideros bajo tierra,... Éstas son algunas de las soluciones que se encuentran actualmente sobre la mesa, todas ellas importantes y, en ocasiones, complementarias. En la Universidad Pablo de Olavide (UPO), un grupo de investigadores dirigido por Sofía Calero ha puesto en marcha una iniciativa destinada a captar y aprovechar

los gases de efecto invernadero procedentes de emisiones industriales. El proyecto, calificado de excelencia en 2007 por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia e incentivado con 297.668 euros, apuesta por el diseño de nuevos materiales que sirvan a modo de filtros moleculares capaces de atrapar el contaminante.

El uso de estos filtros sería una opción como método a final de tubería. Esto aporta numerosas ventajas ya que se trata de una solución emplazada al final del proceso industrial, lo que implica no tener que realizar grandes reformas en las instalaciones. Por ello, el reto que se plantea en este proyecto es obtener materiales altamente selectivos y de bajo coste, que presenten al mismo tiempo gran capacidad de captura y de separación de los distintos gases de efecto invernadero.

Para desarrollarlo, los científicos de la Pablo de Olavide trabajan a escala nanométrica con materiales porosos cristalinos, utilizando tanto materiales inorgánicos (tipo zeoli-

El dióxido de carbono, también denominado óxido de carbono (IV), gas carbónico y anhídrido carbónico (los dos últimos cada vez más en desuso), es un gas cuyas moléculas están compuestas por dos átomos de oxígeno y uno de carbono. Su fórmula química es  $\text{CO}_2$ .

Centro:  
Universidad Pablo de Olavide

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2595

Nombre del proyecto:  
Desarrollo de materiales más eficaces para la captura y conversión de gases de efecto invernadero.

Contacto:  
Sofía Calero Diaz  
scaldia@upo.es  
(+34) 954 977 594

Dotación:  
297.668 euros



ta) como materiales metalorgánicos (tipo MOF), modificándolos hasta hacerlos idóneos para el fin que buscan. “Contamos con materiales que, por su tamaño de poro, son ideales para capturar  $\text{CO}_2$ . Estudiamos en ellos cómo adsorben las partículas de este gas y los vamos ‘tuneando’, es decir, probamos a cambiar su estructura, por ejemplo, colocando plata o cinc donde hay cobre y vemos qué efecto tiene esto sobre la adsorción y difusión”, señala Sofía Calero. Una de las herramientas clave para conocer la interacción del material con el gas, además de pruebas en el laboratorio, es la simulación virtual. De esta forma, una de las principales líneas de acción de este Proyecto de Excelencia durante sus dos primeros años ha sido la de diseñar un buen modelo de comportamiento, capaz de expresar en un ordenador los mismos resultados que se obtendrían en un ensayo experimental.

Y es que, según señala la responsable del estudio, “si no eres capaz de

reproducir el comportamiento del  $\text{CO}_2$  en un material existente, difícilmente podrás predecir el comportamiento de los nuevos materiales que estamos diseñando”. Por ello, estos investigadores han trabajado hasta lograr emular virtualmente el modo en el que interacciona el dióxido de carbono con los diferentes átomos del material, en procesos tales como la difusión (cómo se desplaza la molécula en la estructura) y la adsorción (cómo se adhiere a la misma). Un importante paso que permite no sólo ahorrar en tiempo y costes, sino que también facilita considerablemente el trabajo a desarrollar.

Una vez obtenido el modelo computacional, el siguiente paso que han dado los investigadores de la UPO pasa por estudiar cómo adsorben y difunden los gases para, posteriormente, pasar a la separación, captura y almacenaje de los mismos. “Actualmente estamos estudiando la influencia que tiene el tamaño y la composición del poro en la separación de los componentes del gas

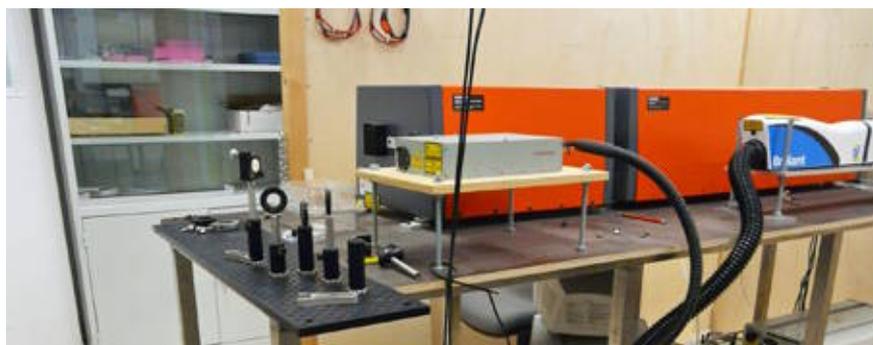
natural, trabajo que extenderemos al metano, al dióxido de carbono y otros gases procedentes de procesos energéticos basados en combustibles fósiles” señala Sofía Calero. La separación de los compuestos de los gases de efecto invernadero a través de los nuevos materiales es clave desde un punto de vista ambiental y tecnológico, ya que evita costosos procesos de separación para su posterior confinamiento.

“Tras realizar estos y otros estudios, como último paso combinaremos los mecanismos moleculares que rigen las propiedades de adsorción y transporte con los resultados obtenidos del estudio de separación y captura en materiales porosos existentes”, afirma la investigadora.

Todo esto permitirá el diseño de nuevos materiales que favorezcan tanto la adsorción como el flujo de los gases y cuya composición, estructura y tamaño de poro sea la más efectiva para la captura, separación, filtrado y eliminación de los distintos gases..

# Cuando las moléculas se atraen

La capacidad de ciertas moléculas para reconocerse y unirse de manera selectiva cuando entran en contacto, incluso en entornos donde hay muchísimas más opciones de interacción, constituye uno de los pilares básicos para comprender los procesos bioquímicos que rigen la vida. Analizar la estructura molecular y entender cómo se orientan para asociarse con otras es uno de los retos del proyecto de investigación Reconocimiento supramolecular y selectividad quiral estudiados mediante técnicas láser y de espectrometría de masas de última generación, incentivado por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia con más de 297.000 euros.



Centro:  
Universidad Pablo de Olavide

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2600

Nombre del proyecto:  
Reconocimiento supramolecular  
y selectividad quiral estudiados  
mediante técnicas láser y  
de espectrometría de masas  
de última generación.

Contacto:  
Bruno Martínez Haya  
bmarhay@upo.es

Dotación:  
297.668 euros

Se dice que hay química entre dos personas cuando se atraen y tras ese primer paso, a veces, conforman parejas. Este proceso de “atracción” y de conformación de equipos también se produce entre las moléculas, capaces de unirse selectivamente cuando entran en contacto. Se trata del denominado reconocimiento molecular, un proceso de asociación selectiva que adquiere gran relevancia en diversos campos, desde la química fundamental y aplicada, hasta la biología, donde se producen procesos bioquímicos, enzimáticos y de interacción de fármacos o biomoléculas con otros sustratos o moléculas. En este último campo se centra la investigación del equipo de la Universidad Pablo de Olavide dirigido por Bruno Martínez Haya.

El objetivo de este Proyecto de Excelencia consiste en dilucidar las bases responsables del reconocimiento molecular, tratando de determinar la estructura e interacciones responsables del este proceso selectivo.

Este equipo de investigadores centra su trabajo en tres grandes campos del reconocimiento molecular: los líquidos iónicos (disolventes verdes), los asfaltenos (componentes visco-

sos del petróleo) y las biomoléculas. Los primeros son sales orgánicas líquidas capaces de incorporar a todo tipo de biomoléculas. Además, pueden catalizar reacciones químicas. Se les denominan “disolventes verdes” porque no tienen evaporación, por lo que no emiten compuestos orgánicos volátiles (COV) a la atmósfera. Dichas emisiones constituyen uno de los problemas medioambientales fundamentales de los disolventes habituales en la química industrial. Los COV dan lugar a productos tóxicos en la troposfera que contribuyen al deterioro de la calidad del aire en los entornos urbanos y periurbanos, entre ellos ozono el cual afecta a las vías respiratorias. “Nuestros experimentos están orientados a conocer el comportamiento de proteínas y compuestos poliaromáticos en el seno de estos disolventes”, señala Bruno Martínez. Asimismo, entre los componentes poliaromáticos que estudia este grupo de investigación destacan los asfaltenos, los componentes más viscosos del petróleo, responsables de las principales propiedades del “chapote” producido por vertidos de crudo al medioambiente. Según explica Bruno Martínez: “Representan un



problema medioambiental y también práctico para la industria petrolera por su tendencia a obturar las tuberías de conducción”.

En cuanto a las otras áreas de estudio, Bruno Martínez destaca “la sorprendente capacidad de las biomoléculas (proteínas, azúcares, lípidos) y fármacos de unirse de forma específica entre sí, de ‘reconocerse’ en un medio repleto de miles de otras especies. Los mecanismos del ‘reconocimiento molecular’ son de enorme interés para el conocimiento de los procesos bioquímicos que rigen la vida y el desarrollo de nuevos fármacos”. Resultado de este fenómeno son, por ejemplo, el papel de los anticuerpos en el sistema inmunológico o los pares de base que constituyen el ADN, entre otros.

Las investigaciones de este grupo de expertos van más allá del mero análisis químico: “Entender por qué una estructura es capaz de reconocer a una molécula concreta, qué interacciones están implicadas y si tienen que deformarse mucho cuando se juntan unas con otras o ya de forma natural están preparadas para unirse como una llave en una cerradura”, explica el investigador.

Sus experimentos están enfocados al estudio del reconocimiento entre biomoléculas modelo y los centros de carga proporcionados por cationes

metálicos y por otras especies moleculares ubicuas (presentes al mismo tiempo en distintos medios biológicos). Estos procesos de reconocimiento son responsables de muchos procesos enzimáticos y de la estructura que adoptan muchas moléculas, sobre todo proteínas que se pliegan para unirse con el metal (catión metálico), fijando de esta manera su estructura y su función.

Según explica el coordinador del proyecto, entre las potenciales aplicaciones de estos fenómenos cabe mencionar la posibilidad de diseñar pinzas moleculares capaces de ‘atrapar’ otras moléculas de forma selectiva y reubicarlas donde puedan ser más útiles.

Para conseguir estos objetivos, el equipo de investigadores trabaja en el desarrollo y aplicación de técnicas de análisis molecular de última generación. Concretamente utilizan técnicas de espectrometría de masas y espectroscopía láser. Los láseres permiten arrancar moléculas de un tejido o material para su caracterización, así como observar el espectro de las diferentes moléculas de estudio, midiendo la radiación ultravioleta e infrarroja absorbida. De esta manera determinan cuál es la estructura de la unión molecular, por dónde ha tenido lugar o si es muy fuerte o menos intensa.

Los asfaltenos son las moléculas poliaromáticas derivadas del petróleo presentes en el “chapapote”. Se caracterizan por su viscosidad que dificulta su separación en las tareas de limpieza. Para la industria petrolera supone un gran problema porque este chapapote se queda adherido a las tuberías de conducción del fluido y los va obturando poco a poco, encareciendo muchísimo su extracción. Conocer cuál es la estructura de los asfaltenos ofrece pistas sobre cómo se pueden disgregar estas moléculas, de cómo disolverlas y hacerlas más fluidas para no tener que limpiar “las cañerías” a cada momento.

Gracias a la aplicación de técnicas de reconocimiento molecular, es posible separar estas moléculas y disgregarlas para facilitar la limpieza de los conductos del petróleo. Su estructura molecular poliaromática guarda similitudes con el grafeno, material que ha sido objeto del reciente premio Nobel de Física 2010.

## Disolventes no volátiles a la carta

Los líquidos iónicos conforman una familia de disolventes verdes alternativa a los disolventes orgánicos habituales como el benceno, altamente contaminantes por su elevada volatilidad. Los disolventes tradicionales presentan graves inconvenientes tanto en el terreno económico como en el medioambiental y el toxicológico. “Al ser tan volátiles se producen muchas pérdidas y conlleva que sean muy costosos, pero más importante aún es que esas moléculas constituyen compuestos orgánicos volátiles que entran en el ciclo de la contaminación atmosférica, además de resultar tóxicos para los operarios que trabajan por

ser productos cancerígenos”, explica el investigador.

La principal ventaja de los líquidos iónicos es que son extraordinariamente poco volátiles y no producen emisiones (de ahí lo de disolventes verdes). Son sales orgánicas líquidas a temperatura ambiente que además tienen mucho potencial para disolver cualquier tipo de moléculas: “El agua sólo disuelve cierto tipo de moléculas que tienen cargas o tienen polaridad, es un disolvente polar. Asimismo, existen muchas especies poco polares como aceites, lípidos o grasas que no puede disolver y se suelen utilizar disolventes orgánicos volátiles con características

semejantes de apolaridad. Sin embargo, esta nueva familia tiene un carácter más universal, pudiendo disolver especies de muy distinta polaridad”, destaca el coordinador del proyecto. Existe una amplísima variabilidad entre las familias de moléculas orgánicas que se pueden utilizar como disolventes. Los expertos de la Olavide, investigan el procedimiento de reconocimiento molecular a dos niveles: un nivel básico donde el disolvente reconoce a una molécula, la rodea y permite que pueda ser estable en esa disolución, y un segundo nivel relacionado con el reconocimiento entre las propias moléculas disueltas en estos disolventes.

# Herramientas para detectar sustancias dopantes

Encontrar un método analítico que sea capaz de reconocer cualquier sustancia que sirva como marcador de empleo de sustancias dopantes en el deporte es el objetivo principal del estudio Implementación de nuevas estrategias basadas en la espectrometría de masas avanzada para la mejora e innovación de los métodos analíticos de control antidopaje. La Junta de Andalucía ha incentivado el Proyecto de Excelencia *Implementación de nuevas estrategias basadas en la espectrometría de masas avanzada para la mejora e innovación de los métodos analíticos de control antidopaje* con 304.000 euros



El equipo de investigación Química Analítica de la Universidad de Jaén desarrolla un Proyecto de Excelencia, incentivado por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía, que tiene como fin encontrar un método analítico que sea capaz de reconocer cualquier sustancia que sirva como marcador de empleo de sustancias dopantes en el deporte.

Esta iniciativa surge a partir de la experiencia en este campo por parte del grupo de investigación y de la necesidad actual de desarrollar nuevos métodos analíticos para el control de sustancias prohibidas en el deporte. “La finalidad de este proyecto es detectar metabolitos que nos indican la presencia de la droga en el deportista, utilizando el espectrómetro de masas con detector de tiempo de vuelo acoplado a un cromatógrafo de líquidos. La unión del espectrómetro con el cromatógrafo permite la separación de sustancias”, indica su director, Antonio Molina Díaz. El espectrómetro de masas de tiempo de vuelo es un instrumento que permite detectar e identificar de forma inequívoca y a bajas concentraciones la presencia de un compuesto determinado. Este instrumento transforma adecuadamente las moléculas en iones, que se conducen adecuadamente hacia un detector donde son separados y clasificados con gran exactitud. “Si estos iones coinciden con los metabolitos (sustancias) que quedan en el cuerpo después de consumir la droga, se puede demostrar que hay vestigios claros de que la droga se ha

consumido”, apunta el investigador. Además se evaluará el potencial de técnicas avanzadas para el análisis directo de estas sustancias, evitando la preparación de la muestra, que “es la etapa más laboriosa del análisis”. De hecho, “un miembro del equipo ha realizado una estancia en EEUU para conocer y aplicar estas técnicas”, afirma Antonio Molina. La primera fase ha consistido en la puesta a punto del método de análisis de más de 200 compuestos químicos para su identificación en muestras biológicas. Antonio Molina destaca: “A las sustancias catalogadas como prohibidas por el Comité Olímpico Internacional, se les han sumado en esta investigación una serie de sustancias que pueden ser susceptibles de prohibición en un futuro próximo”.

En 2010 se ha iniciado la segunda fase del proyecto. En este período, con una duración aproximada de seis meses, se realizaron ensayos *in vivo* en ratas para la detección de marcadores de uso de las sustancias dopantes. En la última fase se recoge la aplicación a las sustancias en fluidos biológicos pertenecientes a deportistas.

El resultado final se materializa en la utilización de la espectrometría de masas como instrumento clave para analizar más de 200 sustancias. Se trata de un sistema muy novedoso, ya que aplica una instrumentación muy precisa a unos objetivos muy ambiciosos. En este proyecto también participan investigadores de las universidades de Almería y Las Palmas de Gran Canaria. Toda la

Centro:  
Universidad de Jaén

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2614

Nombre del proyecto:  
Implementación de nuevas estrategias basadas en la espectrometría de masas avanzada para la mejora e innovación de los métodos analíticos de control antidopaje.

Contacto:  
Antonio Molina Díaz  
amolina@ujaen.es

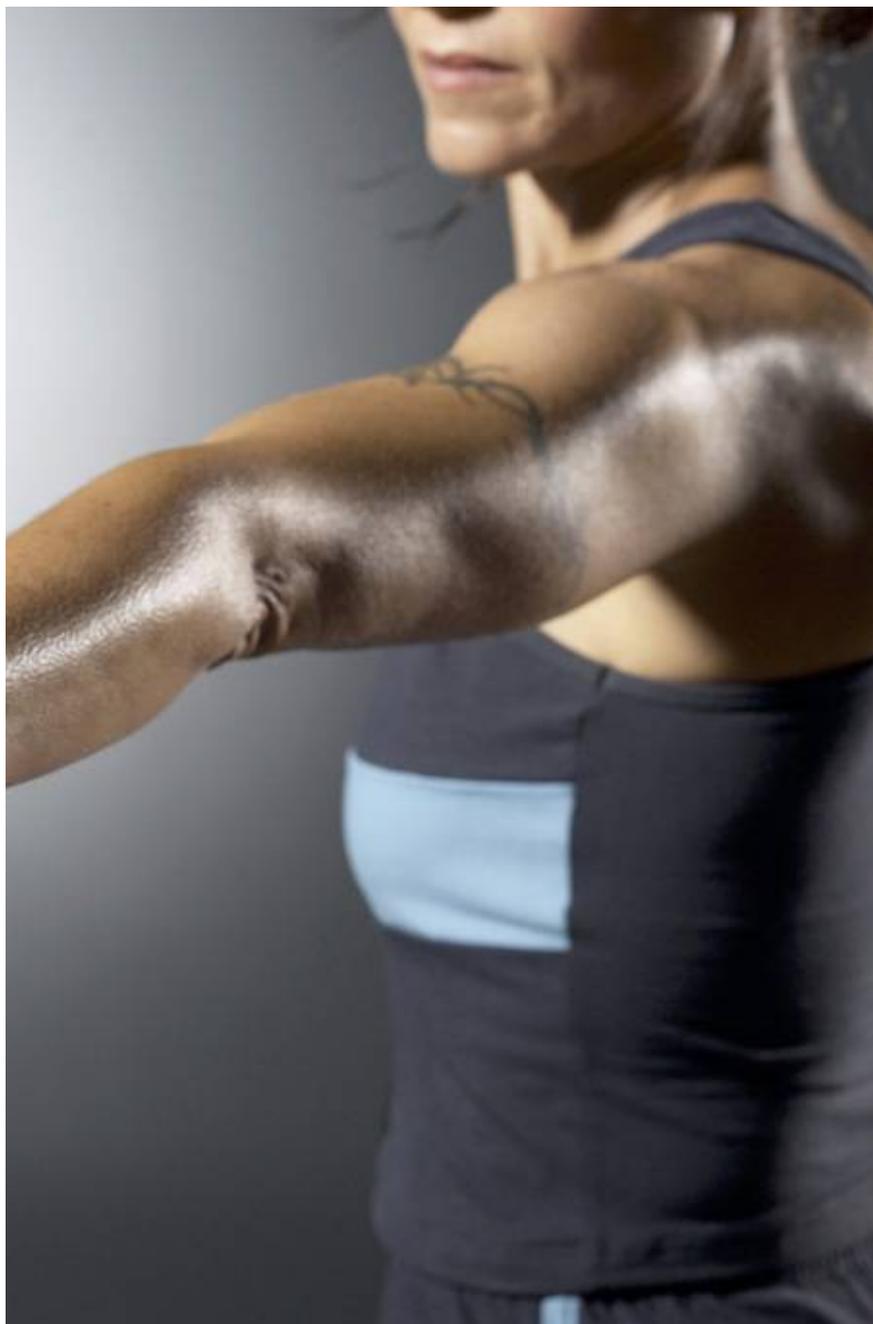
Dotación:  
304.000 euros



## Un peligro para los deportistas de élite

El dopaje es la promoción o consumo de cualquier método o sustancia prohibida en el deporte que puede ser potencialmente peligrosa para la salud de los deportistas y que es susceptible de mejorar su rendimiento de manera ilícita. En la actualidad, algunos trabajadores que están sometidos a grandes tensiones recurren al consumo de sustancias peligrosas con el objetivo de aumentar su rendimiento tanto físico como intelectual. No se sabe a ciencia cierta de donde proviene la palabra doping, unos la asocian a una antigua palabra inglesa dope, que era como una pasta o grasa lubricante, aunque el término se usa como genérico de droga. La Enciclopedia Británica la atribuye a la voz flamenca doop que se usa para determinar una mezcla. También se comenta que proviene del término surafricano Dope, que era una bebida alcohólica que se usaba para poder realizar correctamente unas danzas ceremoniales.

*De acuerdo con el Comité Olímpico Internacional (COI), el dopaje es la administración o uso por parte de un atleta de cualquier sustancia ajena al organismo o cualquier sustancia fisiológica tomada en cantidad anormal o por una vía anormal con la sola intención de aumentar en un modo artificial y deshonesto su rendimiento en la competición. Cada asociación deportiva posee una lista detallada de las sustancias prohibidas con las cantidades máximas permitidas. De acuerdo a la sustancia utilizada y otros factores particulares, cada asociación sanciona al atleta en cuestión.*



metodología quedará plasmada en una tesis doctoral que actualmente desarrolla un Licenciado contratado con cargo a este proyecto.

Esta investigación resulta original ya que en la actualidad, en los laboratorios antidopaje, aunque se utiliza la técnica de espectrometría de masas, se necesitan patrones de las sustancias puras para poder realizar la identificación de estas nuevas sustancias dopantes. De este modo, el uso de la espectrometría de masas de tiempo de vuelo permite la identificación de nuevos metabolitos, marcadores del uso de sustancias dopantes, sin necesidad de disponer de los patrones de

las sustancias prohibidas, lo que es realmente ventajoso en la lucha antidopaje.

En definitiva, “los laboratorios se van a beneficiar con este nuevo sistema, ya que la idea es transferir estos métodos a los laboratorios que realizan control antidopaje para que puedan utilizar esta metodología en cualquier deportista. A su vez, se contribuirá a solventar los problemas en la confirmación sin ambigüedades del empleo de sustancias dopantes y otras drogas, que puedan derivar en falsos positivos o falsos negativos en un control de antidopaje”, subraya el director del proyecto, Antonio Molina.

# Sensores ópticos para solucionar problemas

Investigadores de la Universidad de Granada desarrollarán sensores sensibles y selectivos para la determinación de contaminantes en aguas de consumo humano o para la detección prematura de la intoxicación por monóxido de carbono. El Proyecto de Excelencia Resolución de problemas ambientales, biomédicos y domóticos mediante el desarrollo de sensores ópticos ha recibido un incentivo de 465.668 euros.

Cada día son más las Administraciones públicas que se preocupan por la protección del Medio Ambiente y, día a día, aparecen más directrices y resoluciones sobre cómo controlar o cómo evaluar la contaminación ambiental. A la vez, esas directrices disminuyen la concentración máxima permitida y por tanto se requiere, en los laboratorios de rutina de control de la contaminación, de métodos analíticos potentes, fiables y de una alta sofisticación.

La entrada en vigor de normativas como el Real Decreto 140/2003 -resultado de la adopción de la Directiva 98/83/CE o la Directiva 2004/107/CE- son un ejemplo del “endurecimiento” de la legislación. Por tanto, se requiere poner a punto metodologías analíticas que permitan llevar a cabo un control continuo, *in situ*, y a tiempo real, de posibles emisiones contaminantes (accidentales o intencionadas) al ambiente. Por otro lado, ciertos parámetros ambientales tales como las especies gaseosas, son interesantes desde otros puntos de vista.

Por ejemplo, el oxígeno es un parámetro muy importante en campos como el bioquímico, médico, o para detectar su entrada en envases alimenticios o para el seguimiento de la descomposición de alimentos empaquetados, e incluso en detectores de partículas subatómicas; el CO, CO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> son gases emitidos a la atmósfera por la industria o la actividad humana que tienen que ser controlados y reducidos para preservar nuestro entorno; y, además, el monóxido de carbono es un gas que causa la muerte por inhalación debido a una mala combustión en

Desde principios de la década de los noventa, un elevado número de sustancias químicas se han identificado como peligrosas para la salud humana y/o medioambiental. Este es el caso de los llamados contaminantes prioritarios, entre los que se encuentran los hidrocarburos aromáticos policíclicos, plaguicidas, dioxinas, policlorobifenilos, compuestos del tributiltín, nonilfenol o mercurio.

sus calentadores, calderas de calefacción, etc. y que es de interés médico y empresarial disponer de dispositivos que avisen de su presencia o que lo detecten en aire exhalado por humanos para una pronta actuación médica.

La utilización de sensores químicos ópticos (es decir, dispositivos sencillos, preferiblemente portátiles, capaces de detectar y/o cuantificar a tiempo real una especie química concreta en un medio complejo concreto a través de una interacción química selectiva y reversible) permite la identificación y cuantificación de todos estos compuestos (contaminantes y especies gaseosas) de forma continua y remota, utilizando instrumentación de bajo coste, proporcionando resultados fiables incluso siendo utilizada por operadores de limitado adiestramiento técnico.

Investigadores de la Universidad de Granada desarrollarán -gracias a un Proyecto de Excelencia- sensores

Centro:  
Universidad de Granada

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2625

Nombre del proyecto:  
Resolución de problemas ambientales, biomédicos y domóticos mediante el desarrollo de sensores ópticos

Contacto:  
Alberto Fernandez Gutierrez  
albertof@ugr.es  
(+34) 958 243 296

Dotación:  
465.668 euros



## Colaboración con el COI para detectar dopantes

La lucha contra el dopaje en las diferentes disciplinas deportivas es uno de los objetivos principales del Comité Olímpico Internacional (COI), al que ha contribuido precisamente Alberto Fernández Gutiérrez con Antonio Segura Carretero. Los investigadores granadinos han ideado un sensor óptico que permite determinar la presencia de propanolol (un betabloqueante que se emplea como dopante en los denominados deportes de precisión, como el automovilismo o el tiro con arco) en la orina. La aportación fundamental de su investigación radica en la precisión de este nuevo sistema, más barato, exacto y sobre todo, más rápido que los que ya existían, ya que detecta la presencia de propanolol en sólo unos minutos, con una precisión de 0,2 microgramos por litro. Los betabloqueantes son medicamentos que regulan el ritmo, deceleran la frecuencia cardíaca y estimulan la atención. Permiten una disminución y mejora del pulso (reduciendo los temblores), y tienen también un efecto antiestrés. Entre sus efectos indeseables se encuentran una sensación de fatiga permanente, descensos de la tensión arterial, calambres musculares, riesgo de depresión psíquica e impotencia sexual en caso de utilización habitual y repetida. Además del propanolol, son también betabloqueantes el acebutonol, alprenolol, atenolol, labetalol, metoprolol, nadolol, oxprenolol y el sotalol. Su consumo está prohibido por el COI en deportes de precisión como ajedrez, automovilismo, billar, bolos, deportes aéreos, deportes de invierno (en saltos freestyle aeriales, half-pipe, snowboard y halfpipe-big air), gimnasia, lucha libre, motociclismo, petanca, pentatlón moderno, tiro con arco, curling y vela

intraoculares capaces de medir oxígeno en líquido ocular de forma continua y a tiempo real durante una operación oftalmológica; y sistemas de detección de argón líquido usado en los detectores de partículas subatómicas (LArTPC). Otras de las utilidades del proyecto es desarrollar sensores sensibles y selectivos para la determinación de contami-

nantes en aguas de consumo humano; y validar sensores para que pueda ser usado por los laboratorios oficiales para hacer cumplir las normativas españolas y europeas de calidad del aire ambiente.

Obtener fases sensoras que puedan ser usadas para la detección prematura de la intoxicación por monóxido de carbono.



# En busca del algoritmo corrector de la presbicia

La presbicia, comúnmente conocida como vista cansada, es una característica de nuestro sistema visual que aparece como consecuencia de la pérdida de elasticidad del cristalino con la edad. Jóvenes investigadores de la Universidad de Granada, bajo la dirección de Rosario González Anera, están diseñando nuevos algoritmos de ablación láser para corregirla de forma no invasiva y poder así prescindir de las conocidas como "gafas de ver". Este Proyecto de Excelencia está dotado con 141.000 euros por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia.

La corrección de la presbicia se consigue utilizando gafas o lentes de contacto. Recientemente han aparecido algunas técnicas quirúrgicas para eliminarla, aunque no todas proporcionan una óptima calidad visual. De los distintos tipos de cirugía ocular, las más fáciles de realizar consisten en modificar la superficie corneal, por ejemplo, mediante un láser. En este último caso, es frecuente la técnica denominada monovisión: un ojo se corrige para que enfoque nítidamente objetos lejanos y el otro se deja ligeramente miope, de forma que consigan una visión equilibrada, aunque no proporciona una buena calidad visual binocular y en algunos casos no es tolerado por los sujetos. Por ello, expertos en Óptica y Optometría de la Universidad de Granada están diseñando nuevos algoritmos de ablación láser para corregir la presbicia.

"Queremos profundizar en el conocimiento de este tipo de cirugía refractiva para poder así mejorar los algoritmos de ablación emplea-

En España existen 21 millones de personas que padecen algún tipo de problema de visión. Según el Libro Blanco de la Visión, el 74% de los españoles sólo acude al oftalmólogo cuando tiene alguna dolencia o problema visual "más o menos grave". Además, se estima que en el mundo se realizarán 5'2 millones de operaciones de cirugía refractiva corneal en 2010.



dos hasta ahora", señala Rosario González Anera, responsable de este Proyecto de Excelencia denominado Desarrollo de nuevos algoritmos de ablación para el tratamiento de la presbicia mediante cirugía refractiva láser y que la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia ha financiado con 141.978 euros.

Los científicos de la UGR están trabajando para encontrar cómo se

Centro:  
Universidad de Granada

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2663

Nombre del proyecto:  
Desarrollo de nuevos algoritmos de ablación para el tratamiento de la presbicia mediante cirugía refractiva láser.

Contacto:  
María Rosario González Anera  
rganera@ugr.es  
(+34) 958 241 913

Dotación:  
141.978 euros

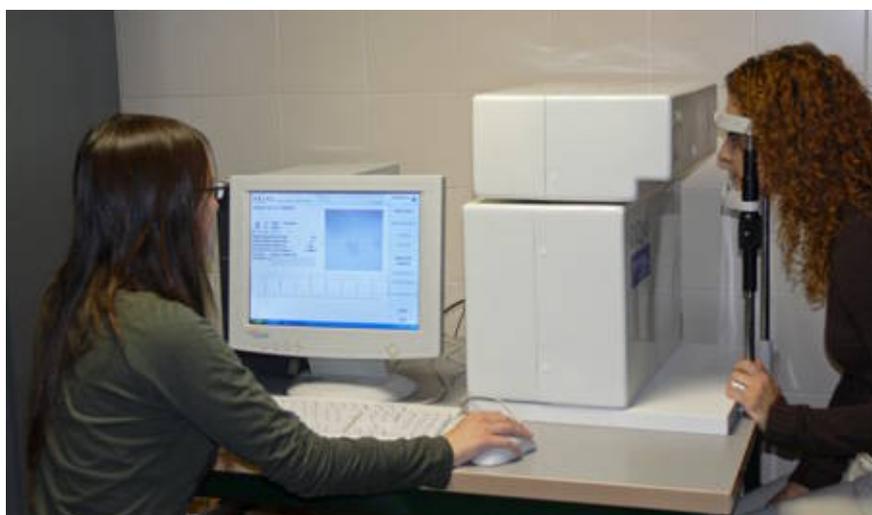
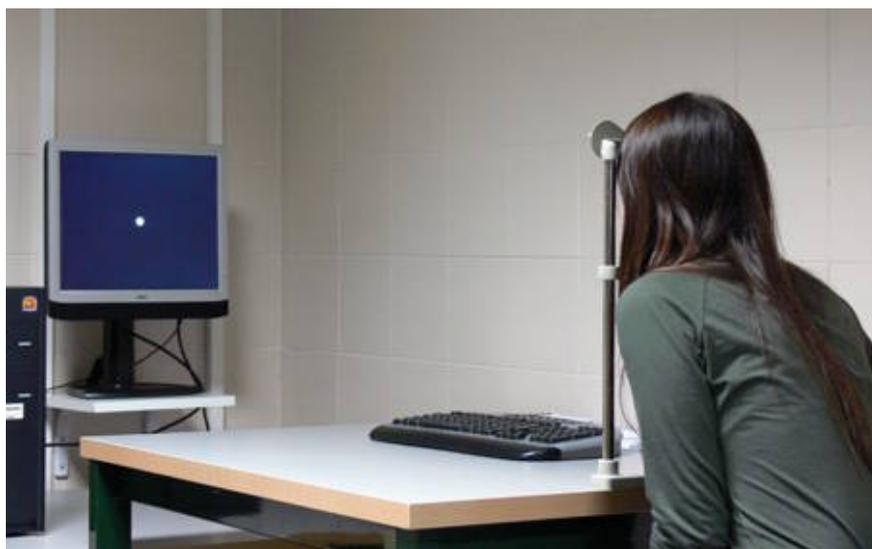
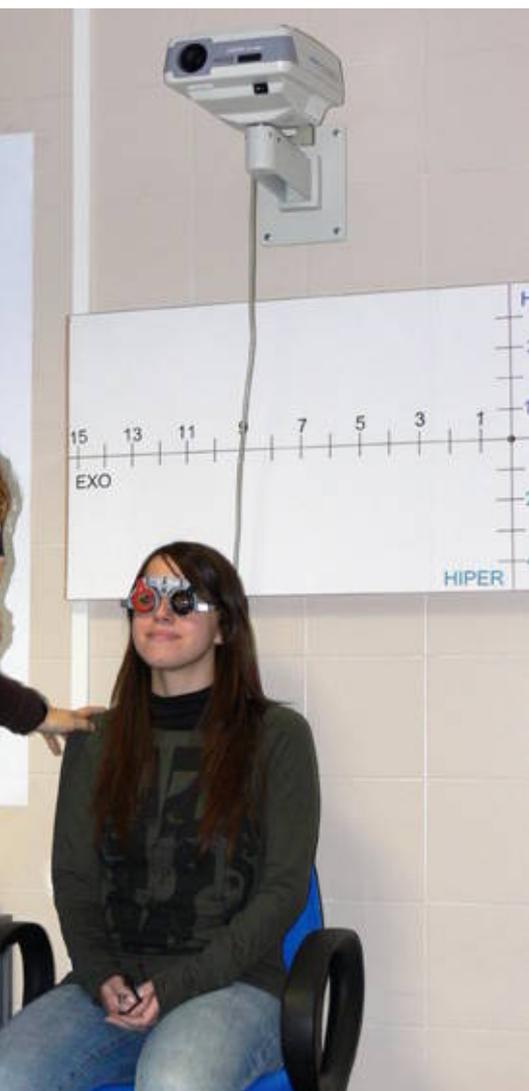
debe modificar la superficie corneal de forma que permita al ojo ver correctamente tanto de lejos como de cerca. “Estamos buscando una forma válida para todos los casos. Sabemos que encontrar este algoritmo para corregir la presbicia es todo un reto y en ello estamos”, asegura esta joven investigadora.

Para validar este tipo de algoritmos aplicables en cirugía refractiva (conocida como *presby-lasik*) y comprobar su eficacia, González y su

## Caracterización de la córnea

Los investigadores de la UGR están trabajando en la caracterización de la forma de la córnea. Tras desarrollar un procedimiento matemático de forma teórica, están realizando pruebas experimentales con 90 córneas, a las que aplican un modelo de representación de la forma corneal más preciso. “Las córneas son diferentes unas de

otras, incluso una misma persona no tiene sus dos córneas iguales. Para medirlas, en los hospitales y las ópticas se utiliza el topógrafo corneal, pero la información que proporciona sobre la forma corneal es estimada”, explica González. “Si vamos a operar la córnea, necesitamos saber con gran precisión cuál es su forma real”.



equipo desarrollan diferentes programas de diseño ópticos y utilizan modelos de ojo. Primero, moldean la córnea y comprueban la calidad óptica tanto para cerca como para lejos. De esta forma, consiguen simular los efectos que la ablación láser tendría sobre la calidad de visión.

Otro de los objetivos de este Proyecto de Excelencia es la caracterización de la función visual completa

de sujetos operados con *presby-lasik* y de sujetos no operados del mismo rango de edad.

Para ello, los investigadores de la UGR están evaluando en ambos grupos la función visual tanto de forma objetiva como de forma subjetiva mediante diversas pruebas: medida de la agudeza visual en diferentes condiciones de iluminación, medida objetiva y subjetiva de error de

refracción, medida de las aberraciones oculares y las aberraciones corneales, medidas de calidad visual y estimación de scattering ocular, medida de la sensibilidad al contraste, medida de cuantificación de halos y pruebas de estereopsis. En todas ellas, los investigadores granadinos han controlado el nivel de luminancia y el tamaño de la pupila del sujeto.



# Tras las ‘huellas dactilares’ del aceite de oliva

El etiquetado de alimentos es un medio de comunicación entre los productores y los consumidores finales y, también, un respaldo a la calidad del producto. Pero, ¿cómo saber si los ingredientes que se detallan en él se corresponden con la realidad? Un equipo integrado por científicos de las Universidades de Almería, Granada y Jaén, trabaja en un Proyecto de Excelencia incentivado con 289.568 euros por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia, para diseñar y desarrollar metodologías analíticas de uso rutinario en laboratorios de calidad con las que verificar el contenido de aceite de oliva en alimentos.



La puesta en valor del oro líquido como un ingrediente básico de la dieta mediterránea ha llevado a este producto a saltar de las listas de alimentos non gratos para la salud a convertirse, con un consumo moderado, en un compuesto funcional para prevenir enfermedades de corazón, aumentar el colesterol “bueno”, y reducir la incidencia de determinados tipos de cáncer como el de mama o colon. Los fabricantes de alimentos no han querido perder el tren que puede suponer convertir estos beneficios para la salud en rentabilidad económica para sus empresas. En la actualidad, es fácil encontrar en los mercados galletas, mantecados, picos de pan, regañás, patatas fritas, salsa de tomate, sopas o conservas de vegetales, entre otros, con esta saludable grasa que los fenicios introdujeron en Andalucía. Los comerciantes quieren marcar su diferencia en el mercado anunciando entre sus ingredientes el zumo del olivo como garante de una calidad añadida. Pero ¿cómo saber si lo que anuncia el fabricante en el etiquetado sobre el contenido de aceite de oliva es cierto? El equipo multidisciplinar dirigido por el profesor de la Universidad de Granada (UGR), Luis Cuadros Rodríguez, trabaja, en el marco del proyecto Qu-Oleo. Cuantificación y control analítico de aceite de oliva en alimentos, para establecer un método analítico que permita comprobar si un alimento tiene entre sus ingredientes el jugo de aceituna y en qué proporción. “Es un proyecto, dice el investigador, en defensa del consu-

midor, porque se buscan métodos de análisis con los que comprobar si las normas de etiquetado se cumplen en lo que se refiere al aceite de oliva”.

Los métodos analíticos se centrarán en estudiar dos familias de compuestos característicos del aceite como son los triglicéridos y los fitoesteroles. “Se trata de establecer las huellas dactilares del aceite de oliva”, afirma Cuadros Rodríguez. Para ello utilizarán tres técnicas que permitirán caracterizar esta huella. La primera es la espectroscopía de infrarrojo, una técnica que puede aplicarse para analizar parámetros de muchos productos. El análisis se consigue colocando una gota de aceite en el espectrofotómetro donde, mediante el uso de luz en la región del infrarrojo cercano, se

El etiquetado de los alimentos en España se encuentra regulado por un Real Decreto de 1999 por el que se aprueba la Norma General de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios, y que incorpora las disposiciones de la legislación comunitaria, según la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. La información obligatoria del etiquetado pasa por la denominación de venta del producto, la lista de ingredientes y su cantidad, fecha de caducidad, condiciones de conservación y utilización, lugar de origen, identificación de la empresa y lote de fabricación.

Centro:  
Universidad de Granada

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2667

Nombre del proyecto:  
Cuantificación y control analítico de aceite de oliva en alimentos (QuOLEO)

Contacto:  
Luis Cuadros Rodríguez  
lcuadros@ugr.es  
(+34) 958 243 296

Dotación:  
289.568 euros



mide la luz reflejada y se usa para calcular el resultado utilizando calibraciones estándar. Las otras dos técnicas son la cromatografía en dos variantes: de líquidos y de gases. Se trata de un método físico de separación cuyo objetivo es analizar los distintos componentes de una mezcla, permitiendo identificar y determinar las cantidades de los componentes. En la variante de gases, es preciso volatilizar la muestra para realizar la analítica.

El estudio implica, además, un tratamiento previo de las muestras, a las que hay que extraerles el aceite para poder aplicar así las técnicas de análisis. Para ello, los investigadores cuentan con un equipo de extracción en el que un disolvente a altas temperaturas y presiones pasa a través del producto y, finalmente, se extrae el aceite al alimento. “La proporción que encontramos en los productos que analizamos es variable. El máximo de aceite de oliva encontrado es de un 10%, generalmente en patatas fritas, pero en productos de panadería, la proporción puede ser inferior al 1%”, afirma Cuadros Rodríguez.



## Patrones de aceite de oliva

El sector del olivar se enfrenta a importantes retos como la necesidad de hacer un esfuerzo para su modernización y profesionalización. La adaptación a las nuevas exigencias tiene que estar asentada en planteamientos estratégicos y en la implementación de actividades relacionadas con la I+D+i y la formación de expertos que proporcione un nexo entre los diferentes agentes empresariales: industria agroalimentaria, empresas de comercialización, promoción y servicios y asociaciones de empresas y agentes sociales, además, por supuesto, de los agentes tecnológicos de I+D+i.

Para que este objetivo se convierta en realidad, es necesario que se comercialice un producto de calidad y que se gane la confianza de los consumidores. Esta confianza descansa en dos pilares, por una parte, en un código de buenas prácticas de los productores y, por otro, en la puesta en marcha de programas de control oficial de la calidad puestos en mar-

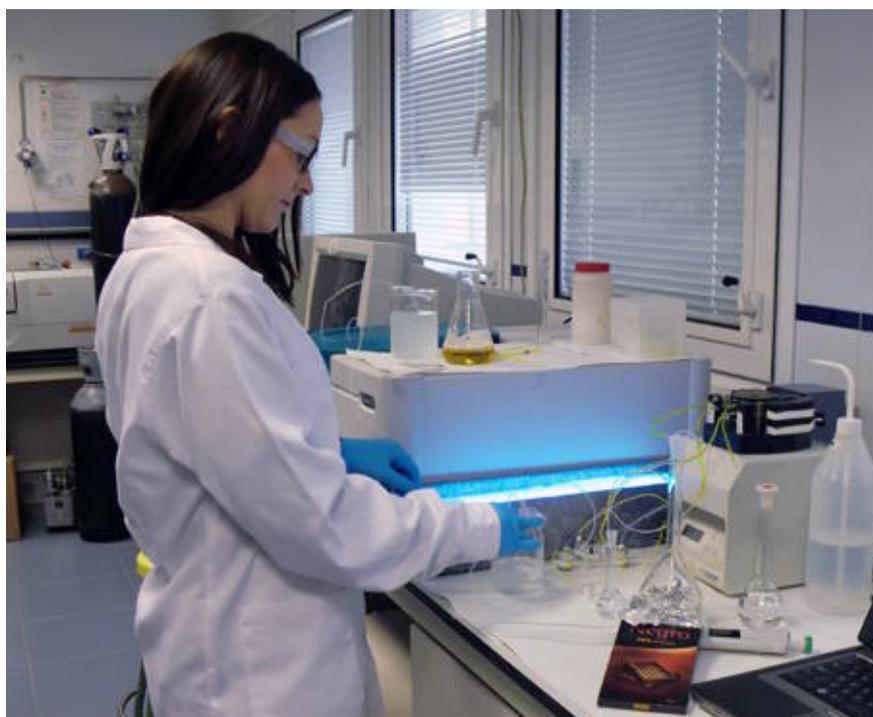
cha por la Administración como garante de las relaciones comerciales entre productores y consumidores. Estos controles requieren, entre otras cosas, la participación de laboratorios de alto nivel que analizan los productos y verifican la veracidad del etiquetado. Para que los resultados sean aceptados, los laboratorios deben disponer de patrones adecuados de los alimentos a controlar.

El grupo de investigación del profesor de la UGR, Luis Cuadros, lleva varios años investigando sobre el desarrollo de patrones de aceite de oliva con características físico-químicas o sensoriales bien definidas. Como resultado de este trabajo se han elaborado una serie de aceites de oliva patrón que se han distribuido gratuitamente entre los laboratorios públicos y privados andaluces que realizan control de calidad del aceite de oliva, en el marco de dos campañas denominadas Inter-Oleo y Sens-Oleo, financiadas por la Consejería de Agricultura y Pesca.



# Sensores automáticos para alimentos y fármacos seguros

¿Son seguros los alimentos que llegan al mercado?; ¿Contienen sustancias beneficiosas o perjudiciales para la salud?; ¿Los fármacos están compuestos por lo que indica su prospecto? Preguntas como éstas tienen respuesta gracias al trabajo del equipo de investigadores que dirige el profesor de la Universidad de Jaén (UJA), Antonio Ruiz Medina. Su proyecto "Sensores espectroscópicos en flujo: nuevos retos y avances tecnológicos", catalogado de excelencia por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia e incentivado con 245.100 euros, desarrolla dispositivos químicos capaces de determinar cualitativa y cuantitativamente la composición molecular de diferentes sustancias.



Centro:  
Universidad de Jaén

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2673

Nombre del proyecto:  
Sensores espectroscópicos  
en flujo: Nuevos retos y  
avances tecnológicos.

Contacto:  
Antonio Ruiz Medina  
anruiz@ujaen.es

Dotación:  
245.100 euros

Los sensores utilizados en química analítica nada tienen que ver con los que activan una luz cuando detectan movimiento o los que abren las puertas de un edificio o ascensor. Esta tecnología tiene un tamaño mayor y está dirigida al control de calidad de alimentos, fármacos y medio ambiente. Así lo han concebido en el grupo de investigación Innovaciones en Análisis Químico de la Universidad de Jaén en el marco de un Proyecto de Excelencia. "Desarrollamos métodos automáticos, con una mínima intervención humana, y económicos que nos permitan encontrar una determinada molécula", afirma el responsable de la investigación, Antonio Ruiz Medina.

El proceso de búsqueda de cualquier molécula empieza con la preparación de la muestra a analizar. Ésta debe estar en estado líquido, por lo que si se trata de un sólido hay que cambiarle su estado disolviéndolo con ácidos o bases. Posteriormente, la muestra es aspirada por una bomba y depositada en la zona sensora: una célula de flujo (cubeta) en cuyo interior se han introducido previamente unas partículas, resinas, que retienen, única y exclusivamente, la molécula que los investigadores estén buscando.

Una vez que los analitos son aislados, se procede a medir su propiedad química, es decir, lo que ocurre en su interior a nivel químico, y la información pasa a un ordenador que



indica si ha detectado su presencia (análisis cualitativo) y en qué cantidad (análisis cuantitativo). “Con este análisis podemos establecer, por ejemplo, si un paracetamol contiene los 500 miligramos de principio activo que indica el fabricante”, afirma Ruiz Medina.

Para medir la propiedad química de las sustancias, el equipo de investigadores de la UJA utiliza como técnica de detección la luminiscencia y, dentro de ésta, la aplicación de más uso es la fluorescencia. “Se hace llegar luz a la molécula, ésta se excita y emite una longitud de onda diferente a la que le proyectaste”, explica el investigador.

El resultado son sensores muy sensibles, selectivos y ecológicos: “permiten determinar la menor concentración posible de la sustancia que se analiza, que otras sustancias no interfieran o contaminen este proceso y que utilicen disolventes no orgánicos para que los desechos no sean tóxicos”, asegura Ruiz Medina. El factor ecológico viene determinado por la menor generación de

residuos y por el bajo consumo de muestra y reactivos.

Con esta metodología se consigue, además, una total automatización del análisis y se evita el contacto manual y la posible contaminación de la muestra con sustancias ajenas a ésta. Otra de sus ventajas es que el sensor es reutilizable. La zona sensora puede ser regenerada y quedar lista para el siguiente análisis tras la medida del analito.

La luminiscencia molecular consiste en la capacidad de ciertas sustancias de emitir luz cuando, después de excitarse a un nivel electrónico superior, vuelve al estado fundamental. Este fenómeno ha dado lugar a diversas técnicas analíticas entre las que se encuentran la fluorescencia, opción elegida por el departamento de Química Física y Analítica de la UJA para sus investigaciones en el campo de los sensores.

Considerando la naturaleza y complejidad de las muestras reales que se analizan en las diferentes áreas de estudio, se utilizan técnicas de tratamiento previo rápidas y fiables, como, por ejemplo, separaciones, fraccionamiento o preconcentración, que permitan automatización. Así, por ejemplo, en el caso de análisis de pesticidas en aguas o suelos implicaría la extracción previa de éstos con extracción en fase sólida de forma automática, si es posible. Por tanto, el desarrollo de los sensores abarca también una me-

Otra alternativa es el uso de la fluorescencia inducida fotoquímicamente. Consistente en someter a la muestra a analizar a radiación ultravioleta, mediante una lámpara germicida, lo que produce una fotodegradación de la molécula que se busca y la generación de un foto-producto altamente fluorescente. Es decir, la sustancia, tras su exposición a la luz, proyecta una luminiscencia de un color diferente que la identifica a los ojos de los investigadores.

## Detectando resveratrol en cerveza y chocolate

Una de las aplicaciones de las técnicas desarrolladas por este equipo de investigadores ha permitido determinar la presencia del compuesto resveratrol en la cerveza y el chocolate. Hasta el momento, escasos estudios apuntaban la presencia de esta sustancia en ambos alimentos. Sin embargo, desde el departamento de Química Física y Analítica de la UJA no sólo han constatado su presencia sino que también han determinado su concentración.

En el caso de la cerveza, el resveratrol proviene de las flores de una planta denominada lúpulo que, añadida durante el proceso de su elaboración, le confieren el aroma y su sabor amargo característicos. Los investigadores de la UJA han medido la cantidad de esta sustancia en distintos tipos de cerveza. El compues-

to varía de los 4.1 hasta los 14.1 microgramos por litro entre las cervezas de baja y alta fermentación. Tampoco existen muchos estudios sobre la presencia de resveratrol en el chocolate negro. En este alimento, se encuentra fundamentalmente en forma de glucósido, denominada piceíbo. El método para determinar la presencia de esta sustancia, tanto en el chocolate como en la cerveza, es muy similar. Se lleva a cabo con un sensor específico que detecta la presencia de la molécula buscada y su cantidad mediante un proceso basado en la medida de la fluorescencia generada a partir de este compuesto. Una técnica espectroscópica cuya instrumentación es más sencilla y menos costosa que las cromatográficas, habitualmente usada para la detección de sustancias como el resveratrol.

jora en los procesos de tratamiento previo de las muestras.

Las aplicaciones de este trabajo de investigación están enfocadas a los campos de la farmacología, agroalimentación y medio ambiente. En el primero, sirve como control de calidad en la composición de los medicamentos porque permite establecer si éstos tienen la cantidad de principio activo que indica el fabricante y cómo se absorben y/o eliminan por los pacientes.

En el ámbito medioambiental, los métodos que desarrolla la UJA buscan pesticidas en aguas residuales y suelos. Por último, en alimentación, se buscan, por una parte, aditivos contaminantes como, por ejemplo, el bisfenol A, utilizado en la fabricación de plásticos y altamente tóxico y cancerígeno, o sustancias con propiedades beneficiosas como el resveratrol.

# Materiales respetuosos con el medio ambiente

El grupo de investigación en "Carbohidratos y Polímeros" del departamento de Química Orgánica y Farmacéutica de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla que dirige Juan Antonio Galbis Pérez estudia la preparación de nuevos polímeros a partir de materias primas renovables, como son los azúcares, más respetuosos con el entorno que las materias primas tradicionales obtenidas a partir del petróleo. Esta investigación está financiada con 141.725 euros por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía.



Los polímeros son macromoléculas formadas mediante la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeros. Hoy en día, el uso masivo de materiales poliméricos, como los plásticos, ha creado un importante problema medioambiental en la sociedad. Mares convertidos en vertederos, en los que la vida no puede convivir con los residuos humanos, residuos que, además, no son biodegradables y se mantienen cientos de años en el medio ambiente. Millones de bolsas de plástico y envases de alimentos inundan vertederos, pero también playas, mares y bosques, sin que puedan ser absorbidos por el medio ambiente. En Andalucía, una comunidad con cientos

de kilómetros de costa, el problema es especialmente grave. Concienciar en el reciclaje a la población no es suficiente, urgen otras soluciones, que complementen a un tratamiento responsable de los residuos.

El grupo de investigación de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla que dirige Juan Antonio Galbis Pérez estudia la obtención de polímeros degradables, a partir de monómeros derivados de azúcares. Éstos tienen varias ventajas con respecto a los monómeros industriales. Son muy abundantes en la naturaleza, tienen un precio muy económico y proceden de la biomasa constituyendo, por lo tanto, materias primas renovables.

Centro:  
Universidad de Sevilla

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2684

Nombre del proyecto:  
Polímeros sintéticos  
biodegradables para  
aplicaciones en  
biomedicina y farmacia

Contacto:  
Juan Antonio Galbis Perez  
jgalbis@us.es

Dotación:  
141.725 euros



Los polímeros son compuestos químicos, naturales o sintéticos, formados por polimerización de moléculas más pequeñas denominadas monómeros, y que generan unidades estructurales repetidas un gran número de veces dando lugar a una macromolécula. La investigación de los científicos andaluces pretende la obtención de polímeros biodegradables mediante la polimerización de nuevos monómeros obtenidos a partir de materias primas renovables.

¿Por qué permanecen en el medio ambiente los polímeros sintéticos tradicionales? Porque estos plásticos, como el polietileno, poliestireno, poliamidas, poliésteres aromáticos, etc. no son biodegradables. Al modificar su constitución química utilizando monómeros más hidrofílicos, obtenidos a partir de azúcares, los científicos pretenden que estos materiales no permanezcan cientos de años contaminando el medio ambiente.

## Modificando estructuras

En los últimos años, los investigadores muestran un interés creciente por los polímeros sintéticos obtenidos a partir de monómeros basados en azúcares. Esto se debe a la gran abundancia de esta materia prima, su diversidad estructural, su múltiple funcionalidad, su inocuidad para la salud humana, y la hidrofilia de los materiales resultantes que asegura una mayor degradabilidad. Por otra parte, su impacto medioambiental es menor que el de los polímeros clásicos. Estos polímeros se comportarán de manera distinta en función de su estructura, entendiendo ésta en un sentido amplio que abarca desde la estructura química hasta los ensamblajes de sus moléculas. Mientras que algunas propiedades (solubilidad, de-

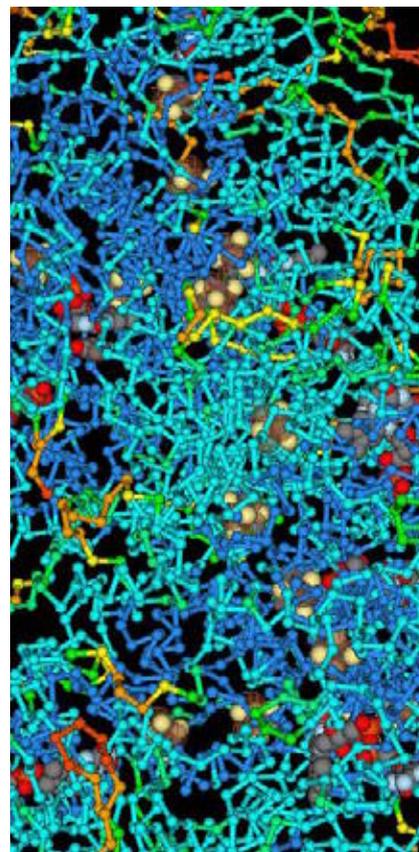
gradabilidad) están más directamente asociadas a la constitución química del polímero, otras propiedades dependen de la estructura cristalina y supramolecular presente.

La constitución química y la microestructura son características inherentes del polímero que se deciden en el proceso de síntesis, pero la estructura cristalina y supramolecular son manifestaciones que no sólo dependen de la estructura química sino también de la forma en que el material es procesado. “La modificación de la estructura mediante procesamiento ofrece posibilidades adicionales para conseguir el comportamiento deseado y justifican el esfuerzo que se hace en el análisis estructural que se acomete en este proyecto”, adelanta Galbis.

“Los polímeros tecnológicos, de los que se hace un uso extensivo actualmente, tienen baja hidrofilia y una alta resistencia a la degradación de la cadena polimérica. Pero los polímeros análogos obtenidos a partir de monómeros basados en azúcares, resultan más hidrofílicos y degradables hidrolíticamente, evitando los problemas de permanencia en el medio de estos materiales”, asegura Galbis.

Los expertos persiguen obtener así polímeros sintéticos que imitan, en cierto modo, la estructura y función de los biopolímeros. “La incorporación de unidades derivadas de azúcares en polímeros de condensación tradicionales como poliamidas, poliésteres y poliuretanos, se contempla como una aproximación interesante a la preparación de nuevos materiales biodegradables y biocompatibles”, adelanta el investigador.

Los investigadores vaticinan que estos nuevos polímeros, donde las fronteras entre los materiales naturales y los artificiales son cada vez más difusas, cuentan con utilidad en aplicaciones biomédicas y en otros sectores como el del empaquetado de alimentos.



El investigador destaca la necesidad económica de nuevos desarrollos en materiales respetuosos con el medio ambiente. “En España no se producen biomateriales poliméricos sino que sólo se realiza la transformación del material importado. Por ello, la compra exterior alcanza los 15 millones de euros anuales. Cifras como la inversión anual de la Seguridad Social en España que gasta en prótesis biomédicas una de las mayores partidas de su presupuesto justifican nuestros ensayos”, argumenta Galbis.

El desarrollo de nuevos polímeros biodegradables derivados de azúcares abre una nueva oferta de materiales biodegradables de obtención limpia, no tóxicos y de potencial utilización no sólo en biomedicina, sino también en el envasado farmacológico y en el empaquetado no apto para reciclaje por su difícil recuperación.

En el ámbito de la salud, los estudios de liberación controlada de fármacos haciendo uso de estos polímeros suponen una contribución al diseño de materiales biodegradables nanoestructurados capaces de actuar mediante mecanismos moleculares controlados.



# El lado más ecológico del mundo de la Química

Desde hace una década, la Química Orgánica apuesta por un desarrollo más verde. Se trata de producir sin contaminar. En este sentido trabajan investigadores de la Universidad de Córdoba liderados por el catedrático José María Marinas Rubio, quienes someterán a estudio diferentes tipos de catálisis con la finalidad de obtener materiales respetuosos con el Medio Ambiente que, además, permitan remediar los efectos causados hasta el momento. Asimismo, los aplicarán a procesos químicos de sectores como el

petroquímico, el farmacéutico o la agricultura. Estas investigaciones se enmarcan en el Proyecto de Excelencia denominado Catálisis y Fotocatálisis Heterogéneas aplicadas a la Química Sostenible (Química Verde), al que la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia ha concedido 200.000 euros.

La Química afronta hoy día un nuevo desafío: la contaminación ambiental. Compuestos químicos procedentes de la industria, del campo -como los pesticidas-, los hidrocarburos producidos por los medios de transporte... son algunos de los responsables de la destrucción progresiva de la atmósfera. Pero el aire no es el único perjudicado; los suelos y el mar también se ven agredidos por esta situación.

Buenas prácticas y consejos para conservar el planeta ya no son suficientes y deben entrar en juego otros procesos para mitigar los efectos de la contaminación ambiental. De ahí que en los años 90 surgiera la Química Sostenible, también denominada Química Verde, y basada en doce principios fundamentales. Sin embargo, para algunos autores, los conceptos Química Verde y Química Sostenible, no son iguales.

De los 12 Principios de la Química Verde, el 9º se refiere, específicamente, a la Catálisis, parte de las Ciencias Experimentales sobre la que investiga un grupo de científicos de la Universidad de Córdoba con la finalidad de aplicarla a la obtención de materiales respetuosos con el Medio Ambiente y que, además, permite remediar los efectos causados hasta el momento.

Esta novena regla afirma que “los reactivos y procesos catalizados (tan selectivos como sea posible) son preferibles a los estequiométricos”. “La Química Verde postula el desa-

rollo de una química que prescindiera de todo riesgo de contaminación ambiental o que ésta quede reducida al mínimo. El concepto Química Sostenible relaciona además ecoeficiencia, crecimiento económico y calidad de vida en términos de un análisis coste/beneficios”, expone José María Marinas, catedrático de Química Orgánica de la UCO.

Por este motivo, los investigadores cordobeses sintetizarán y caracterizarán una serie de materiales sólidos benévolos con el medio ambiente, que serán utilizables como catalizadores y fotocatalizadores heterogéneos aplicables en procesos químicos así como en la descontaminación ambiental.

Entre estos catalizadores se encuentra una pléyade de compuestos sólidos que van desde los convencionales, como la alúmina, sílice, fosfatos de aluminio y otros fosfatos metálicos, etc., a otros de última generación como los denominados zeolitas y zeotipos, dióxidos de titanio modificados, compuestos organometálicos soportados o enzimas inmovilizadas, como lipasas. Todos estos compuestos y sistemas se enmarcan en el campo de la Nanoquímica y la Nanotecnología.

Estos materiales se aplicarán a reacciones químicas de interés industrial que, a su vez, no contaminen el Medio Ambiente. “Para ello será preciso intentar modificar procesos químicos que, en la actualidad, son contaminantes. Entre ellos



Centro:  
Universidad de Córdoba

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2695

Nombre del proyecto:  
Catálisis y fotocatalisis heterogéneas aplicadas heterogéneas aplicadas a la química sostenible (Química Verde)

Contacto:  
Jose Maria Marinas Rubio  
qo1maruj@uco.es  
(+34) 957 218 622

Dotación:  
200.000 euros



se encuentran la hidrogenación de compuestos orgánicos mediante el proceso conocido como hidrogenación catalizada por transferencia de hidrógeno, en el que se utiliza un compuesto que origina hidrógeno cuando otro se lo solicita. Se evita así la peligrosidad del hidrógeno libre y se reproducen procesos biomiméticos, es decir, que tienen lugar en los seres vivos”, advierte Marinas. Fuera del laboratorio, estos materiales tendrán otros usos. Uno de ellos es la obtención de biodiésel, empleando como catalizadores, fundamentalmente, enzimas lipasas y lipasas soportadas, que realizarán el proceso de transesterificación (con metanol) de triglicéridos. También se utilizarán en agricultura, puesto que “los materiales, convenientemente elegidos, se utilizarán en la destrucción de plaguicidas”, señala el responsable de este Proyecto de Excelencia denominado Catálisis y Fotocatálisis Heterogéneas aplicadas a la Química Sostenible (Química Verde) y al que la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia ha

## Disciplina beneficiosa para el medio ambiente

La Química Verde se ocupa del diseño de productos y procesos químicos que reducen o eliminan el uso y producción de sustancias peligrosas. Desde su concepción y definitivo impulso, en torno a 1991, ha crecido a nivel internacional como un enfoque especial en la Química: prevenir o minimizar la contaminación desde su origen, tanto a escala industrial como en los laboratorios de investigación o de carácter docente. En los diez últimos años, se han creado organismos, redes, instituciones, revistas y programas educativos relacionados con la Química Verde.

concedido 200.000 euros. Además de prevenir la contaminación, los investigadores de la UCO tratarán de descontaminar lo ya contaminado. “Mediante Catálisis y Fotocatálisis Heterogéneas, es decir, aplicando materiales sólidos, destruiremos compuestos y materiales que ya están contaminando la atmósfera, aguas y el Medio Ambiente, en general. De esta forma, nuestros descendientes no se verán condicionados por acciones que, momentáneamente, parece han mejorado nuestra existencia, pero que han comprometido, gravemente, En este sentido, parte de este grupo de expertos trabaja además en el diseño de una base de datos con información química que permitirá diferenciar la procedencia de los aceites de oliva virgen andaluces.

Para la elaboración de la base de datos, los expertos aplicarán distintas técnicas químicas que permitan contar con un perfil exclusivo de cada aceite, en el que se especifique su variedad, a qué zona pertenece, cuál es su procedencia.

# Las matemáticas de la superresolución y crecimiento

La profesora de la Universidad de Granada Aurora Hermoso Carazo dirige un proyecto de investigación de excelencia cuyos resultados podrían aplicarse a problemas de modelización de crecimiento de poblaciones y a la superresolución de imágenes y vídeo. La Consejería de Economía, Innovación y Ciencia ha incentivado el proyecto con 59.000 euros para su desarrollo.



Centro:  
Universidad de Granada

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2701

Nombre del proyecto:  
Técnicas de estimación en sistemas estocásticos lineales y no lineales. Aplicación a modelos de crecimiento de poblaciones y a la superresolución de imágenes

Contacto:  
Aurora Hermoso Carazo  
ahermoso@ugr.es  
(+34) 958 243 389

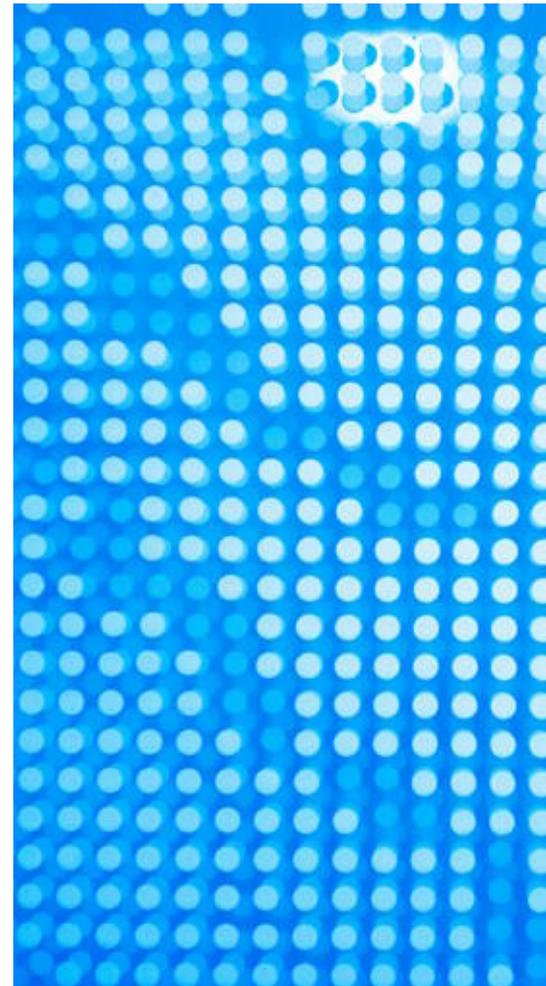
Dotación:  
59.000 euros

La profesora de la Universidad de Granada Aurora Hermoso dirige el Proyecto de Excelencia *Técnicas de estimación en sistemas estocásticos lineales y no lineales. Aplicación a modelos de crecimiento de poblaciones y a la super-resolución de imágenes*, incentivado con 59.000 euros por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia. Se enmarca en el área de la teoría de sistemas dinámicos. Además de lograr un avance teórico, la investigación tendría aplicaciones en campos tan dispares como los modelos de crecimiento de poblaciones y los problemas de superresolución de imágenes y vídeo.

El objetivo de la teoría de sistemas dinámicos es estudiar la evolución que experimenta a través del tiempo cualquier sistema físico sometido a la influencia de diversos factores que actúan externa o internamente sobre el mismo.

“En la mayoría de situaciones reales, los factores que influyen en la evolución de los sistemas físicos

El problema de estimación de señales estocásticas es potencialmente aplicable a cualquier rama de la ciencia que utilice una modelización matemática para describir sus sistemas. La amplia diversidad de aplicaciones de la teoría de estimación de señales en distintos campos de la ciencia, como ingeniería, economía, meteorología o ciencias ambientales, y la aparición sistemática de nuevos problemas prácticos en el desarrollo de estas materias, ha dado lugar a un enorme y continuo desarrollo de esta teoría.



objeto de estudio tienen un carácter aleatorio, por lo que su comportamiento a lo largo del tiempo también lo es, siendo imposible determinarlo con exactitud. Este tipo de sistemas se denominan estocásticos, y el análisis de su comportamiento se realiza mediante técnicas estadísticas de estimación”, indica la profesora Hermoso.

Podemos imaginar un sistema como una caja negra en la que, a partir de una serie de entradas se generan unas salidas. “Por ejemplo, el conjunto de componentes



que generan una señal de televisión, desde su emisión y transmisión hasta la recepción por el descodificador que produce la salida que percibimos; en todo este proceso, intervienen multitud de factores, e incluso puede haber interferencias que ocasionen que la calidad de la señal percibida por el televidente no pueda predecirse con exactitud”, explica la responsable del estudio.

Normalmente, las medidas u observaciones del estado del sistema no son exactas, y se describen incluyendo el término ruido, que especifica la diferencia entre el verdadero valor del estado (el que debería observarse teóricamente) y el realmente observado. “De manera general, el problema que se plantea es filtrar el ruido con el fin de obtener una descripción aproximada del estado del

Además del ruido, hay que considerar también que las observaciones que se emplean en la estimación pueden estar sujetas a otro tipo de errores, que pueden estar causados por el propio mecanismo de medida o por el mecanismo de transmisión de las observaciones al centro de procesamiento en el que se realiza la estimación.

“En este proyecto nos centramos en la estimación a partir de obser-

## Aplicaciones a casos reales

Un objetivo de este proyecto es avanzar en la teoría general de sistemas estocásticos. Además, sus resultados podrán tener aplicaciones en campos como los modelos de crecimiento de poblaciones y los problemas de superresolución de imágenes y vídeo.

Los problemas de estimación en sistemas estocásticos, a partir de observaciones afectadas por incertidumbre o retraso aleatorio, son muy frecuentes en aplicaciones en ingeniería, como en el rastreo de trayectorias (pérdidas puntuales de la trayectoria del móvil que se está rastreando), en sistemas de comunicación (retardos por congestión en las redes), o en restauración de imágenes, donde la imagen deteriorada se modeliza como la real, afectada por términos de ruido con los que se intenta describir, por ejemplo, emborronamientos.

En cuanto a la modelización de fe-

nómenos de crecimiento se han obtenido resultados que han sido aplicados con éxito a casos reales, incluyendo estudios sobre emisiones de  $\text{CO}_2$ , de difusión de nutrientes en ciertas plantaciones, de parques de vehículos, de consumo de productos energéticos, etc.

En general, los estudios proponen y analizan modelos teóricos que presumiblemente se adaptan a fenómenos de distinta naturaleza, y contrastan con datos reales si, efectivamente, un modelo particular se ajusta bien a un fenómeno concreto. “Por ejemplo, se ha propuesto un modelo general para describir la emisión global de  $\text{CO}_2$  y PIB en España que, aplicado a los datos reales de tales variables registrados durante los años 1986 a 2003, ha mostrado una gran efectividad para predecir la tendencia de dichas variables, así como su relación”, señala Aurora Hermoso.

Para estimar un sistema estocástico hay que realizar su modelización matemática, algo que incluye la definición de las variables de estado y de las variables de salida. Especificadas estas variables, la modelización consiste en establecer ecuaciones matemáticas para explicar las relaciones físicas entre las variables de estado y las observaciones. Entonces se plantea el problema de estimar el estado a partir de las observaciones disponibles, con objeto de determinar, con la mayor precisión posible, su evolución en el tiempo.

sistema en cualquier instante de tiempo”, indica la responsable del estudio.

Concretamente, el problema de estimación considerado en este proyecto consiste en obtener algoritmos que, procesando secuencialmente las observaciones obtenidas en cada instante de tiempo, permitan aproximar el estado real en cualquier momento, a partir del conjunto de observaciones ruidosas disponibles hasta entonces. Esto se realiza en base a la descripción matemática del sistema.

vaciones sujetas a fallos aleatorios que, en cada instante de tiempo, pueden producir incertidumbre (motivada porque la observación en dicho instante puede no contener la información requerida sobre el estado, sino consistir sólo en ruido) o retraso en la llegada de la observación, impidiendo su procesamiento en tiempo real”, aclara la profesora Hermoso, que indica: “Por ejemplo, en señales radiofónicas o televisivas, o en conversaciones telefónicas, pérdidas momentáneas de señal o retardos en la comunicación”.

# Luz para provocar la ruptura del hidrógeno

Científicos de la Universidad de Cádiz (UCA) aplicarán energía luminosa para intentar separar los dos átomos de hidrógeno que forman la molécula de dihidrógeno. De esta forma, conseguirían manipular una de la más pequeñas e importantes de las moléculas utilizadas en Química. El proyecto *Generación fotoquímica de protones y activación de hidrógeno* ha recibido un incentivo de 334.065 euros por parte de la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia.



Centro:  
Universidad de Cádiz

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2734

Nombre del proyecto:  
Generación fotoquímica  
de protones y activación  
de hidrógeno

Contacto:  
Manuel Garcia Basallote  
manuel.basallote@uca.es  
(+34) 956 016 303

Dotación:  
334.065 euros



La molécula de hidrógeno ( $H_2$ , dihidrógeno) es una de las más pequeñas que se utilizan en Química. Sin embargo, su minúsculo tamaño es inversamente proporcional a su importancia, ya que son múltiples sus aplicaciones en laboratorio e industriales, sobre todo en los sectores químicos y petroquímicos: como portador

de energía, para refinar combustibles fósiles, etc. Este gas, que a temperatura ambiente es incoloro, inodoro y altamente inflamable, entraña además una dificultad debido a que su aprovechamiento está muy condicionado por la fuerte unión que existe entre los dos átomos de hidrógeno que forman esta molécula.

Para poder trabajar con esta molécula, controlando su reactividad, primero hay que romper este “fuerte” enlace, un reto en el que investigadores del departamento de Química de la Universidad de Cádiz, coordinados por el catedrático Manuel García Basallote, están trabajando desde hace dos años.

En concreto, estos expertos en Química han optado por emplear luz como fuente de energía para activar

activación de hidrógeno e incentivado por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia con 334.065 euros. “La utilización de la energía luminosa para la realización de procesos físicos o químicos útiles es una contribución significativa para reducir los problemas medioambientales asociados a la utilización de otras fuentes energéticas. Y el hidrógeno es otra de las alternativas más prometedoras desde el punto

algunos de los problemas más importantes que afronta la sociedad actual”, subraya Manuel García Basallote.

En este proyecto, los científicos de la UCA estudiarán el comportamiento de diferentes compuestos -todos ellos conteniendo metales como hierro y rutenio -, bajo los efectos de la luz durante un periodo de tiempo ínfimo, equivalente a unos 5 nanosegundos. Estos expe-



El hidrógeno es el elemento más ligero y el más abundante del universo. Desde 1783 hasta cerca de 1945 se utilizó para llenar dirigibles, pese a su gran inflamabilidad ya que arde desprendiendo gran cantidad de calor y formando agua. Además, es el combustible de las estrellas similares al Sol.

el proceso de transferencia protónica, de manera que los dos átomos que forman la molécula se separan como dos fragmentos cargados, uno positivamente (el protón) y otro negativamente (hidruro).

Ésta es la novedad de este trabajo científico, que se enmarca en el Proyecto de Excelencia titulado Generación fotoquímica de protones y

de vista energético y medioambiental, tanto como medio eficiente y limpio de almacenamiento de la energía como para la realización de reacciones de interés en la industria química.

Por lo tanto, a pesar del carácter de investigación básica del proyecto, pretendemos abrir nuevas vías de estudio que ayuden a resolver

rimentos permitirán a los investigadores ver la respuesta de la molécula ante esta situación, es decir, examinar qué consecuencias se producen en el hidrógeno tras exponerse a la luz.

“Hemos empleado un láser de luz que permite cambiar su longitud de onda, de manera que puedan estudiarse las transformaciones que sufren el dihidrógeno y el resto del compuesto en función del color de la luz empleada. Una vez sepamos cómo reacciona el hidrógeno, podrá sustituirse la luz artificial por energía solar y comprobarse su respuesta”, señala García Basallote.

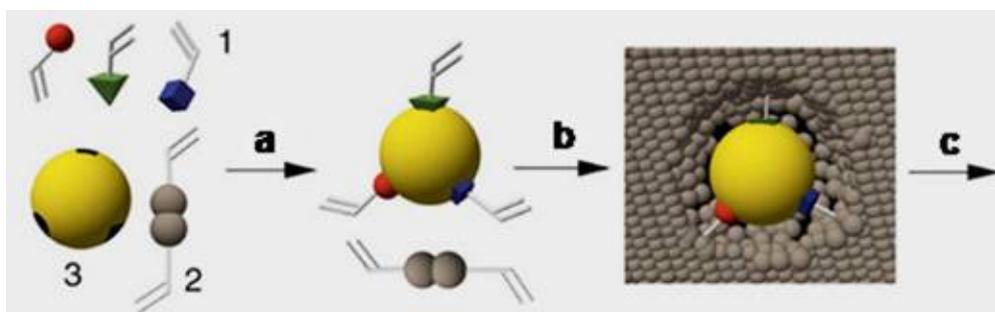
Aunque la introducción de la energía luminosa en estos procesos es una novedad de este proyecto, el grupo de investigación que desarrolla el Proyecto de Excelencia lleva doce años trabajando en las reacciones de transferencia protónica que implican al dihidrógeno unido a metales. Esos trabajos se han llevado a cabo en el marco de distintos proyectos de investigación financiados por el Ministerio de Educación y de Innovación y Ciencia.



# Sensores ópticos para detectar contaminantes

Los incendios, los gases de los coches o los alimentos que se hacen en la barbacoa, en definitiva, cualquier proceso de combustión de materia orgánica provoca la aparición de ciertos hidrocarburos altamente contaminantes que van a parar al agua destinada al consumo humano. A esto hay que sumarle los productos tóxicos procedentes de filtraciones y fugas, normalmente de combustibles, que van penetrando en los acuíferos hasta contaminar ríos y pozos. Desarrollar un sistema de detección de la presencia de

estas sustancias en el agua, algunas de ellas cancerígenas y mutagénicas, es el objetivo principal del proyecto de investigación llevado a cabo por el departamento de Química Analítica de la Universidad de Granada, incentivado por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia, con 158.000 euros.



Actualmente, uno de los grandes problemas que tienen los laboratorios de control de calidad de agua es que el proceso de recogida de muestras en los puntos de suministro y su posterior traslado para ser analizadas resulta complicado, laborioso y caro. Simplificar este proceso a partir del diseño de un sistema óptico que permita detectar, in situ, la presencia o no de contaminantes en un pozo, lago o río, es uno de los objetivos del proyecto denominado *Nuevos materiales nanoestructurados basados en polímeros de impronta molecular de polaridad ajustable para el desarrollo de fases sensoras ópticas: Estudios teóricos y prácticos* del departamento de Química Analítica de la Universidad de Granada. Bajo este título se engloban los trabajos de investigación de un grupo de científicos granadinos destinados a desarrollar una técnica específica para detectar dos grupos de sustancias de gran impacto ambiental que son: los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs), producidos por la combustión de materia orgánica, y los conocidos como BTEX (benceno,

tolueno, etilbenceno y xilenos), presentes en los combustibles.

“Hay muchos caminos que se pueden seguir para detectar contaminantes -indica Jorge Fernández, responsable del estudio- nosotros hemos decidido abordarlo utilizando sensores ópticos que nos permiten captar los cambios que se produce en las propiedades ópticas de un material”. Esta alteración de sus características ópticas puede relacionarse con la presencia y con la concentración de productos tóxicos. Los investigadores buscan ir más allá. El sensor utilizado ha de ser capaz de identificar únicamente los componentes pertenecientes a la familia de los hidrocarburos aromáticos y de los BTEX. Como apunta el profesor Fernández, “el dispositivo tiene que ser selectivo al analito, al componente que estamos buscando. Uno de los materiales que ofrece una sensibilidad elevada y una selectividad adecuada son los polímeros de impronta molecular, los MIPs”.

Y son estos polímeros, los protagonistas principales de este proyecto. Un polímero de impronta molecular

Centro:  
Universidad de Granada

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2738

Nombre del proyecto:  
Nuevos materiales nanoestructurados basados en polímeros de impronta molecular de polaridad ajustable para el desarrollo de fases sensoras ópticas:  
Estudios teóricos y prácticos

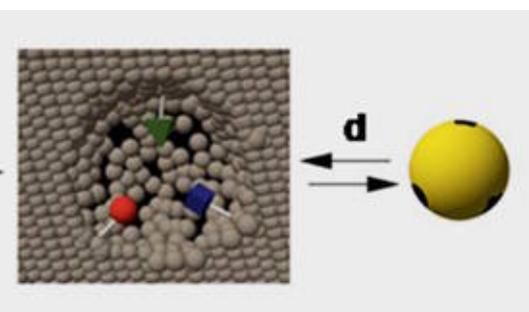
Contacto:  
Jorge Fernando  
Fernandez Sanchez  
jffernan@ugr.es

Dotación:  
158.000 euros



es un “plástico” que ha sido sintetizado artificialmente en el laboratorio en presencia de una molécula molde. Son materiales biomiméticos que reproducen de un modo básico el mecanismo de reconocimiento de los sistemas biológicos (hormona-receptor, enzima-sustrato, antígeno-anticuerpo), por lo que se han propuesto, en los últimos años, como candidatos para sustituir a las biomoléculas como elementos de reconocimiento en la elaboración de sensores.

La consecución de este proyecto permitirá pasar del pensamiento actual en que los MIPs son elaborados por intuición y/o por ensayo-error,



a disponer de datos, ecuaciones matemáticas y una herramienta informática que facilite, simplifique y abarate el proceso de elaboración de esta familia de polímeros. Para Jorge Fernández ésta es de las principales novedades de esta investigación, “el

Dentro de la industria de la alimentación, los polímeros de impronta molecular están resultados muy eficaces en los controles de calidad. Los MIPs son utilizados por su capacidad para “atrapar” los agentes que provocan el deterioro de los alimentos y bebidas. Se emplean para detectar aquellos compuestos, presentes en el envase, que indican que se ha producido una alteración en el proceso de conservación. En el campo biosanitario, este tipo de compuestos se emplean para captar antibióticos de forma directa, es decir, sin necesidad de un marcador. Cada vez son más los científicos que apuestan por la utilización de MIPs en sus procesos de investigación.

## Nanopartículas magnéticas

Cada vez son más los científicos que utilizan nanopartículas para llevar a cabo sus investigaciones, pero una nanopartícula de 100 ó 200 nanómetros no es fácil de capturar, es necesario buscar el medio para poder manipularlas y es ahí cuando interviene la inclusión de propiedades magnéticas. En esta ocasión, se diseñan nanopartículas de MIPs, como medio de fijación para “capturar” el analito que se quiere extraer del agua, a las que se le incorporan propiedades magnéticas, para facilitar su manipulación. El uso de este tipo de partículas de MIPs, permite aumentar, exponencialmente, su superficie y así poder poner a disposición del analito más “huecos”, que provoca que el compuesto que está en el agua y es un contaminante, se adhiera mucho más rápido, y en más cantidad, a estas nanopartículas que al mismo material a tamaño macrométrico. Para este fin se emplean las partículas denominadas “core-shell” (núcleo-envoltura), donde

en el interior se confieren las propiedades magnéticas y el exterior, se recubre con el polímero de impronta molecular, lo que le aporta la capacidad de retener a los contaminantes. El método a seguir es el siguiente: cuando se ponen estas partículas en el agua, el analito se adhiere a la superficie donde está el MIP, lo extrae y queda retenido gracias a los huecos específicos de este material. Posteriormente, mediante la aplicación de un campo magnético, un imán, se pueden coleccionar estas partículas o fijarlas en el dispositivo de medida. Así, además de para el desarrollo de sensores ópticos, este tipo de partículas es eficaz también en la eliminación de contaminantes: se deja incubar un tiempo el agua contaminada con estas nanopartículas hasta que los compuestos contaminantes son atraídos y adheridos a su superficie y, después, con un imán se puede extraer, eliminando así todos aquellos compuestos tóxicos que se han pegado a su superficie.

grupo conseguirá generar MIPs selectivos, sensibles, homogéneos químicamente y transparentes que permitan identificar compuestos de alta toxicidad y/o cancerígenos en aguas de consumo humano”. Estos nuevos materiales podrán ser utilizados en los laboratorios de control de calidad o por empresas del sector ambiental.

### MIPs en acción

La síntesis de polímeros de impronta molecular se desarrolla en presencia de una molécula molde que, generalmente, será el analito de interés o un derivado de éste. “Lo que hacemos -explica Fernández- es hacer una impronta con una molécula en el plástico, la extraemos y queda un “huevo” con unas características de tamaño y funcionalidad química específica. Cuando este polímero lo ponemos en presencia de una muestra donde está el analito que buscamos, como existe ese huevo específico para él, se queda adherido y lo podemos extraer”.

La labor selectiva que desempeñan los MIPs, en la fase sensora, es determinante para poder identificar y llevar a cabo una extracción de un contaminante específico. Este proyecto busca profundizar en la tecnología de la síntesis de polímeros de impronta molecular, hacerlo en diferentes formatos y tamaños con el fin de ir simplificando su proceso de elaboración, además de diseñar un soporte óptico basado en su utilización.

Es esta capacidad de “atraer” a un componente específico lo que hace que los MIPs cuenten con una amplia gama de aplicaciones. Una de sus funciones es la eliminación de contaminantes. También se emplean en los llamados “envases inteligentes”, donde sirven para reconocer la presencia de determinados compuestos presentes en un recipiente que indican si está caducado o si ha perdido el proceso de preservación. Además se utilizan en la fabricación sensores o en la liberación de fármacos.

# Metales poco radicales con el medio ambiente

Investigadores del grupo Compuestos de Coordinación y Organometálicos, Aplicaciones en Procesos Catalíticos de la Universidad de Huelva, han iniciado un estudio para reutilizar catalizadores metálicos, como el cobre o el níquel, empleando disolventes menos contaminantes que sustituyan a los disolventes actuales. El objetivo no es sólo medioambiental, también económico, ya que persiguen obtener productos de interés para la industria farmacéutica o agrícola. Se trata de un proyecto de investigación de incentivado con 242.000 euros por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia.

La Química es una ciencia que ha evolucionado rápidamente a lo largo de la historia desde la aparición de la alquimia. Esta práctica proto-científica estudiaba las propiedades de elementos de la naturaleza y sus transformaciones en otras materias más valiosas al contacto con otros elementos (como el plomo en oro). Con los avances en este campo, vinculado por aquel entonces a la magia, la filosofía, la medicina, la química, y otras ramas del saber, Berzelius en 1836, definió por primera vez ese carácter de volatilidad de ciertas sustancias. En ese momento, nace la catálisis como la propiedad de algunas sustancias de ejercer sobre otras un efecto muy diferente al de la afinidad química, es decir, que al contacto con otras se transformaban en productos valiosos.

Desde entonces, muchos científicos investigan para avanzar en este escenario. Sin embargo, ahora se afanan en lograr “métodos más eficientes, limpios y económicos para la consecución de estas reacciones químicas”, como bien explica M. Carmen Nicasio, miembro del grupo de investigación Compuestos de Coordinación y Organometálicos. Aplicaciones en Procesos Catalíticos de la Universidad de Huelva. Este equipo ha iniciado un estudio sobre reacciones catalíticas utilizando principalmente catalizadores metálicos, basados en metales como el cobre o el níquel, en la línea de la Química Sostenible.

Uno de los objetivos esenciales del grupo de investigación es el desarrollo de nuevas reacciones catalíticas minimizando el uso de disolventes.

“Se trata de productos que generalmente tienen una elevada toxicidad y que pueden constituir un riesgo para el medio ambiente”, indica la investigadora. Esta concepción sostenible de la química es, para los científicos, “interesante no sólo por la minimización del impacto en el medio ambiente, sino también desde el punto de vista industrial”, asegura la experta. Pues en este propósito también se busca “la obtención de productos orgánicos de alto valor añadido, como pueden ser los oxazoles, compuesto de interés para la industria farmacéutica”, añade.

En esta línea, el grupo pretende, por ejemplo, hacer uso de líquidos iónicos (sales líquidas) que permitan inmovilizar el catalizador en las reacciones catalíticas. Los líquidos iónicos han demostrado ser agentes adecuados para la inmovilización de compuestos de metales de transición por su elevada estabilidad térmica, química y la baja presión de vapor. “Ese líquido permite disolver mejor nuestros catalizadores metálicos”, argumenta M. Carmen Nicasio. Esas propiedades permiten realizar las catálisis en dos fases. En una de ellas, el catalizador queda disuelto en el líquido iónico. Y en la segunda, la fase orgánica, se encuentran los reactivos y el producto de la reacción una vez formado. “Este proceso permite separar el catalizador del producto de la reacción”, aclara la experta.

El proyecto plantea aplicar estas sales líquidas como disolvente en reacciones en las que se adicionan carbenos (CR2) y Nitrenos (NR) a sustratos orgánicos. Se trata de sustancias de elevada radiación y difí-



Centro:  
Universidad de Huelva

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2745

Nombre del proyecto:  
Desarrollo de reacciones orgánicas catalizadas por complejos de Cu(I) en líquidos iónicos como medio de reacción: una alternativa limpia al uso de disolventes orgánicos tradicionales.

Contacto:  
M Carmen Nicasio Jaramillo  
mcnica@uhu.es  
(+34) 959 219 948

Dotación:  
241.668 euros

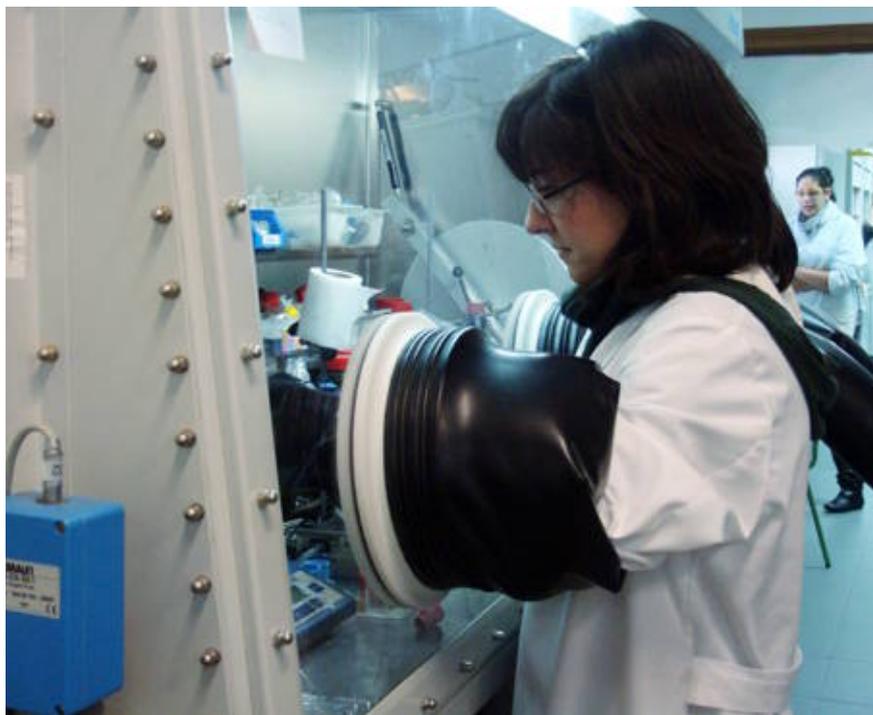


## Ventajas del uso de los metales de transición

La trascendencia de este tipo de investigaciones reside en la posibilidad de aplicar nuevas reacciones catalíticas con metales de transición (cobre o níquel), en la síntesis de compuestos orgánicos que tienen gran interés para la industria farmacológica. Estos avances en torno a la Química Sostenible generan moléculas complejas a partir otras más sencillas. Éstas pueden obtenerse a partir de la naturaleza o a partir de una síntesis eficiente y limpia.

Así, por ejemplo, estos científicos persiguen obtener oxazoles, un compuesto orgánico que, forma parte de otras estructuras más complejas que han demostrado tener propiedades fungicidas y antitumorales. La investigadora principal considera que se trata de una interesante reacción química “porque los oxazoles se obtienen a partir de materias primas muy asequibles en la naturaleza y fáciles de preparar, como los alquinos y las azidas”, aclara la experta.

La reacción catalítica más antigua promovida por el hombre es la fermentación del vino, la cual según análisis de textos antiguos debió haber empezado aproximadamente 5 000 años a. C. Esta reacción, que era considerada como una bendición de la naturaleza, es una reacción de catálisis enzimática, en la cual la enzima zimasa transforma selectivamente los azúcares en alcohol. Le sigue en edad de aplicación, la hidrólisis de grasas animales para la manufactura de jabón utilizando como catalizador las cenizas de la madera que son ricas en óxido de potasio.



ciles de capturar, que generan moléculas de alto valor añadido como ciclopropanos, aziridinas, aminas o éteres. Estos compuestos sirven para fabricar otros productos químicos de interés farmacológico.

En esta línea de hacer una química menos contaminante los investigadores pretenden usar metales baratos como el cobre para este tipo de reacciones catalíticas. “La reutilización de los catalizadores metálicos, además hacer del proceso químico más sostenible, supone la obtención de productos orgánicos libres de trazas

metálicas, algo muy importante para posteriores aplicaciones de dichos compuestos orgánicos”, explica M. Carmen Nicasio.

Asimismo este grupo de investigadores se plantea utilizar las sales líquidas, como disolvente, y el cobre, como catalizador, para la obtención de aminas, compuesto de uso en productos cosméticos y la industria textil. “En estas reacciones se pretende emplear la cloramina-T, un producto disponible comercialmente y que genera poco residuo”, añade la investigadora.

# Por una limpieza menos tóxica

Los tensioactivos son moléculas anfífilas, aquellas que poseen un extremo soluble, en la cabeza, y otro que rechaza el agua, en la cola. El proyecto *'Sistemas Coloidales Complejos Constituidos por Tensioactivos de Base Azucarada'*, dirigido por el profesor de Física Aplicada de la Universidad de Málaga, Cristóbal Carnero, persigue definir el comportamiento de estos sistemas bajo diversas condiciones. El beneficio que se espera conseguir es, en consecuencia, el de un uso tecnológico más racional de estos materiales. Determinar qué componentes son los más idóneos, por eficacia y ausencia de toxicidad, es un paso fundamental en la ejecución de numerosas aplicaciones industriales. El proyecto cuenta con una financiación, por parte de la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía, de 74.555 euros



Cuando se adquiere un detergente o un producto de limpieza, pocas veces se repara en su composición; y menos en su modo de funcionamiento. Diferentes áreas de conocimiento se ocupan de estudiar los efectos que se producen por el roce de dos superficies y, en el ámbito de la limpieza, de estos procesos depende un buen resultado.

Los tensioactivos, aquellas moléculas formadas por dos extremos antagónicos, uno soluble y otro hidrofóbico; están presentes en un gran número de productos industriales y, dependiendo del carácter de su parte polar, estos puede ser iónicos o no-iónicos. Estas características guardan relación con la tolerancia a ciertas modificaciones del medio, por ejemplo cambios de pH o la presencia de electrolitos. De ahí que los no-iónicos son preferibles en ciertas aplicaciones tecnológicas. Entre estos, una clase muy utilizada tradicionalmente es la de los denominados etoxilados, típicos en aplicaciones como detergentes, fabricación de caucho, papel o pinturas. Sin embargo, en los últimos años vienen recibiendo una especial atención los denominados tensioactivos azucarados, que se caracterizan porque su grupo de cabeza es un derivado azucarado. Este campo de origen de tensioactivos con nuevas propiedades, junto a la búsqueda de otro tipo de aplicaciones, han sido el germen de la línea de estudio que ha impulsado el doctor Carnero. La investigación que se ha programado consiste en estudiar sistemas complejos constituidos por un tensioactivo azucarado,

con otro de carácter iónico o no-iónico de uso convencional; y ver los beneficios específicos de cada combinación, tanto entre ellos como en presencia de otras sustancias.

Aunque el interés por este grupo de tensioactivos fue originalmente, y casi exclusivamente, académico, recientemente están siendo objeto de una creciente atención. En parte porque presentan propiedades físico-químicas sustancialmente diferentes de las de los tensioactivos etoxilados convencionales. Y por otro lado muestran comportamientos medioambientales y toxicológicos realmente favorables. Estas ventajas son las que están siendo utilizadas por el grupo del Doctor Carnero en las combinaciones de moléculas y situaciones para definir el comportamiento de nuevos compuestos. "Están encontrando un amplio campo de aplicación en áreas como la preparación de productos cosméticos, detergentes, alimentación o la fabricación de fórmulas farmacéuticas, por mencionar sólo algunas de ellas", aclara el profesor Carnero. Cuando se discuten las propiedades de las disoluciones de tensioactivos azucarados, parece lógico compararlas con las de los tensioactivos no-iónicos convencionales etoxilados. Aunque estos tensioactivos han sido mucho más profusamente estudiados, los resultados obtenidos en las investigaciones llevadas a cabo hasta la fecha ponen de manifiesto un comportamiento en disolución sustancialmente diferente.

Por ejemplo, los investigadores de la UMA, apuntan a que los tensioactivos

Centro: Universidad de Málaga

Área: FQM

Código: FQM 2762

Nombre del proyecto: Sistemas coloidales complejos constituidos por tensioactivos de base azucarada.

Contacto: Cristobal Carnero Ruiz  
ccarnero@uma.es

Dotación: 74.555 euros



estudien las combinaciones y sus comportamientos.

Por otra parte, los sistemas mixtos de tensioactivos, con frecuencia, presentan interacciones sinérgicas en disolución, que pueden manifestarse con la mejora de diversas propiedades: Actividad superficial, difusión, mojado, detergencia (proceso de limpieza de una superficie sólida) y muchas otras.

De ahí que los investigadores estén analizando la causa de estos efectos y cómo establecer la relación de dichos fenómenos de mezcla, con su comportamiento final en una determinada aplicación tecnológica.

Uno de estos efectos es el fenómeno de adsorción, que controla numerosas propiedades (adhesión partícula-substrato, mojado, emulsificación, etc.), que suponen un vínculo clave entre la actividad superficial del sistema tensioactivo y algunas de sus aplicaciones.

Asimismo, la investigación estudiará sistemas complejos constituidos por un tensioactivo azucarado, con otro de carácter iónico o no-iónico de uso convencional. Éstos, denominados sistemas mixtos, están siendo analizados por los expertos para interpretar las interacciones fundamentales que tienen lugar en estos sistemas y que determinan su comportamiento.

Por otra parte, los expertos persiguen ajustar las propiedades del sistema para una determinada aplicación, modificando la proporción en que cada componente de la mezcla se encuentra en el modelo mixto.

azucarados pueden ayudar a controlar el comportamiento de fase de ciertos sistemas de tensioactivos, y pueden desempeñar un papel decisivo en aplicaciones en las que se requiere un aumento de la temperatura en el proceso.

El hecho de que esta “nueva” clase de tensioactivos presente un comportamiento radicalmente diferente al de los etoxilados, junto al elevado número de aplicaciones que estos materiales encuentran en determinadas áreas tecnológicas, sugiere la necesidad de abundar en el estudio de estos sistemas.

“La finalidad será obtener un conocimiento más profundo de sus comportamientos y propiedades, que permitan su uso sobre una base más racional”, concluyó Carnero.

#### Aplicaciones prácticas de los tensioactivos

La mayoría de las aplicaciones prácticas de los tensioactivos hacen uso de sistemas complejos, constituidos a menudo por mezclas de ellos, teniendo esta circunstancia dos causas fundamentales. Primeramente, las moléculas utilizadas en la industria no son sistemas simples sino que es-

tán compuestos por mezclas, y además los sistemas mixtos de tensioactivos, a menudo, se comportan mejor que los componentes individuales en una determinada aplicación.

Dada la complejidad de las actuales fórmulas aplicadas en el terreno industrial, el exitoso uso de estos sistemas mixtos podrá lograrse únicamente si es posible comprender cómo interaccionan los diferentes tensioactivos en la mezcla, y cómo estas interacciones influyen en su comportamiento. De ahí la importancia de que los expertos de la UMA

*Los tensioactivos están presentes en sustancias de tipo sintético que se suelen usar en la limpieza, ya sea para ropas (detergentes), en lavavajillas, productos antipolvo, champús, geles, etc. Estas sustancias fueron creadas a inicios del siglo XX y, poco a poco, han conseguido sustituir a los jabones tradicionales.*

## Usos muy diversos

Los resultados más esperados que obtendrán en este proyecto tendrán que referirse a los sistemas duales formados por un tensioactivo azucarado y otro etoxilado. “Aunque estos sistemas muestran un comportamiento ideal, caracterizado por la ausencia de interacciones significativas, se ha observado que es posible modular ciertas propiedades físico-químicas del sistema modificando la composición del mismo”, matiza Carnero. Mientras que el componente etoxilado es el que controla el proceso de formación, aspectos como la estabilidad, el comportamiento o el tamaño vienen fuertemente determinados por la proporción en la que el componente azucarado se encuentre presente en el sistema.

Precisamente por esto, y debido a su baja toxicidad, los tensioactivos azucarados están encontrando un amplio espectro de aplicaciones en áreas tales como alimentación, productos farmacéuticos y cosméticos. En particular, en este último campo, estos productos son masivamente empleados en la fabricación de champús, cremas, lociones, tintes para el pelo, geles, etc. Además, participan con éxito en procesos industriales que necesitan separar sustancias orgánicas solubles en agua de los efluentes acuosos. De igual forma también tiene cuota en aplicaciones biotecnológicas, como la extracción y solubilización de proteínas de membranas.

# Reacciones radicalarias para una química verde

El grupo Compuestos de Coordinación y Organometálicos: Aplicaciones en Procesos Catalíticos de la Universidad de Huelva estudia las reacciones radicalarias es decir aquellas basadas en los radicales libres, una amplia clase de compuestos químicos que son excelentes reactivos. En el marco de un Proyecto de Excelencia, financiado con 227.060 euros, los expertos persiguen llevar a estas reacciones de forma controlada mediante el uso de complejos de cobre, para obtener los productos deseados de una forma limpia y selectiva.

Dentro del mundo de la química, existen innumerables reacciones en las cuales se llevan a cabo procedimientos poco ecológicos dada la toxicidad de los reactivos o los residuos resultantes de la reacción. En este sentido, ha surgido una nueva filosofía dentro del mundo de la química, la denominada “química verde” que propugna principios orientados hacia el diseño de productos y procesos químicos que impliquen la reducción o eliminación de productos químicos peligrosos para los materiales, las personas y el medio ambiente.

Unos de los campos donde se ha aplicado este concepto de química respetuosa con el entorno es la química radicalaria. Los radicales libres representan una amplia clase de compuestos químicos tales como átomos, moléculas y productos intermedios de reacción que poseen electrones no apareados. Desde el punto de vista químico, los radicales libres son excelentes reactivos y constituyen una clase de reacción química: la química radicalaria.

Éstas son las reacciones que centran los trabajos del grupo Compuestos de Coordinación y Organometálicos: Aplicaciones en Procesos Catalíticos, liderado por el Catedrático Pedro J. Pérez de la Universidad de Huelva que, en el marco de un Proyecto de Excelencia, persiguen llevar a cabo reacciones radicalarias controladas mediante el uso de complejos de cobre, para obtener los productos deseados de una forma limpia y selectiva. “La creciente necesidad de obtener moléculas con funciones o propiedades específi-

cas requiere el desarrollo continuo de nuevos métodos sintéticos. En las industrias de polímeros, farmacéuticas y de química fina hay una demanda de la síntesis selectiva de compuestos bioactivos, productos farmacéuticos, y productos agrícolas”, explica el responsable del proyecto, Tomás Rodríguez Belderrain.

Las reacciones con las que trabajan los expertos de la UHU siguen un patrón de las tres etapas de iniciación, propagación y terminación. Con el diseño y el control adecuados, las reacciones radicalarias cuentan con ventajas económicas y medioambientales, ya que toda la



Centro:  
Universidad de Huelva

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2794

Nombre del proyecto:  
Uso de catalizadores de cobre en reacciones de tipo radicalario de aplicación en síntesis de compuestos de alto valor añadido.

Contacto:  
Tomas Rodríguez Belderrain  
trodri@uhu.es

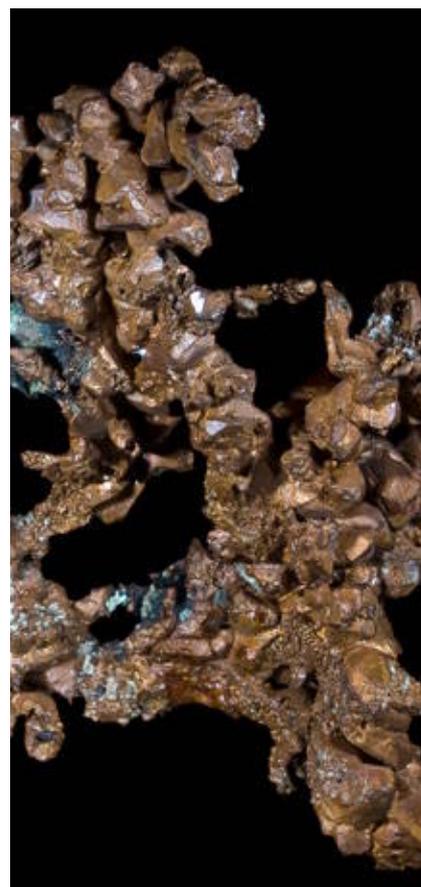
Dotación:  
227.060 euros

reacción va dirigida en el sentido que los investigadores inducen, minimizando al máximo la formación de subproductos no deseados. Asimismo, la mayoría de los procesos se pueden llevar en medio acuoso, lo que evita las reacciones colaterales con el disolvente. “Hoy en día, se dispone de una amplia gama de reacciones radicalarias, así como de disolventes adecuados para estos tipos de transformaciones, a la hora de planificar la síntesis orgánica, in-

el cobre, que hacen más eficiente la reacción. Además, con este tipo de sistema se evita el empleo de reactivos tóxicos, como por ejemplo derivados de estaño. “Una vez obtenidos estos productos, con estas reacciones de química verde, se pueden transformar en otros de mayor interés fácilmente”, adelanta el experto. La producción mundial de polímeros sintéticos, es decir, de macromoléculas orgánicas compuestas por otras más pequeñas, representa

electrónicas, biomédicas...”, enumera Rodríguez Belderrain.

El proyecto se centra también en las reacciones de ciclación radicalaria catalizadas por complejos de cobre. “Este proceso tiene un gran valor para la síntesis los productos naturales a escala laboratorio, pero ha tenido una escasa repercusión a nivel industrial porque en ella se hacía uso de los reactivos tóxicos, costosos y difíciles de purificar basados en estaño”, matiza el experto.



cluso de moléculas muy complejas, con un alto grado de control del proceso”, explica Rodríguez Belderrain. En el proyecto que acometen los expertos, persiguen sintetizar nuevos catalizadores de cobre, es decir, es este metal el elemento que impulsa la reacción química. “Esta reacción presentaba limitaciones, debido a la competencia con reacciones no deseadas. Por ello, lo deseable es que el metal ejerza un control de la misma, y con ello se obtengan procesos más limpios”, comenta el investigador.

Para ello, utilizan complejos de metales de transición, entre ellos

aproximadamente 200.000 de toneladas por año. Alrededor de la mitad de esta cifra implica la polimerización mediante radicales libres. Con las técnicas de control de las reacciones radicalarias que estudian los expertos de la UHU es posible obtener polímeros bien definidos con estructuras moleculares controladas. “Empresas internacionales están llevando a cabo la producción comercial de polímeros con los que obtienen materiales más seguros, como recubrimientos, adhesivos, lubricantes, aditivos, dispersantes de pigmentos y materiales para la salud, materiales con aplicaciones

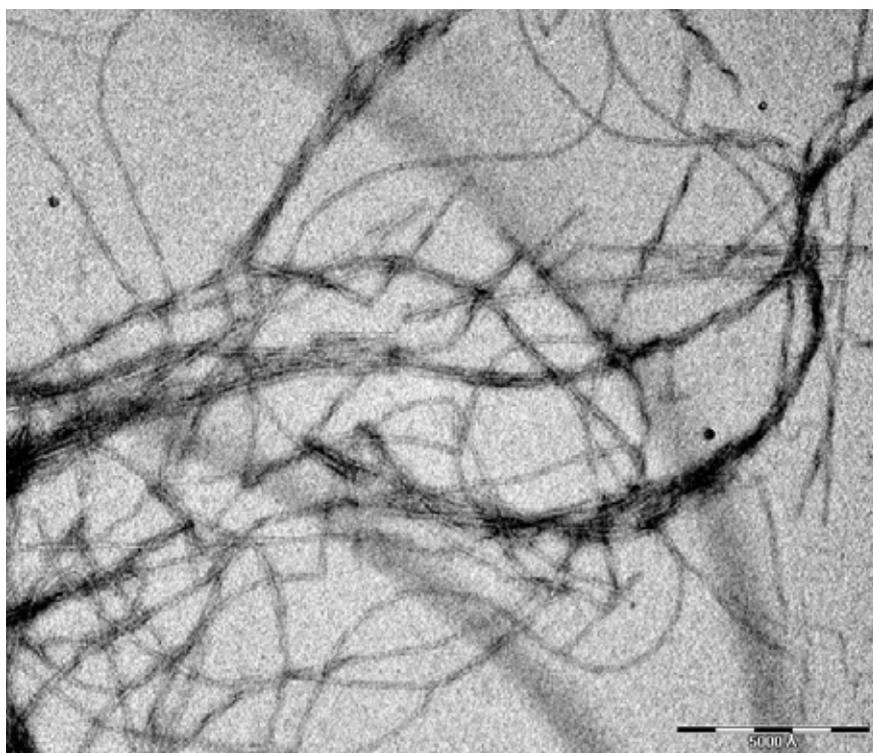
*Hace más de cuarenta años se descubrió que en el interior de las células se forman radicales libres y que éstos además cumplen funciones celulares muy específicas. Tal es el caso del oxígeno, ya que aún cuando se trata de una molécula muy estable, su participación en algunas funciones del metabolismo celular lo convierten en diferentes especies reactivas, algunas de ellas con carácter de radicales libres.*



# En busca de la instantánea de los procesos proteicos

¿En qué momento exacto tiene lugar la transformación que convierte una proteína sana en una capaz de desencadenar enfermedades como el cáncer, la diabetes o el Alzheimer? Ésta es una de las preguntas que se hacen los investigadores del departamento de Química de la Universidad de Granada. A través del Proyecto de Excelencia *Aplicación de métodos rápidos en Resonancia Magnética Nuclear biomolecular al estudio de módulos proteicos de reconocimiento molecular*, financiado con unos 284.000 euros por la

Consejería de Economía, Innovación y Ciencia, estos científicos tratan de conseguir una imagen nítida que les permita visualizar los cambios extremadamente rápidos que tienen lugar en las proteínas para comprender su funcionamiento.



Centro:  
Universidad de Granada

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2838

Nombre del proyecto:  
Aplicación de métodos rápidos  
en Resonancia Magnética  
Nuclear biomolecular al estudio  
de módulos proteicos de  
reconocimiento molecular

Contacto:  
Francisco Conejero Lara  
conejero@ugr.es  
(+34) 958 242 371

Dotación:  
284.668 euros

Captar una imagen en movimiento y conseguir que no salga borrosa, además de la destreza del fotógrafo, requiere de técnicas precisas y una buena cámara. Si se traslada esta premisa al campo de las técnicas para el estudio de macromoléculas, como las cadenas de aminoácidos que forman las proteínas, el elemento en movimiento sería la transformación que éstas experimentan, el fotógrafo sería el equipo de investigación de la Universidad de Granada, liderado por el profesor Francisco Conejero Lara, la cámara serían los métodos de Resonancia Magnética Nuclear biomolecular (RNM) utilizados para el estudio de macro-

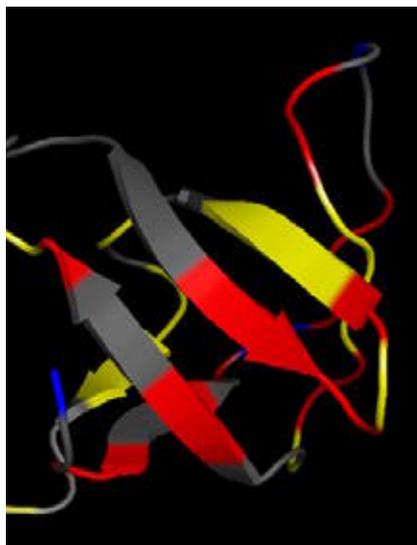
moléculas, y las técnicas precisas e innovadoras son las que este grupo de expertos desarrolla para mejorar la calidad de la imagen.

La velocidad vertiginosa con la que suceden los procesos de plegamiento, agregación, flexibilidad y unión en las proteínas, supone todo un desafío para este grupo de investigación. A partir de técnicas rápidas de Resonancia Magnética Nuclear, que permiten el estudio de partes o fragmentos de proteínas, denominados dominios, en combinación con métodos de intercambio Hidrógeno-Deuterio, que permiten discernir qué parte de la proteína forma nuevas estructuras, estos ex-



pertos tratan de detectar con nitidez el momento exacto en que se producen las transformaciones proteicas. Su objetivo es incrementar el poder resolutivo de las técnicas existentes y mejorar la capacidad de observación de estos procesos.

En este sentido, el estudio de los dominios modulares proteicos, encargados de regular las distintas funciones de las proteínas, facilita información sobre los distintos procesos de transformación. Particularmente, estos investigadores se centran en el estudio de los dominios SH3, comunes a gran variedad de funciones proteicas. Poseen gran importancia biomédica y biotecnológica por su implicación en enfermedades como el cáncer o el SIDA. Según señalan los investigadores “se han convertido en atractivas dianas para el diseño de inhibidores específicos de sus in-



## Fibras amiloides

Actualmente se está prestando una enorme atención a un grupo de enfermedades, conocidas como “amiloidosis”, en las que determinados péptidos o proteínas mal plegadas forman agregados, a veces incluyendo otros componentes, originando depósitos en órganos y tejidos conocidos como “amiloides”.

Durante los últimos años ha emergido una gran cantidad de información sobre las amiloidosis que ha motivado a reexaminar las suposiciones fundamentales sobre sus orígenes. Entre otros motivos porque resulta cada vez más evidente que la capacidad para formar estructuras amiloides no es una propiedad específica del reducido número de proteínas asociadas con las amiloidosis, sino que es una propiedad general de las cadenas polipeptídicas. Asimismo, se ha encontrado que ciertos agregados de proteínas no asociadas con amiloidosis poseen propiedades de toxicidad celular similares a las de las proteínas asociadas específicamente con enfermedades neurodegenerativas. Según señala Conejero: “La comprensión detallada de los procesos de agregación ayudará en la identificación de nuevas rutas para tratar médicamente estas enfermedades en sus etapas iniciales”.

teracciones con un gran potencial terapéutico”. Por este motivo destacan que “es necesaria una comprensión detallada de la naturaleza de estas interacciones y de sus efectos sobre la estabilidad, cooperatividad y dinámica estructural de estos dominios modulares”. Asimismo, los han utilizado como modelos de estudio para procesos de agregación de proteínas y formación de fibras amiloideas, que están relacionadas con enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer o el Parkinson.

En particular, este equipo ha estudiado la agregación de fibras amiloideas del dominio SH3 de alfa-espectrina, proteína que forma parte del esqueleto celular, que es un buen modelo de estudio para este tipo de procesos. “También hemos analizado el dominio SH3 de la Abl-quinasa y su interacción con un péptido sintético, relacionada con procesos cancerígenos, y 3 dominios SH3 de la proteína adaptadora CD2AP, que es esencial en la estabilidad del glomérulo nefrítico, unidad funcional del riñón cuyo mal funcionamiento está relacionado con el síndrome nefrótico”, señala Conejero.

Durante el proceso de agregación de las proteínas, se forman fibras o filamentos constituidos por millones de moléculas que desestructuran la proteína. Las técnicas de Resonancia Magnética Nuclear, unidas a las de intercambio de hidrógeno, permiten estudiar qué parte de la cadena de aminoácidos se desestructura para dar lugar a este tipo de fibras amiloideas.

Conocer a fondo cómo se originan estos procesos moleculares, cuál es el momento exacto que desencadena la desestructuración proteica, qué factores la aceleran o reducen “podría facilitar las claves para inhibir el proceso de formación de fibras causantes de enfermedades como Alzheimer, Parkinson, diabetes y cáncer, entre otras”, destaca el investigador. Más adelante, estos avances podrían servir de base para el desarrollo de una nueva ventana terapéutica.

Las proteínas son largas cadenas moleculares con una enorme diversidad y una multitud de funciones, pudiendo formar parte de la estructura celular, ser catalizadores de la mayoría de los procesos bioquímicos o viajar de un lugar a otro de las células, transportando información fundamental para la actividad del organismo. La función de cada proteína depende, en gran medida, de la forma que adopta en el espacio.

En algunos casos, sin embargo, las proteínas pierden esta forma al chocar con otras, se juntan, se retuercen y forman unos agregados, sin ninguna función, que crecen cada vez más para formar las llamadas fibras amiloides. Esto provoca enfermedades neurodegenerativas, como el Parkinson y el Alzheimer, es el origen de las encefalopatías espongiiformes, como el mal de las vacas locas y su variante en humanos (enfermedad de Creutzfeldt-Jacob), y también desencadena las disfunciones del páncreas que dan lugar a la diabetes tipo II.

# Una base matemática para la elección

Los teoremas matemáticos se convierten a veces en la mejor fórmula para aspectos tan dispares como tomar una buena decisión en el ámbito económico, recomendar ciertas teorías en la creación Robótica o dictar la dirección más exacta en el ámbito de la Física Aplicada. El grupo de investigación de la Universidad de Málaga 'Métodos geométricos y topológicos en Economía, Física Aplicada y Robótica', dirigido por el profesor Antonio Ángel Viruel, pretende dotar de propiedades a los expertos en estas materias para que

adopten las decisiones más adecuadas en sus proyectos. El proyecto cuenta con una financiación, por parte de la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía, de 82.200 euros,

Las matemáticas son el inicio de todo, dicen algunos expertos. Toda la tecnología que inunda la vida se basa en la multiplicación, variación, combinación y diversificación de códigos matemáticos para crear determinadas aplicaciones que cubran ciertas necesidades. Del simple estudio de teoremas y fórmulas matemáticas; del sencillo discurrir de expertos en esta materia se puede orientar en campos tan diversos como la Economía, la Física Aplicada o la Robótica.

Y en este intercambio de conocimientos se basa la investigación que lidera Antonio Ángel Viruel en la Universidad de Málaga. Bajo la denominación Métodos geométricos y topológicos en Economía, Física Aplicada y Robótica, el proyecto persigue obtener propiedades y descriptores matemáticos que indiquen el camino más preciso a los expertos en estas áreas en la resolución de sus problemas.

De esta forma, en lo que respecta a Economía, la prioridad es indicar la senda más acertada en la elección entre varias posibilidades y en la toma de decisiones, para después aplicarlo en la idoneidad de una mayor o menor carga legislativa en el mundo de las finanzas y el mercado.

En Robótica, la meta es alcanzar una planificación en los movimientos y acciones que deben realizar los androides para cubrir la necesidad para las que son creados. En el ámbito de la Física la idea es orientar en la estructuración de superficies para un correcto perfil reflectante o

refractante, muy útil en el diseño de antenas, radares o submarinos.

“Utilizamos las herramientas que nos ofrecen la geometría y la topología para crear nuevas formas de entender la realidad. Es tan fácil como aplicar las matemáticas en estas áreas de conocimiento, incluso para problemas cotidianos”, comenta el responsable de este Proyecto de Excelencia Antonio Ángel Viruel.

En la economía, las teorías que se ponen a disposición de los expertos se pueden aplicar a la toma de de-

La geometría es la ciencia que estudia las formas en el contexto espacial, teniendo en cuenta propiedades cuantitativas como la distancia, el área o el volumen; mientras que la topología analiza las propiedades cualitativas de las formas, como el número de agujeros o de volúmenes encerrados, que se mantienen inalteradas cuando se deforman de manera continua.

“El ejemplo topológico más claro es un mapa de metro. Todos, más o menos, sabemos orientarnos con uno pero, de igual forma, sabemos que las distancias entre las estaciones no son reales, ni siquiera responden a una escala, y las líneas y curvas que se pueden observar tampoco se corresponden con el recorrido real del metro”, sentencia en esta aclaración previa el profesor Viruel.

Centro:  
Universidad de Málaga

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2863

Nombre del proyecto:  
Métodos geométricos y topológicos en economía, física aplicada y robótica

Contacto:  
Antonio Angel Viruel Arbaizar  
viruel@agt.cie.uma.es

Dotación:  
82.200 euros



cisiones en la compra de acciones, en la elección de candidatos, en la confección de notas medias, en la eliminación de factores poco influyentes. Los análisis de los expertos de la UMA se basan en la fijación de restricciones para acotar lo máximo posible la decisión más acertada.

Estos problemas a los que la geometría y la topología pueden ayudar se enmarcan en la denominada 'Elección Social', en la que se intenta restringir el número de preferencias para definir los algoritmos más adecuados de cara a la opción elegida. En lenguaje económico, las restricciones se trasladan al mundo de las legislaciones y confección o no de determinadas normativas.

En cuanto a la robótica, la idea es planificar el espacio en el que la plataforma robótica debe trabajar, y los movimientos y acciones que tiene que realizar para la labor encomendada. "Dinos qué quieres que haga el robot, y nosotros calculamos los movimientos que debe realizar", señala Viruel a modo de gran resumen en la configuración del objetivo en este área. Las indicaciones también pueden ayudar a la hora de configurar, a través de sensores, el sorteo de obstáculos que tiene que realizar el

dispositivo si quiere, por ejemplo, apagar un fuego.

Por último, en lo que respecta a la física aplicada, quizás la materia más relacionada con la geometría y la topología, la idea es determinar los perfiles más idóneos en la creación de estructuras reflectantes y refractantes. "Indicamos cómo de-

ben ser estas superficies para poder obtener ondas reflejadas o refractadas con ciertas propiedades fijadas de antemano", concluyó Viruel.

Estas averiguaciones son muy útiles en el diseño de antenas, también para su instalación; en la fabricación de telescopios y radares, ayudando a su invisibilidad.

## Una respuesta para cada problema

A pesar de que el lenguaje matemático pueda parecer demasiado complejo, los métodos de este grupo de investigación se basan en el simple discurrir sobre determinados problemas, así como en el intercambio y contacto continuo con los profesionales y expertos en estas áreas de conocimiento. Su metodología se sustenta en la concreción de problemas muy específicos, y cómo se pueden solucionar mediante fórmulas matemáticas que, ni mucho menos, tienen que estar repletas de números y signos de difícil traducción.

Para conocer las necesidades de primera mano y aportar posibles soluciones, los intercambios con los profesionales de las ramas donde se

aplican los teoremas son más que importantes. "Aunque pueda parecer inverosímil, no es lo mismo planificar los movimientos de un robot para desenvolverse y actuar en un espacio circular, que estudiar para hacerlo en uno esférico. O conocer más de cerca los movimientos que hay que configurar si se le quiere adherir a un prototipo un brazo o una función más", apunta Viruel.

En economía se han llegado a poner encima de la mesa problemas para delimitar el grado de perfección de los sistemas democráticos o la resolución de situaciones conflictivas, con toma de decisiones de por medio, con una simple opción por el diálogo.

# Nuevos ojos hacia el espacio desde Sierra Nevada

Investigadores del Instituto de Astrofísica de Andalucía pretenden impulsar el Observatorio de Sierra Nevada (Granada) al máximo nivel de competitividad en todas las ramas de la Astrofísica, y fomentar la difusión de esta Ciencia entre la sociedad andaluza. El objetivo principal del Proyecto de Excelencia *Ciencias del Espacio desde el Observatorio de Sierra Nevada*, dotado con 304.000 euros,

El Observatorio de Sierra Nevada (OSN) fue fundado en 1981 por científicos del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC). Se encuentra enclavado en el paraje de la Loma de Dílar (Granada) a una altitud de 2.900 metros sobre el nivel del mar. Actualmente sigue siendo el único observatorio astronómico de titularidad completamente española que existe en Andalucía.

Las principales instalaciones telescópicas del OSN son dos telescopios de 90 cm (T90) y 150 cm (T150) de diámetro que se encuentran en el edificio principal.

La instrumentación asociada a estos telescopios es un fotómetro Strömgren (en el T90) y una cámara CCD 1024x1024 y un espectrógrafo ópticos (en el T150). Además, hay un telescopio de 60 cms (T60) en un edificio anexo al principal dedicado al estudio de estallidos de rayos gamma, equipado con una cámara óptica (y próximamente una cámara infrarroja), así como otro pequeño telescopio de 30 cms (T30) y un interferómetro (SATI) dedicado al estudio de las altas capas de la atmósfera.

Sin embargo, el T90 no dispone actualmente de ningún dispositivo para obtener imágenes astronómicas, mientras que el T150 tiene continuamente acoplada en una de sus estaciones focales una cámara CCD 1024x1024 que permite observar un campo de unos 8 minutos de arco de tamaño (aproximadamente la cuarta parte del tamaño angular de la Luna vista desde la Tierra). Este campo útil, resulta demasiado pequeño para el desarrollo de diferentes proyectos que requieran la observación simultánea de objetos

## Producción científica del observatorio

Durante sus 26 años de existencia, los datos obtenidos con el OSN han dado lugar a más de 200 artículos en revistas internacionales y a numerosas tesis doctorales. Entre las contribuciones científicas más interesantes se pueden destacar la observación del tránsito del exoplaneta asociado a la estrella HD209458, analizado combinando los datos del OSN con datos del telescopio espacial Hubble; el descubrimiento (julio de 2005) de la contrapartida óptica del estallido de rayos gamma (GRB) más lejano (situado a casi 12.000 millones de años luz de la Tierra) detectado hasta la fecha o la realización del catálogo de entrada del satélite COROT, además del posterior seguimiento continuo de las estrellas seleccionadas por este satélite como candidatas a albergar exoplanetas.

múltiples o de gran tamaño, como el estudio de cúmulos de galaxias, la fotometría relativa de precisión de estrellas muy brillantes o el estudio de galaxias y nebulosas cercanas. Por este motivo, el objetivo principal de este Proyecto de Excelencia, dotado con 304.000 euros, es impulsar el OSN al máximo nivel de competitividad en todas las ramas de la Astrofísica, y fomentar la difusión de esta Ciencia entre la sociedad andaluza.

Centro: Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC)

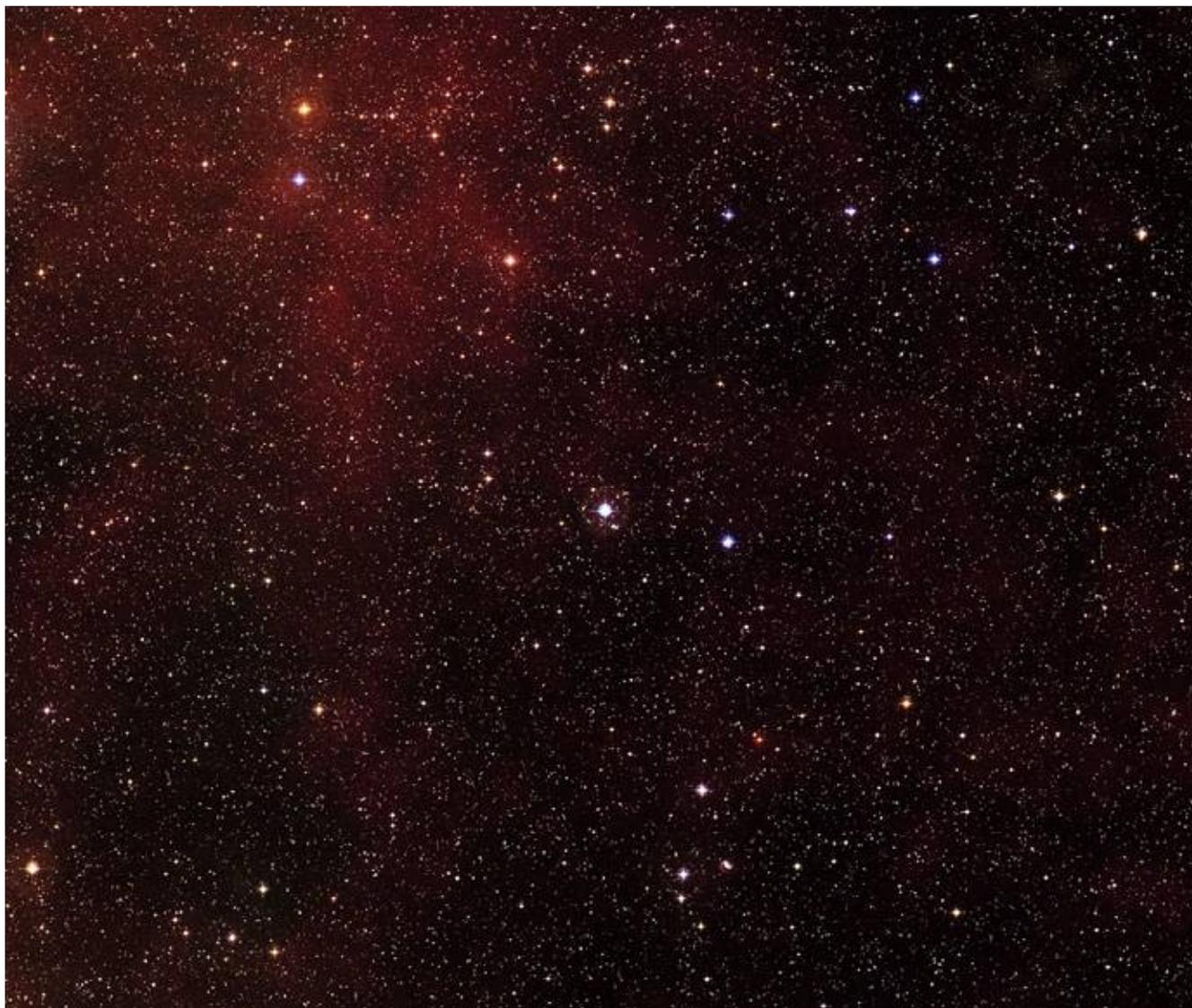
Área: FQM

Código: FQM 2864

Nombre del proyecto: Ciencias del Espacio desde el Observatorio de Sierra Nevada

Contacto: Jorge Iglesias Páramo  
jiglesia@iaa.es

Dotación: 304.000 euros



Este Proyecto de Excelencia articulado en tres objetivos operativos. Por un lado, diseñarán una nueva cámara de gran campo acoplable a los telescopios T90 y T150. “Pretendemos diseñar y preparar el desarrollo de una cámara óptica permitirá la obtención de imágenes astronómicas del tamaño máximo permitido por ambos telescopios (32 y 20 minutos de acto respectivamente). De esta forma, elevaremos las capacidades detectoras de nuestros telescopios a primer nivel con respecto a telescopios de tamaño similar en territorio europeo”, asegura el coordinador del proyecto.

Por otra parte, el IAA realizará una caracterización dl cielo de Sierra Nevada a longitudes de onda infrarrojas-submilimétricas. “Proponemos hacer una prospección de la calidad del cielo a esas longitudes de onda (entre 1 y 20 micras) para es-

tudiar la viabilidad de un futuro telescopio infrarrojo de gran tamaño en el OSN”, argumenta.

En este sentido, los datos disponibles hasta la fecha indican que el contenido en vapor de agua precipitable en los alrededores de Sierra Nevada es comparable al de los

En esta imagen facilitada por la ESA, aparece HD 209458 b; un planeta extrasolar que orbita la estrella de tipo solar HD 209458 en la constelación de Pegaso a 150 años luz de nuestro Sistema Solar. El planeta ha sido llamado Osiris por sus descubridores.

mejores observatorios infrarrojos mundiales, por lo que se perfila como el mejor observatorio infrarrojo en suelo continental europeo.

Por último, los expertos realizarán un archivo digital que permita a la comunidad astronómica (y a cualquier ciudadano) internacional el acceso y explotación de los datos astronómicos a través de Internet mediante la integración en el Observatorio Virtual. “Proponemos el desarrollo y la puesta en marcha de un archivo de datos astronómicos que integrará las observaciones obtenidas con los telescopios T60, T90, T150 y, en un futuro, el telescopio IR anteriormente mencionado”, concluye. Además, se desarrollará una página web de divulgación de la Astronomía dedicada al público aficionado que posibilitará un acceso directo a los datos obtenidos con los telescopios del OSN.

# Obtener ibuprofeno a partir del petróleo

Transformar una sustancia obtenida del petróleo en compuestos como medicamentos, pegamentos o fibras no es un proceso mágico, sino químico. Además, si en ese "milagro" se protege el entorno el resultado es aún más satisfactorio. El reciclaje también ha llegado a los procesos químicos y así lo pone de manifiesto la investigación que desarrolla el grupo Compuestos de Coordinación y Organometálicos de la Universidad de Huelva. En este proyecto liderado por María del Mar Díaz Requejo, los expertos pretenden obtener de los hidrocarburos, moléculas orgánicas que se derivan de la producción de petróleo, productos de interés como adhesivos, textiles o con propiedades farmacológicas, antibióticas o insecticidas.

El proceso de obtención de estos productos que proponen los expertos onubenses cuenta con múltiples ventajas. Por un lado, obtiene productos de moléculas muy abundantes y baratas, como son los hidrocarburos. Además, no genera subproductos contaminantes y permite reutilizar los catalizadores, es decir, los complejos metálicos que aceleran la reacción química, porque se basan en compuestos limpios. Esta metodología, única, según asegura la experta, hace que el proyecto haya sido calificado de excelencia por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia e incentivado con 267.668 euros, en la categoría de investigaciones lideradas por jóvenes investigadores, ya que todos sus participantes tienen menos de 35 años.

"Los hidrocarburos alifáticos y aromáticos son sustratos muy abundantes originados en la industria petroquímica. Su disponibilidad y bajo coste les hacen excelentes candidatos para su uso como materiales de partida en reacciones que permitan su conversión en otras moléculas más complejas con un alto valor añadido", explica Díaz Requejo.

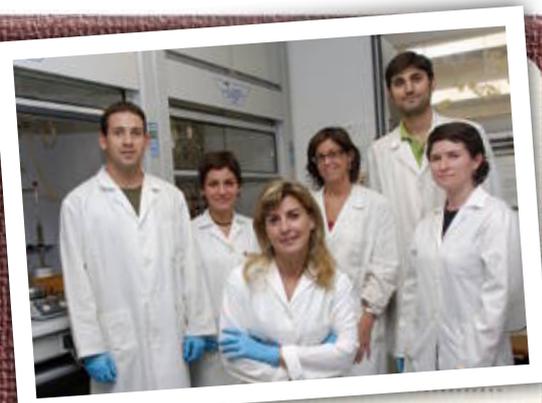
Los expertos están desarrollando catalizadores que induzcan estas transformaciones mediante procesos que transcurran a temperatura ambiente, que no generen subproductos indeseados y que lleven a la obtención de productos de interés para el sector de la química fina. "Utilizamos derivados del cobre, la plata y el oro, para acelerar la reac-

ción de transformación de un reactivo a un producto, es decir, como catalizadores", explica la joven investigadora.

Tras producirse esta reacción se obtienen moléculas de alto valor añadido. Por ejemplo, del benceno, los investigadores adquieren sustancias con propiedades antiinflamatorias como el ibuprofeno y el naxopreno. Los expertos también han obtenido derivados del ciclopropanos con propiedades insecticidas, además de polímeros con propiedades adhesivas o un componente básico del nylon. Productos muy diversos con una base común: los hidrocarburos.

Estos materiales ratifican la eficacia del proceso que resulta respetuoso con el medio ambiente, ya que toda la reacción va dirigida en el sentido que los investigadores inducen, sin subproductos que no guarden relación con el resultado deseado. La ecología también se aplica al catalizador, ya que éstos se reciclan. "Heterogeneizamos la sustancia que acelera la reacción, es decir, cada unidad de sustancia catalizadora puede transformar muchos reactivos en productos", explica esta joven química y añade que es posible trabajar con disolventes no convencionales como los fluidos supercríticos, es decir, gases que tras aplicarles una temperatura y una presión determinada, se convierten en líquido, resultando ser un disolvente limpio.

El proyecto requiere la preparación de los complejos de metales del grupo 11 (oro, plata y cobre), así



Centro: Universidad de Huelva

Área: FQM

Código: FQM 2870

Nombre del proyecto: Conversión de hidrocarburos simples en moléculas de alto valor añadido mediante procesos químicos respetuosos con el medio ambiente.

Contacto: María Del Mar Díaz Requejo  
mmdiaz@uhu.es  
(+34) 959 219 950

Dotación: 267.668 euros

como estudios mecanísticos de las reacciones y anclaje de los complejos en soportes inorgánicos. Asimismo, es necesaria la preparación de reacciones catalíticas basadas

en compuestos orgánicos y estudios cinéticos de los sistemas para la comprensión del mecanismo de reacción. Esto implica un equipo de expertos con conocimientos trans-

versales en química orgánica e inorgánica, así como química física.

No obstante, el grupo posee una trayectoria de diez años dedicada al desarrollo de catalizadores de los metales del grupo 11 de la tabla periódica. De hecho, ya existen dos patentes de los participantes de este proyecto relacionados con catalizadores de plata y oro sintetizados en el laboratorio de la Universidad de Huelva. Además el grupo mantiene contactos con la empresa REPSOL YPF con la que ya han colaborado en el desarrollo de polímeros con propiedades adhesivas para materiales como el caucho o los plásticos. El objetivo es dotar de más resistencia a estos elementos frente a las altas temperaturas.

## El enlace C-H

Durante las últimas décadas se ha descrito un gran número de trabajos dedicados al área de la activación de enlaces carbono-hidrógeno. Sin embargo, éstos no se han vistos recompensados con sistemas catalíticos eficientes. Esto se debe, en primer lugar, a que la energía de este tipo de enlaces es bastante alta, es decir, sus enlaces son muy sólidos. No en balde, el nombre de parafina procede de las voces latinas *parum affinis*, que significa "con ninguna o muy poca afinidad". En segundo término, la mayoría de los esfuerzos de los investigadores han estado dirigidos hacia la que se denomina "activación clásica" de enlaces carbono-hidrógeno. Esta activación puede describirse como una inserción (formal) del centro metálico en el enlace carbono-hidrógeno, lo que supone en sí la definición de un compuesto organometálico. Precisamente a superar estos obstáculos se dirige el proyecto de los investigadores onubenses, afanados en encontrar nuevos procedimientos de activación C-H "no clásica", y obtener productos con alto valor añadido.



# Supercomputadoras recrean interacciones moleculares

Conocer las propiedades interfaciales de la materia como el agua o el hidrocarburo a partir de métodos analíticos o experimentales es muy complicado. Sin embargo, científicos de la Universidad de Huelva persiguen desarrollar una técnica de simulación que permita conocer nuevas cualidades de la materia. Este estudio sobre la estructura molecular y sus interacciones se desarrollará en un proyecto incentivado por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía con 116.000 euros.

Centro:  
Universidad de Huelva

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2884

Nombre del proyecto:  
Caracterización de las propiedades interfaciales de sistemas inhomogéneos mediante simulación molecular.

Contacto:  
Enrique De Miguel Agustino  
demiguel@uhu.es

Dotación:  
116.500 euros



Las supercomputadoras se caracterizan por su gran tamaño y pueden procesar enormes cantidades de información en poco tiempo pudiendo ejecutar millones de instrucciones por segundo, están destinadas a una tarea específica y poseen gran capacidad de almacenamiento. Además, son los más caros y su fabricación puede superar los 30 millones de dólares.

Sin la tecnología del siglo XXI no se podría concebir muchos de los adelantos científicos de hoy en día y sin ella sería imposible estudiar propiedades de la materia que son inapreciables bajo el prisma de un microscopio, como la presión o la temperatura. No obstante, desde hace algunos años existen supercomputadoras con programas informáticos basados en operaciones matemáticas que recrean situaciones experimentales como puede ser el paso de un estado de la materia a otro, es decir, la conversión del agua en cristal sólido. Estas aplicaciones informáticas recrean situaciones reales que permiten estudiar cómo se producen ciertas reacciones de la materia para posteriormente aplicarlo a la vida diaria.

En la Universidad de Huelva, un grupo de investigadores de Física Aplicada, aunados en el proyecto *Caracterización de las propiedades interfaciales de sistemas inhomogéneos mediante simulación molecular*, persigue crear un sistema de simulación con el propósito de predecir el comportamiento de sistemas complejos, es decir, de sustancias que varían en sus propiedades intensivas (peso, dureza, solubilidad) como ocurre con el agua o el hidrocarburos.

Conocer las propiedades interfaciales de estos sistemas inhomogéneos donde interaccionan dos fases fluidas (la interfase entre dos líquidos que no se pueden mezclar como el agua y el aceite o la interfase entre un líquido y su vapor o un líquido en

contacto con una superficie sólida) permitirá agilizar y facilitar la labor en el entorno de la industria química, como, por ejemplo, en la extracción terciaria del crudo, en aplicaciones de procesos de adsorción en superficies sólidas, en la limpieza y mojado de superficies, así como en la solubilización de líquidos que no se pueden mezclar.

En trabajos anteriores y, a partir del sistema de Simulación de Montecarlo -método numérico para resolver problemas físicos y matemáticos mediante la simulación de variables

## El Método Montecarlo (M.C.)

El Método Montecarlo (M. C.) es un método de simulación estadístico numérico usado para aproximar expresiones matemáticas complejas y costosas de evaluar con exactitud, data del año 1944 y proviene del trabajo realizado en el desarrollo de la bomba atómica durante la Segunda Guerra Mundial. Se trata de un sistema de simulación a través del cual se recrean situaciones de la vida real que evolucionan en el tiempo por medio de un programa informático, ya sea por cambio de variables, quizás predicciones realizadas acerca del comportamiento del sistema.

La importancia actual del Método Montecarlo se basa en la existencia de problemas que tienen difícil solución por métodos exclusivamente analíticos o numéricos, pero que dependen de factores aleatorios y se pueden asociar a un modelo probabilístico artificial como puede ser la resolución de integrales de muchas variables, minimización de funciones u otras operaciones complejas. Gracias al avance en diseño de los ordenadores, los cálculos Montecarlo que, en otro tiempo hubieran sido inconcebibles, hoy en día se presentan como asequibles para la resolución de ciertos problemas.

aleatorias-, los científicos crearon técnicas específicas de simulación molecular que ha permitido conocer las propiedades de sistemas que implican dos fases fluidas (por ejemplo la interfase entre dos líquidos que no se pueden mezclar como el agua y el aceite) o la interfase entre un líquido y su vapor o un líquido en contacto con una superficie sólida.

Ahora, estos expertos en Física Aplicada de la Universidad de Huelva, y miembros del grupo de investigación de *Física de Líquidos Complejos*, tratarán de definir las propiedades interfaciales de cadenas moleculares lineales sencillas, como son los hidrocarburos, y a partir de ahí, extrapolarán los resultados a cadenas más complejas (de geometría esférica) como es el agua. Para ello, el equipo se centrará en el estudio de la tensión artificial, una cualidad útil para entender el funcionamiento del agua en su adhesión a otras sustancias. Este trabajo podrá arrojar luz a la controversia existente en la literatura en torno a la definición de las propiedades interfaciales del agua.

Otro de los objetivos de este grupo de investigadores de la Universidad de Huelva es la creación de una técnica de cálculo para estudiar las interacciones entre moléculas de largo alcance. Este método permitirá por ejemplo estudiar el comportamiento de moléculas adsorbidas dentro de un material poroso, útil para la separación de materiales y compuestos químicos”, explica el responsable del proyecto Felipe Jiménez. Se trataría de todo un reto puesto que, a día de hoy, la simulación tradicional (Método Montecarlo) tiene algunas limitaciones puesto que con ésta sólo se permite conocer las interacciones de corto alcance, cuando las moléculas están a corta distancia, en el caso de sistemas inhomogéneos.

A este propósito hay que sumar otra meta como la delimitación de propiedades interfaciales de moléculas asimétricas (cristales líquidos) y que forman fases de comportamiento intermedio entre un líquido y un sólido.



# Nuevas experiencias en el núcleo de los átomos

Investigadores de la Universidad de Sevilla, liderados por Manuel Lozano Leyva, han iniciado un Proyecto de Excelencia dirigido a estudiar la física de los núcleos en regiones de la tabla de núclidos en las que la diferencia entre el número de protones y neutrones está en el límite de lo posible. “Mientras que la mayoría de los núcleos en el valle de estabilidad se han estudiado extensamente, no proporcionan información suficiente para construir modelos nucleares precisos”, argumenta el catedrático. *Núcleos en el límite de la estabilidad en el Centro Nacional de Aceleradores* es el nombre de la línea de investigación, dotada por la Junta de Andalucía con 306.000 euros.

Desde una escala atómica se concretan los principales retos y dificultades de la Humanidad; por ejemplo, la exploración espacial o la búsqueda de respuestas terapéuticas a través de la biomedicina. Si el ojo humano tuviera la capacidad para apreciar el inmenso baile de átomos y de cuerpos extraños que forman la materia, un medicamento o un órgano, entendería mejor su naturaleza.

Gracias al conocimiento de este escenario, el hombre ha llegado a tratar tumores malignos y a proporcionar energía a todo un país; y en el caso de la naturaleza, nos ha proporcionado la llave para entender las diferentes estructuras conocidas del universo o la relación entre los seres vivos. En definitiva, somos química empujados por la física.

El átomo es la unidad más pequeña de un elemento químico. Mantiene su identidad o sus propiedades y no es posible dividirlo mediante procesos químicos. Su estabilidad está fundamentada en un núcleo de carga positiva donde concentra casi toda la masa, formado por protones y neutrones -nucleones-, y alrededor del núcleo se encuentra una nube de electrones de carga negativa a una escala entre diez mil y cien mil veces mayor.

En condiciones de estabilidad el número de los electrones es igual al de protones, de manera que el átomo es eléctricamente neutro. Sin embargo, en el último siglo, físicos y químicos han trabajado en los po-

sibles cambios de la naturaleza de su núcleo. Por ejemplo, qué ocurriría si su corazón se sometiera a una temperatura determinada y muy alta o si se ejerciera sobre el núcleo una presión extrema... Es decir, qué ocurriría si el núcleo perdiera estabilidad.

El término átomo exótico nace para diferenciarse del común precisamente porque una o más de sus partículas -electrones o protones- pueden ser cambiadas por otras de distinta naturaleza.

El resultado, es un nuevo sistema inestable, con una vida media extremadamente corta. Otra característica de los núcleos exóticos es que debido a su propia naturaleza pueden ser manipulados hasta convertirse en estables. Es decir, tienen punto de retorno.

El hombre conoce 275 núcleos estables, pero todo apunta a que son

En los últimos años se ha puesto de manifiesto que podemos crear y acelerar núcleos exóticos. Hay unos 7.000 candidatos para ser acelerados. Dada esta cantidad enorme de núcleos susceptibles de ser utilizados como proyectiles en reacciones nucleares, no es necesaria mucha imaginación para entrever que eso puede transformar la física nuclear y abrir expectativas de enseñanza en otras áreas de la ciencia.

Centro:  
Universidad de Sevilla

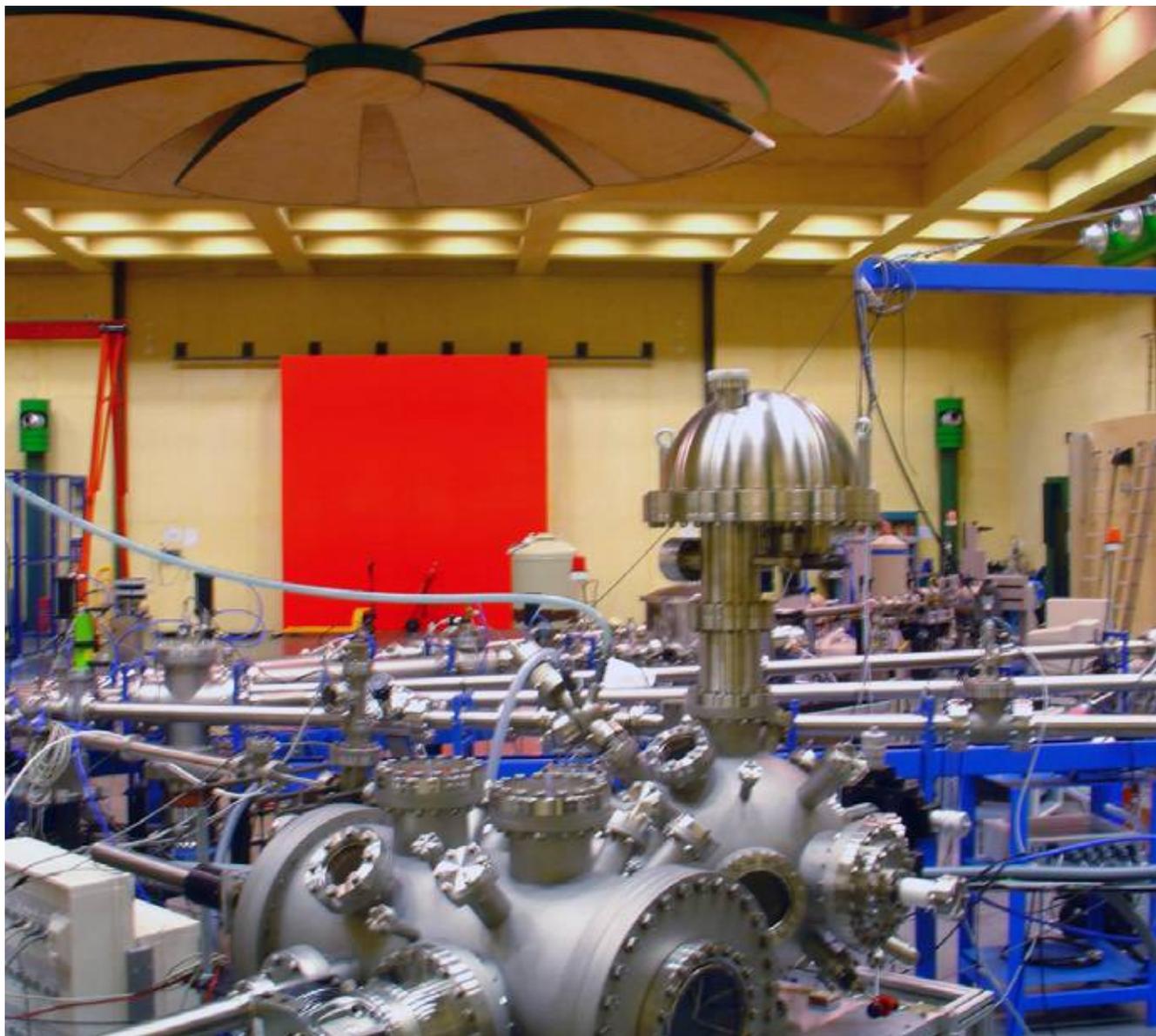
Área:  
FQM

Código:  
FQM 2894

Nombre del proyecto:  
Núcleos en el límite de la estabilidad en el Centro Nacional de Aceleradores

Contacto:  
Manuel Luis Lozano Leyva  
lozano@us.es  
(+34) 954 552 889

Dotación:  
306.000 euros



una parte muy reducida de los que probablemente puedan encontrarse más allá de la zona conocida como valle de la estabilidad (cifrados en unos 7.000).

Para los expertos, el concepto de estabilidad de los núcleos que habitan este espacio es relativo. Los que viven en la parte central y más profunda son realmente estables en el sentido de que su estructura no cambia en el tiempo; mientras que en su entorno se agrupan núcleos que son inestables por emisión de partículas y que tienen una vida media entre segundos a miles de años. Investigadores de la Universidad de Sevilla, liderados por Manuel Lozano Leyva, han iniciado un Proyecto de Excelencia dirigido a estudiar la física de los núcleos que están situados fuera

## La mayoría de los nucleidos son radiactivos

Hay 115 elementos químicos conocidos, de los cuales, 92 existen en la naturaleza y el resto ha sido obtenido artificialmente. Se conocen hoy en día unos 2000 nucleidos, de los cuales son estables 274. Unos 340 existen en la naturaleza y el resto se han producido en el laboratorio. Por tanto, la mayoría de los nucleidos son radiactivos. Los nucleidos radiactivos son inestables y se transforman espontáneamente con el tiempo formando otros nucleidos.

de ese espacio estable. En el Centro Nacional de Aceleradores han trabajado sobre 10 candidatos, con sus respectivos haces. En este centro, único en España, intentarán hacer rodar los núcleos exóticos hacia el valle de la estabilidad con emisión de partículas. “La importancia de estos núcleos se acentúa por su presencia en fenómenos astrofísicos al controlar los procesos de nucleosíntesis y, por tanto, el origen de toda la materia del Universo”, subraya Manuel Lozano. En el Proyecto de Excelencia, el grupo liderado por el catedrático de Física Atómica y Nuclear estudiará la estructura y la dispersión de estos núcleos exóticos, “considerando en especial los núcleos con halo, a energías en torno a la barrera coulombiana”.

# Innovación con materiales basados en sílice

El proyecto que lidera Francisco Santoyo Rodríguez desarrolla nuevos métodos en la preparación de materiales basados en sílice; utilizados en cromatografía, arrays de biomoléculas y mejora del medioambiente. Es un proyecto que contribuye especialmente a la innovación de aplicaciones tecnológicas y biotecnológicas, por lo que ha sido seleccionado por Genoma España y considerado de Excelencia por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía.

Centro:  
Universidad de Granada

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2899

Nombre del proyecto:  
Nuevas metodologías para la preparación de materiales basados en sílice. Aplicaciones tecnológicas y biotecnológicas.

Contacto:  
Francisco Santoyo Gonzalez  
fsantoyo@ugr.es

Dotación:  
344.414 euros



El diseño de nuevos materiales es una de las áreas prioritarias de la ciencia ya que los avances que en ella se producen determinan soluciones a problemas reales de la sociedad y con repercusiones directas en su calidad de vida.

La presente propuesta versa sobre la síntesis de nuevos materiales basados en sílice para ser aplicados en la inmovilización de biomoléculas. Para ello, alterarán funciones sobre sílice: grupos vinylsulfona, sulfatos cíclicos deriva-

dos de 1,2-dioles terminales, azida y alquino.

La elección de la sílice como material a funcionalizar se basa en las siguientes características: su universalidad, bajo coste, estabilidad, compatibilidad con las biomoléculas a unir y disponibilidad de diferentes formatos (partículas de sílice, nanopartículas de sílice y superficies de vidrio), todas las cuales serán utilizadas en el presente proyecto.

La elección de las funciones orgánicas indicadas se basa en el hecho

de que su alta reactividad intrínseca permite una eficaz inmovilización covalente de las biomoléculas mediante el uso de metodologías y procesos químicos altamente ventajosos y competitivos por ser: simples, eficaces, versátiles, suaves en lo que respecta a las condiciones de reacción, compatibles con el medio ambiente (uso de medios acuosos). Además, en el caso de las funciones vinil-sulfona y sulfato cíclicos

movilización covalente de ciclodextrinas para la implementación de los nuevos materiales en remediación de contaminación ambiental.

Los nuevos materiales obtenidos presentan aplicabilidad como: soportes para cromatografía de afinidad (glico-silicas, lectino-silicas, lipido-silicas, biotina-silica, imino-silica); arrays de biomoléculas (glico-arrays, lectino-arrays y antígeno/anticuerpo-arrays) y materiales

purificaron de proteínas biotiniladas, 5) Aislamiento y purificación de ácidos nucleicos biotinilados, 6) Herramientas para el screening y detección de lectinas y glicoproteínas mediante el uso de glico-arrays y lectino-arrays, respectivamente, 7) Remediación de contaminación ambiental por compuestos aromáticos y metales pesados. Todas estas innovaciones son transferibles a la industria.



su alta reactividad con aminas y tioles determina que la inmovilización directa de biomoléculas que sean portadoras de estas funciones complementarias sin necesidad de derivatizar previamente estas biomoléculas.

Las biomoléculas que se unirán a la sílice son: carbohidratos, peptidos y proteínas (enzimas, lectinas y dianas con interés tecnológico y biotecnológico), ácidos grasos, biotina e iminobiotina. De forma complementaria, se procederá también a la in-

movilización covalente de ciclodextrinas y enzimas-silicas).

Las aplicaciones tecnológicas y biotecnológicas que se proponen pretenden realizar contribuciones innovadoras en lo que respecta a: 1) Aislamiento y purificación de lectinas de interés (lectinas del tomate y de la patata), 2) Aislamiento y purificación de glicoproteínas de interés (peroxidasas del brócoli y coliflor y glicoproteínas del huevo), 3) Purificación y marcaje de avidina a partir de huevo, 4) Aislamiento y

El proyecto es innovador en lo que se refiere a la temática, la metodología química y las aplicaciones tecnológicas y biotecnológicas de los nuevos materiales. El proyecto es multidisciplinar y transversal y su ejecución viene avalada por la capacidad de los grupos de investigación, su colaboración previa y los resultados preliminares obtenidos que han sido objeto de su selección por Genoma España para su protección por el establecimiento de dos patentes que se encuentran en fase de estudio.



# Remedios naturales para despertar el VIH latente

Investigadores de las Universidades de Cádiz y Córdoba estudian sustancias de origen vegetal para 'despertar' el virus latente del VIH-1, inmune a la actual terapia, y lograr futuros tratamientos más efectivos. El Proyecto de Excelencia *Síntesis, evaluación y desarrollo de sustancias activadoras de la latencia del virus HIV-1* ha recibido un incentivo de 200.000 euros.

La infección por el VIH-1 y sida sigue siendo una de las mayores amenazas para la humanidad a nivel mundial. Hasta el momento la pandemia del sida ha matado a más 28 millones de personas e infectado a 42 millones en todo el mundo. A pesar de las campañas de prevención y los nuevos tratamientos se estima que a finales del 2010 habrá 45 millones de nuevas infecciones por el VIH-1.

Gracias a los avances científicos en Virología y Biología Molecular, cada paso del ciclo viral ha sido identificado y ha permitido el desarrollo de una terapia combinada con fármacos que actúan sobre diferentes pasos de este ciclo (i.e. retrotranscriptasa y proteasa). Esta terapia, denominada Targa o Haart ha permitido que aproximadamente en el 60% de los pacientes tratados el número de copias virales en el plasma baje hasta niveles indetectables tras unos pocos meses de tratamiento. Estos pacientes entran en una fase clínica estable con muy baja viremia y con recuperación del sistema inmune. Hoy día muchos pacientes infectados por el VIH-1 se mantienen clínicamente estables durante varios años con la terapia TARGA. Sin embargo, este tipo de terapia no actúa sobre el virus en su forma latente, el cual se encuentra en aquellas células que representan el denominado reservorio viral. Así, cuando se interrumpe esta terapia en pacientes con carga viral indetectable se produce un rápido rebote de la viremia y progresión a la enfermedad por lo que los pacientes están obligados a mantener el tratamiento TARGA de forma indefinida.

Este tratamiento es muy agresivo y tiene efectos secundarios importantes limitando la calidad de vida del paciente. Por otra parte este tipo de terapia fue introducido por primera vez hace unos diez años y algunos autores han sugerido que el máximo beneficio de la misma está llegando a su techo en los EEUU y posiblemente en Europa. Por todo ello y debido a la falta de vacunas terapéuticas efectivas, el desarrollo de nuevas terapias que actúen sobre el reservorio viral en la actualidad uno de los mayores retos en la lucha contra el sida.

La infección productiva por el VIH en células CD4+ es un complicado proceso biológico que ocurre cuando diferentes eventos celulares y virales tienen lugar al mismo tiempo.

Después de la entrada del virus en la célula huésped el estado de activación celular dirigirá el ciclo de replicación viral. Así, la infección de las células CD4+ en reposo da lugar a una retro-transcripción viral incompleta lo que representa un corto periodo de latencia viral con VIH preintegrado.

Si las células son estimuladas en los tres primeros días tras la infección el proceso de retro-transcripción se completa y el ciclo viral progresa a una infección productiva.<sup>3</sup> Sin embargo, algunas de estas células infectadas vuelven a un estado de quiescencia (latencia post-integración) y representan uno de los mayores problemas para erradicar el virus del organismo.

Aunque otros tipos celulares pueden ser potencialmente reservorios virales, es una pequeña fracción de células memoria CD4+ la que repre-

Centro:  
Universidad de Cádiz

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2925

Nombre del proyecto:  
Síntesis, evaluación y desarrollo  
de sustancias activadoras de  
la latencia del virus HIV-1.

Contacto:  
Rosario Hernández Galán  
rosario.hernandez@uca.es  
(+34) 956 016 371

Dotación:  
200.000 euros



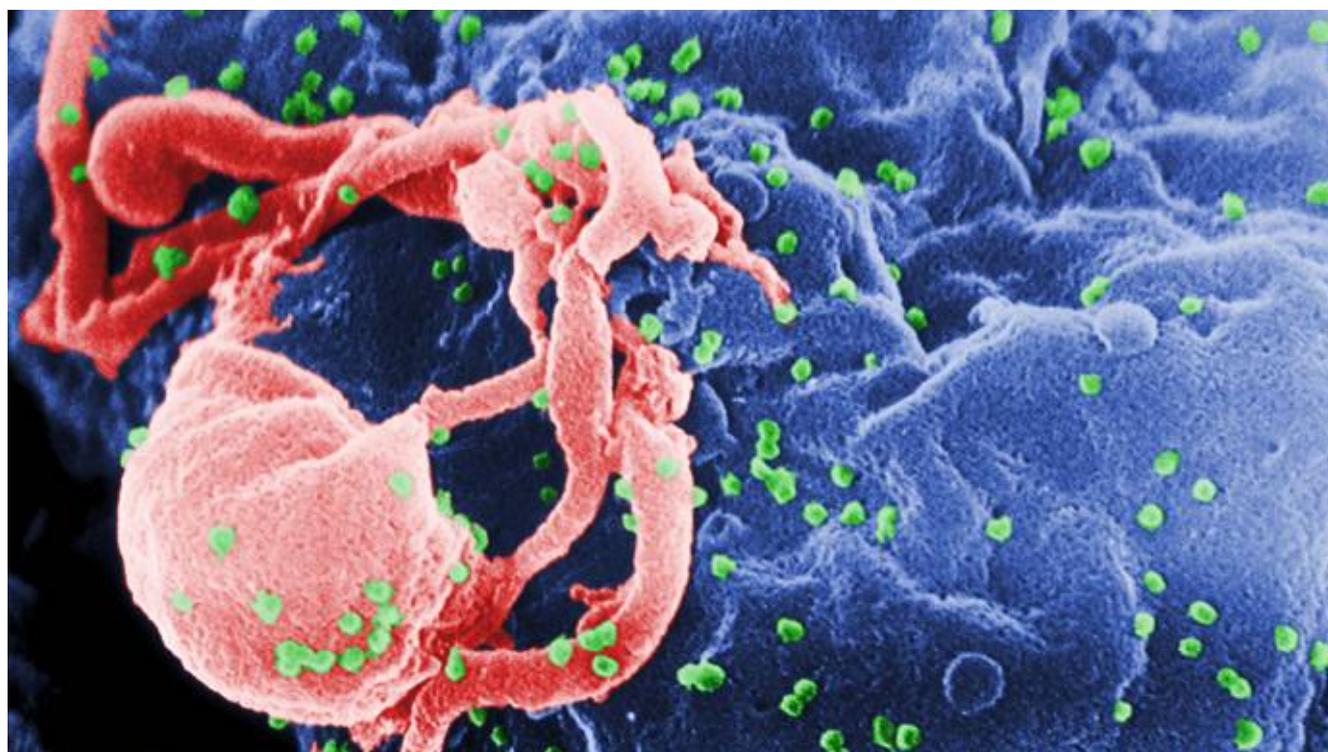
senta el reservorio más importante del VIH desde el punto de vista clínico. Aplicando modelos matemáticos se ha calculado que se necesitarían más de 60 años de terapia HAART continuada para eliminar este reservorio. El abordaje terapéutico de la latencia viral pasa por la reactivación viral en presencia de HAART<sup>4</sup> o por la intensificación de la terapia HAART,<sup>5</sup> sin embargo esto está lejos de ser una realidad en el tratamiento del Sida.

Investigadores de las Universidades de Cádiz y Córdoba estudian sustancias de origen vegetal para despertar el virus latente del VIH-1, inmune a la actual terapia, y lograr futuros tratamientos más efectivos.

desde la UCA. Este género vegetal se caracteriza por producir un látex blanco y lechoso que los expertos procesan para separar las fracciones de interés. Una vez detectadas las potencialidades de la planta, los investigadores de la UCA envían sus hallazgos al departamento de Fisiología e Inmunología de la Universidad de Córdoba, donde son expertos en analizar los efectos de nuevos compuestos sobre la reactivación de latencia del virus del Sida. De esta forma, los investigadores cordobeses comprueban si las muestras extraídas de las plantas *Euphorbia* son activas, porque ya cuentan con experiencia en moléculas aisladas de una planta de la

actividad semejante a la que provoca la prostatina, una sustancia que induce la reactivación de latencia viral. En concreto, el estudio de los expertos gaditanos y cordobeses se ha centrado en *Euphorbia officinarum*, especie utilizada en medicina tradicional para tratamiento de enfermedades de la piel y oftalmológicas. El estudio del látex de dicha especie procedente de Marruecos ha conducido al aislamiento de tres nuevos compuestos. Los investigadores han comprobado que uno de ellos induce la activación del virus HIV-1.

Los expertos ponen de manifiesto la importancia de activar las células infectadas para extraer el virus de



En este sentido, los investigadores del departamento de Química Orgánica la Universidad de Cádiz exploran sustancias de origen vegetal procedentes de la familia *Euphorbia* como reactivadores de la latencia de HIV-1, que servirán de base para el desarrollo de nuevos fármacos. “Estudiaremos primero las plantas de esta familia donde buscan los denominados ingoles, estructuras químicas que paralelamente sintetizarán en el laboratorio”, explica Rosario Hernández Galán, responsable del proyecto

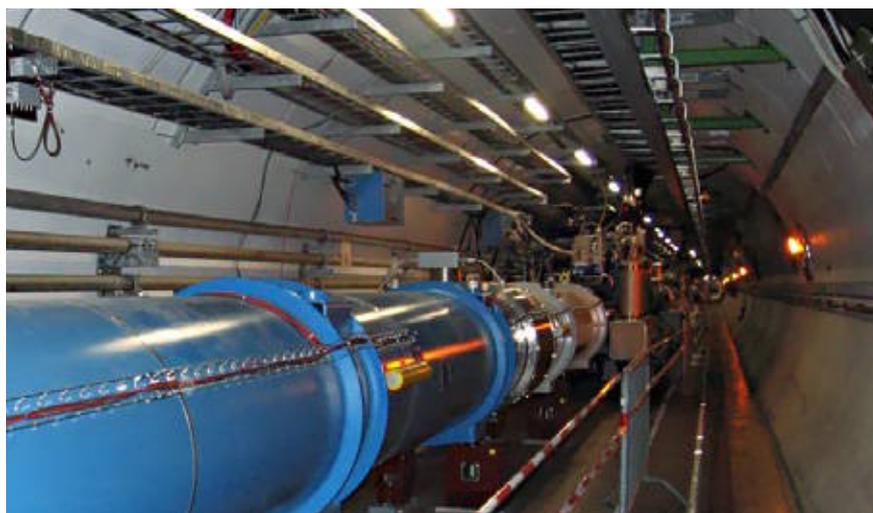
misma familia. En este proyecto, persiguen buscar nuevos compuestos que tengan más potencia y menos efectos secundarios mediante la modificación de la estructura de estas moléculas que sirven de molde. El siguiente paso es comprobar la efectividad de estas moléculas modificadas mediante ensayos *in vitro*, en modelos de infecciones latentes generadas por los expertos. La colaboración de ambos grupos de investigación ha permitido el aislamiento y caracterización de un nuevo compuesto que ha mostrado una

los reservorios, ya que, una vez que salen, como el paciente está bajo tratamiento, estos virus son sensibles a los antirretrovirales. Las dos aproximaciones posibles son identificar el reservorio y buscar un método dirigido contra las células que lo contienen para eliminarlas.

Una vez obtenida la sustancia procedente de las plantas *Euphorbia* con las propiedades de desenmascarar el virus latente, el siguiente paso será producirla en cantidades óptimas, aunque, según reconocen los expertos, este proceso se vislumbra largo.

# Buscando partículas de materia oscura en la Vía Láctea

Colaborar en la búsqueda de uno de los candidatos más aceptados a formar parte de la materia oscura, los WIMP o Partículas Masivas Débilmente Interactivas, es uno de los objetivos del grupo de investigación de la Universidad de Huelva *Nuevos desarrollos en estructura cuántica de la materia*. Este grupo de científicos realizará predicciones de teorías de partículas elementales gracias al Proyecto de Excelencia que financia la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia con un importe de 188.000 euros.



Centro:  
Universidad de Huelva

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2962

Nombre del proyecto:  
Nuevos desarrollos en estructura cuántica de la materia

Contacto:  
Mario Emilio Gómez Santamaría  
mario.gomez@dfa.uhu.es

Dotación:  
188.000 euros

En pleno siglo XXI, continúan las investigaciones para conocer la composición y la estructura del Universo. Después de miles de años de estudios sobre el cosmos, tan sólo se ha verificado que lo que se conoce como Vía Láctea es un conjunto de estrellas y cúmulos estelares junto con todo el gas y el polvo interestelar. Sin embargo, este grupo de astros no es el único cuerpo existente en el espacio pues existen otros enjambres cósmicos aún por descubrir. Según investigadores de la Universidad de Huelva, como Mario Gómez Santamaría, “el porcentaje de la materia que se conoce del cosmos es tan sólo el 5%”. Este experto, responsable del grupo de investigación *Nuevos desarrollos en estructura cuántica de la materia* de la Onubense, lidera un estudio para aportar más datos sobre el cosmos, en concreto sobre la materia oscura (aquella parte desconocida del Universo cuya existencia puede inferirse por los efectos gravitacionales de los elementos, como las estrellas, que forman parte de la materia visible).

El Proyecto de Excelencia *Nuevos desarrollos en estructura cuántica de la materia* que financia la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia con 188.000 euros va a permitir hacer nuevas averiguaciones en torno a la materia oscura pues entre sus objetivos principales está conocer la composición de unas partículas de las que se presupone está formado el Universo, las denominadas WIMP (*Weakly Interacting Massive Particles*, Partículas Masivas Débilmente Interactivas) junto con otros elementos candidatos

La materia oscura es un conjunto de partículas hipotéticas de materia que no pueden ser detectadas por la radiación que emiten y que no son visibles en ninguna parte del espectro electromagnético con los medios técnicos actuales. Sin embargo, su existencia puede inferirse a partir de los efectos gravitacionales que causa en estrellas o galaxias.



## La Física del siglo XXI

Estos trabajos se enmarcan en la *Teoría Más Allá del Modelo Estándar de la Física de Partículas*, un modelo que trata de buscar respuestas a preguntas que no ha resuelto el Modelo Estándar o la física del siglo XX. Ésta definió el conjunto total de partículas que forman el universo (quarks y leptones) y sus interacciones (bosones). Sin embargo, para estos expertos hay componentes del Universo que no se explican con la física tradicional, como la existencia

de un tipo de neutrino no descubierto hasta ahora y que podría arrojar luz sobre la materia oscura (se cree que representa alrededor de un cuarto de la masa del Universo).

Por eso, la nueva física supera ahora las limitaciones anteriores contemplando la gravedad y la teoría general de la relatividad en sus predicciones. Porque “para explicar los fenómenos de la materia oscura debemos centrarnos en el estudio de las partículas y sus in-

teracciones. Hay mucha materia, que ha de ser neutra y con masa que no interacciona en el Universo según podemos deducir de los datos obtenidos sobre los movimientos de los astros y del cosmos”, argumenta Mario Gómez Santamaría.

Este Proyecto de Excelencia de la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia realiza también investigaciones en torno a la Física de fluidos y la Física ambiental a nivel básico.

como los gravitinos y axinos, partículas elementales constituyentes de la materia. Según se desprende de investigaciones anteriores existen doce partículas elementales y cuatro tipos de interacciones (electromagnética, la gravedad, la fuerza nuclear fuerte y la fuerza nuclear débil) a partir de los cuales se puede construir todo el universo incluyendo sistemas tan complejos como los seres vivos. Entre esas partículas fundamentales están los quarks, el leptón, el electrón, el neutrino, el gravitón, el positrón, el potrón, el gluón, el fermión, el bosón, el mesón y el barrión.

Por todo ello, y para averiguar nuevos datos relacionados con la composición de la materia oscura, el grupo de la UHU se centra en la predicción de teorías supersimétricas (teorías de partículas elementales a partir de modelos teóricos matemáticos). Éstas, que se difundirán a la comunidad cosmológica internacional, son predicciones –basadas en factores de

temperatura y espacio- que servirán para que los experimentos actuales observen si pueden ser más sensibles a los datos formulados por los teóricos. “Nuestras conclusiones constituyen un estímulo para mejorar las técnicas experimentales actuales”, explica Mario Santamaría, investigador principal del equipo de la UHU.

Para ello, los científicos de la Onubense, en colaboración con otros físicos de partículas del Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN), con astrofísicos del Instituto Astrofísico de Andalucía y con científicos de las Universidades de Italia y Patras (Grecia), estudiarán los resultados de los experimentos que tienen lugar en los laboratorios subterráneos. Éstos emergieron como centros de experimentación adecuados en el campo de la física de partículas al atenuar la incidencia de los efectos de los rayos cósmicos a los que está normalmente expuesta la tierra. “La búsqueda de nuevas partículas, requiere de sofis-

ticados experimentos, de grandes inversiones que requiere colaboraciones internacionales”, aclara el físico. “Así, por ejemplo, el CERN despejará alguna incógnita en este sentido”, añade.

Uno de los experimentos que tienen lugar en el CERN (colisionador de protones a elevada energía) consiste en hacer enfrentarse protones (núcleos de hidrógeno) para ver qué tipo de partículas produce, si son elementales o no. “Los WIMP podrían ser uno de esos trozos resultantes de la colisión pero no se vería porque no interactúa con el detector”, esclarece Mario Santamaría.

A partir de este tipo de ensayos, todos los científicos del mundo, incluidos los de la UHU, esperan detectar la materia oscura. “Lo que se postula en cosmología y astrofísica es la existencia de materia oscura sin preocuparse de qué es. Cualquier cosa que pese y no se vea, puede ser materia oscura, siempre que haya la cantidad suficiente. Siendo la materia oscura 5 veces más abundante que la visible”, explica el físico.

Asimismo, el equipo de investigadores de la Onubense también realizará el seguimiento de otro de los experimentos centrados en la búsqueda de la materia oscura. En este caso es el denominado Dama Libra, un experimento construido en el laboratorio del Gran Sasso (Italia) y donde ya se han publicado datos que indican posibles señales de la materia oscura. “Aunque ningún otro experimento ha conseguido confirmarlo”, atestigua Mario Santamaría.

La hipótesis de la existencia de materia oscura fue planteada por primera vez por el astrofísico suizo Fritz Zwicky. En 1933, propuso que debía haber alguna otra forma de materia existente en la galaxia que no había sido detectada y con suficiente masa y gravedad para mantenerla.

La prueba de la existencia de materia oscura resolvería varias inconsistencias en la teoría del Big Bang, la expansión del Universo y la hipótesis cosmológica sobre el destino último del universo la conocida como Teoría del Big Rip o Teoría de la Expansión Eterna.

# Carbohidratos: más que ‘combustible’ del organismo

Más allá de su conocida función energética, los hidratos de carbono (o glúcidos) desempeñan otras tareas mucho menos conocidas, aunque igualmente vitales para los seres vivos. Uno de ellos, la heparina, actúa como regulador de la coagulación sanguínea, y también interacciona con proteínas relacionadas con el crecimiento celular. Esclarecer los mecanismos moleculares de estas interacciones carbohidrato-proteína es el objetivo de un Proyecto de Excelencia incentivado con 296.868 euros por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia.

La glicómica es el estudio comprensivo de la labor de los carbohidratos en los organismos. Un campo al que el Instituto de Investigaciones Químicas del cicCartuja, en el que trabajan el investigador científico del CSIC Pedro Nieto y su grupo, lleva años dedicando una atención especializada. Fruto de ella es la presente investigación, centrada en la capacidad de una familia de glúcidos naturales, los glicosaminoglicanos (GAG), para regular una gran variedad de funciones biológicas esenciales.

“Los hidratos de carbono GAG intervienen en procesos de gran importancia para la vida, más allá de la mera faceta metabólica, de aporte de energía, que se adjudica habitualmente a este tipo de biomoléculas”, destaca Pedro Nieto, investigador responsable del proyecto. “Concretamente, desempeñan un papel vital durante el control del crecimiento y la diferenciación celular, en el sistema inmune, cuando se producen infecciones por patógenos e incluso en el desarrollo tumoral”, subraya.

El proyecto que dirige este científico se interesa por la relación existente entre todos estos procesos y la “rica diversidad química” de los carbohidratos GAG. Según señala, esta familia de glúcidos ejerce su función mediante la formación de complejos con diversas proteínas, es decir, uniéndose a ellas. “Los agregados supramoleculares que ambas conforman son consecuencia de las estructuras físicas y químicas de estas sustancias, algo así como lo que sucede con una cerradura y su llave, para entendernos”, indica. La

comprensión de las bases moleculares de estas interacciones GAG-proteína es crucial para los investigadores, puesto que es la manera de poder llegar a manipularlas.

En concreto, la investigación del grupo se centra en una de estas interacciones, la producida entre la heparina (un glúcido GAG) y dos proteínas muy diferentes: las relacionadas con el factor de crecimiento para fibroblastos -células estructurales de diversos tejidos- y la antitrombina, que actúa como anticoagulante en la sangre.

Tal y como explica Pedro Nieto, el hecho de que el glúcido se combine con proteínas tan dispares plantea interrogantes científicos. “Si la heparina se relacionara con las dos a la vez y de igual manera se producirían hemorragias a la hora de crecer”, indica. De esta forma, conocer la forma en que el cuerpo logra que el carbohidrato interactúe sólo con

Los glúcidos están formados en su mayor parte por átomos de carbono e hidrógeno (junto a oxígeno en menor cantidad) firmemente enlazados. La unión posee una gran cantidad de energía, que es liberada y aprovechada por el organismo al romperse sus enlaces. Los glúcidos más simples, los monosacáridos, están formados por una sola molécula y constituyen la principal fuente de combustible del metabolismo celular, siendo la glucosa su representante principal.

Centro:  
Centro de Investigaciones  
Científicas Isla de la  
Cartuja (CSIC)

Área:  
FQM

Código:  
FQM 2969

Nombre del proyecto:  
Interacción de  
Glicosaminoglicanos y  
Factores de Crecimiento.  
Métodos para el estudio de  
sus bases moleculares

Contacto:  
Pedro Manuel Nieto Mesa  
pedro.nieto@iiq.csic.es

Dotación:  
296.868 euros



una de ellas según la necesidad del momento es uno de los objetivos del estudio. Esta alternancia “podría estar relacionada con el lugar ocupado en la molécula por ciertos sulfatos, que forman parte de la heparina aunque su ubicación puede variar”, apuntan los investigadores.

Según añade Pedro Nieto, las proteínas que se van a usar en el estudio están muy alejadas entre sí, “siendo elegidas precisamente por ello”. En el primer grupo se encuentra la antitrombina, que se une a la heparina para dar lugar a la antitrombina III, una glucoproteína que actúa 1.000 veces más rápido que la antitrombina por sí sola (el glúcido funciona en este caso como catalizador de la acción anticoagulante). El segundo grupo está formado por dos proteínas relacionadas con el factor de crecimiento para fibroblastos, las células más comunes del tejido conectivo (situado entre los órganos, vasos sanguíneos, etc..., encargándose de conferir sostén e integración al organismo), a las que también se une la heparina de cara a realizar su función.

Tal y como explica el científico del CSIC, “en el segundo caso el carbohidrato se combina con la proteína de forma más flexible que en el primero, requiriendo la unión heparina-antitrombina de una configuración molecular mucho más exacta y concreta”. Un resultado del estudio, que interesa mucho al equipo, será precisamente la determinación de estas configuraciones moleculares implicadas. “Nos hará progresar en la comprensión profunda de estas interacciones, aportando la visión combinada de química, bioquímica y estructura molecular tridimensional”, señalan los científicos.

El equipo subraya que, una vez conocidas en detalle estas interacciones a nivel molecular, se habrá dado un gran paso adelante de cara a cualquier proceso de interacción glúcido-proteína. Tal y como indican, “esta relación es de vital importancia en los seres vivos, y se encuentra presente en numerosos trastornos, incluyendo el crecimiento del cáncer”.



## Glúcidos, moléculas con un amplio papel biológico

Los hidratos de carbono están presentes en muchos procesos vitales en los seres vivos, más allá de la función de almacenamiento y consumo de energía que normalmente se les atribuye.

De esta forma, los glúcidos desempeñan diferentes funciones: energética, pero también estructural y de otros tipos, como la señalización celular (procesos mediante los cuales una célula convierte un determinado estímulo exterior en otra señal o respuesta específica). El primer caso, el de los carbohidratos que actúan como “combustible biológico” para las células, resulta imprescindible para mantener la actividad muscular, la temperatura corporal, la tensión arterial, el correcto funcionamiento del intestino o la actividad de las neuronas, entre otros muchos procesos.

Los glúcidos de tipo estructural pueden formar tramas esqueléticas muy resistentes, como puede ser el caso de la celulosa en las plantas –a las que confieren rigidez y forma-, o de la quitina que conforma los exoesqueletos de los arácnidos, crustáceos o insectos. Son por tanto una parte fundamental de la morfología de estos organismos.

Pero los hidratos de carbono juegan otros muchos papeles adicionales en los seres vivos, como por ejemplo el de formar parte de la unidad básica del ADN y el ARN (en el nucleótido, junto a una base nitrogenada y un ácido fosfórico). Constituyen de hecho un campo de estudio (la glicómica) a cuyo esclarecimiento se dedican muchos equipos de investigación en el mundo, además del encabezado por Pedro Nieto en el Instituto de Investigaciones Químicas de Sevilla.

# Comunicar sin ruidos ni interferencias

Las comunicaciones digitales se caracterizan por utilizar sistemas de transmisión o procesamiento de la información que manipulan una cantidad finita de valores. Por su parte, los sistemas analógicos abarcan un abanico continuo e infinito de valores distintos. Expertos de la Universidad de Sevilla estudian el *tratamiento de las interferencias en las transmisiones digitales*, que consiste en detectarlas y corregirlas, mediante el uso de matrices matemáticas. Se trata de un Proyecto de Excelencia financiado con 26.430 euros por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia.

En toda comunicación se producen ruidos (interferencias) que alteran el contenido del mensaje transmitido. Es decir, durante el proceso de transmisión o manipulación de información mediante sistemas digitales, aquella está expuesta a multitud de alteraciones que pueden afectar al contenido final del mensaje recibido. Por ello, un equipo de investigadores de la Universidad de Sevilla estudia cómo diseñar

de obtener un resultado final aprovechable, y es aquí donde radica la novedad del proyecto.

Para minimizar el efecto de las perturbaciones en las comunicaciones digitales, es posible seguir dos caminos. Por un lado, habilitar un canal de transmisión de la información más estable, lo que no garantiza siempre la recepción de un mensaje sin interferencias. Otra posibilidad es establecer esquemas de codifica-

Centro:  
Universidad de Sevilla

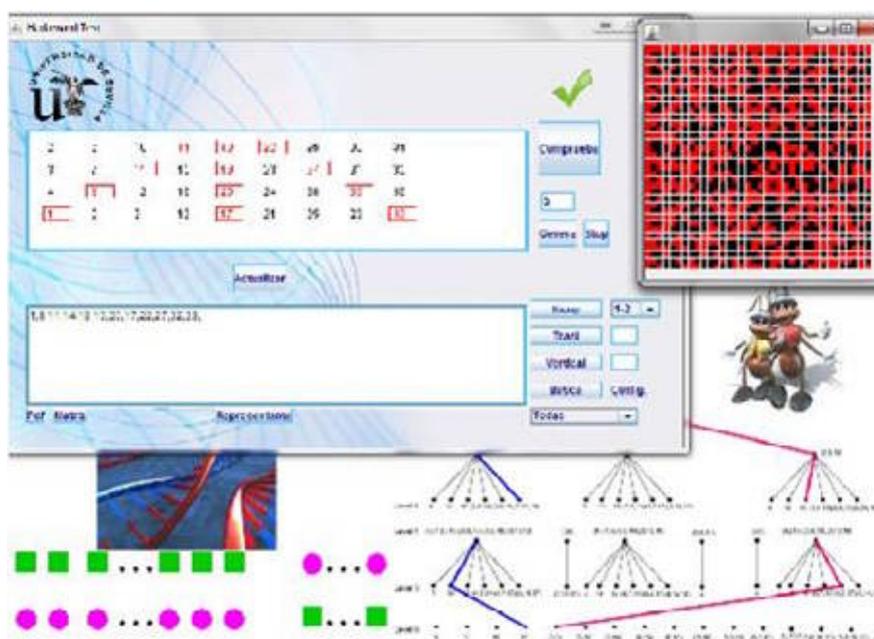
Área:  
FQM

Código:  
FQM 2980

Nombre del proyecto:  
Tratamiento de interferencias en las comunicaciones digitales

Contacto:  
Victor Alvarez Solano  
valvarez@us.es

Dotación:  
26.430 euros



códigos detectores y correctores de errores que puedan utilizarse en las comunicaciones digitales haciendo uso de las matemáticas. En concreto, aplican las denominadas matrices de Hadamard de un orden dado, es decir, grupos de cifras ordenadas en columnas y filas obtenidas mediante métodos heurísticos. Se trata de técnicas exploratorias para la resolución de problemas con el objeto

de obtener un resultado final adecuado.

En esta última opción se sitúa el proyecto coordinado por el profesor Víctor Álvarez Solano que pretende cubrir aspectos teóricos y computacionales de las interferencias en las comunicaciones digitales para su posterior aplicación práctica en el tratamiento (detección y corrección). Para ello, y dado que todas las comunicaciones digitales se realizan



## No es lo mismo detectar que corregir

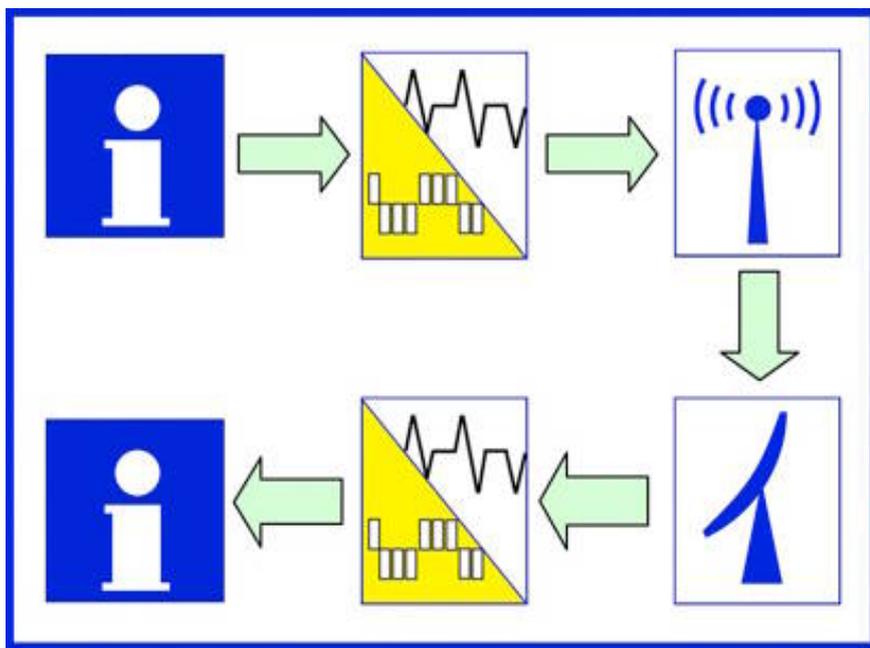
El equipo de la Universidad de Sevilla pretende identificar una compilación capaz de detectar y corregir errores en la transmisión de información digital, dado que detectar que se ha producido un error en una transmisión es sencillo, pero no siempre se corrige y la perturbación persiste. Por ejemplo, los códigos de barras de los productos que se comercializan son detectores pero no correctores. Así, cuando falla su lectura en la línea de cajas de un supermercado, el dependiente se limita a pasar el producto de nuevo hasta que la interpretación sea la adecuada. Es decir: el sistema no permite la corrección automática del fallo de lectura, dado que desconoce esta agrupación de barras y números que le corresponden al producto. Por el contrario, los códigos que requieren los reproductores de CD deben ser correctores de tal forma que el usuario no note el fallo producido en la transmisión, normalmente por motas de polvo, arañazos o huellas (errores a ráfagas). El lector láser del reproductor lee el CD, y si hay una huella, provoca un error en la información final. Para corregir esta posible interferencia, el CD dispersa los bits que conforman un mismo bloque de información e incluye redundancias que permitan recuperar la original.

codificando la información a enviar en bits (medida del sistema binario que consta de dos valores, 0 y 1), parten de una premisa demostrada por los investigadores Morris Plotkin y V.I. Levenshtein: “es posible traducir datos mediante códigos binarios con el mayor número posible de palabras utilizando matrices de Hadamard de tamaños adecuados”, indica el profesor Álvarez.

Estas tablas de números definidas por el matemático francés permiten construir un código óptimo, es decir, con el número adecuado de elementos para que, en caso de producirse interferencias en la comunicación, puedan corregirse el mayor número de errores mediante otro elemento de la recopilación “con un consumo proporcionado de tiempo y memoria”. “No sería razonable que para que un aparato de música corrigiera las motas de polvo sobre un CD requiriera que la música se parara cada segundo para corregir errores.

La misión Mariner 9 de la NASA de 1971 utilizó un código basado en matrices de Hadamard para la corrección de errores en la transmisión de fotografías captadas en Marte. Posteriormente, las sondas espaciales Voyager de los años 1979, 1980 y 1981 utilizaron el código de Golay que procede de una transformación de una matriz de Hadamard de orden 24 también con el mismo objetivo. Además, estas tablas numéricas se han utilizado en criptografía para el diseño de información cifrada.

de interferencias en comunicaciones digitales que pueda ser implementado en un ordenador, el equipo necesita construir matrices de Hadamard de órdenes adecuados. Así, en primer lugar estudian y caracterizan estos elementos matemáticos



¿Qué tipo de melodía podríamos escuchar? Se necesita, en cambio, un código que funcione al instante y que corrija lo máximo que pueda con esa limitación de que no conlleve retardo temporal alguno”, explica Álvarez.

Por ello, para lograr su objetivo final, que consiste en crear un *software* con una compilación de componentes detectores y correctores

que les permitan desarrollar heurísticas para su posterior construcción. Finalmente, el equipo pondrá en funcionamiento la aplicación que permita generar códigos óptimos.

Estas recopilaciones de datos detectores y correctores de errores son esenciales en cualquier transmisión digital, y, sobre todo, en el ámbito de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, ámbito que

se podría beneficiar de las mismas mediante su implantación real en empresas dedicadas a las comunicaciones digitales. “De hecho, su aplicación futura será interesante para entidades del sector TIC que trabajen con medios de difusión digital como fabricantes de lectores de CD o DVD o aquellas que se dedican a las comunicaciones por satélite”, señala el experto.

# Un recuento de objetos errantes por el Universo

Investigadores del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC) han iniciado un Proyecto de Excelencia dirigido a analizar las propiedades físicas de los objetos transneptunianos, los centauros, los cometas de la familia de Júpiter, los asteroides cercanos a la Tierra (NEOs) y los meteoroides. El trabajo, liderado por José Luis Ortiz, se basa en el análisis de observaciones astronómicas de diversos tipos desde Calar Alto, Sierra Nevada y La Sagra. Para el científico, “este conocimiento es de importancia cosmogónica porque nos proporcionará información esencial para comprender el origen y evolución inicial de nuestro Sistema Solar, así como el de otros sistemas planetarios”. El proyecto ha sido dotado con 298.795 euros.

Centro:  
Instituto de Astrofísica de  
Andalucía (IAA-CSIC)

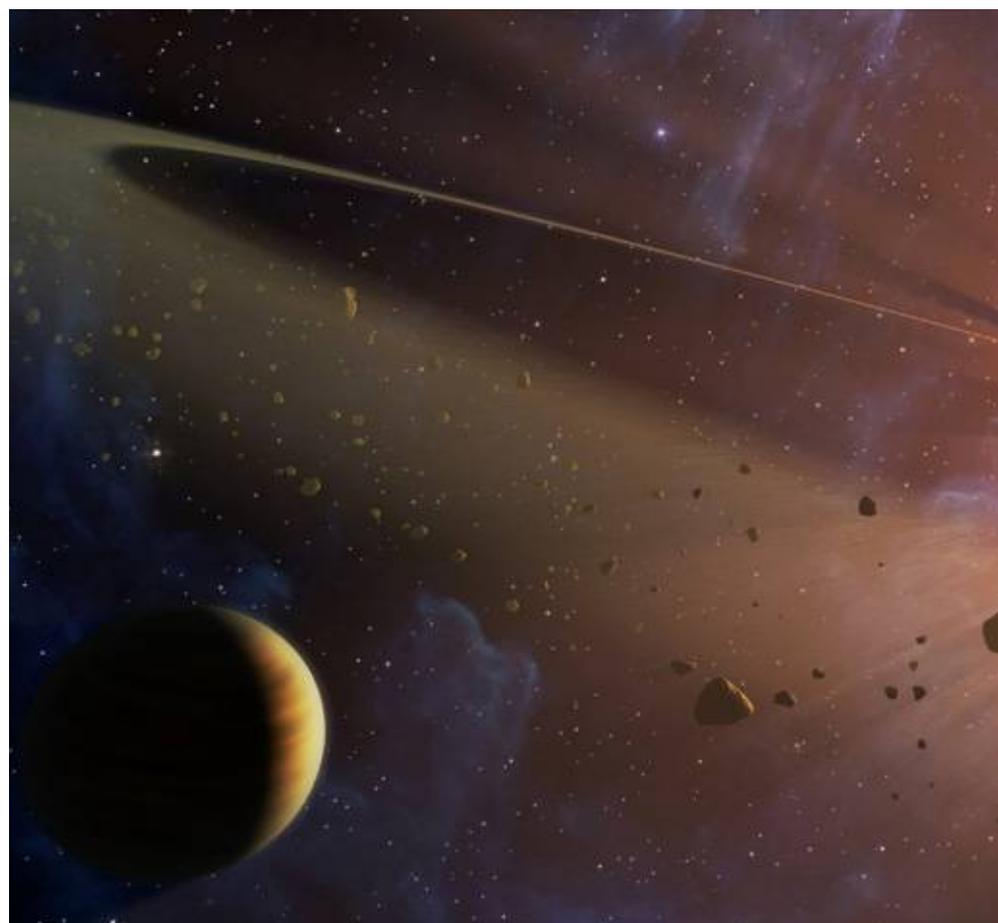
Área:  
FQM

Código:  
FQM 2998

Nombre del proyecto:  
Remanentes de la formación  
del sistema solar

Contacto:  
Jose Luis Ortiz Moreno  
ortiz@iaa.es  
(+34) 958 121 311

Dotación:  
298.795 euros



Investigadores del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC) han iniciado un Proyecto de Excelencia dirigido a estudiar algunas de las propiedades físicas de los denominados objetos transneptunianos, los centauros, los cometas de la familia de Júpiter, los asteroides cercanos a la Tierra (NEOs), los meteoroides.

El estudio, dirigido por José Luis Ortiz Moreno y dotado con cerca de 300.000 euros por la Junta de Andalucía, persigue aumentar el

conocimiento en aspectos como su formación y su evolución. “Es de importancia cosmogónica porque nos proporcionará información esencial para comprender el origen y evolución inicial de nuestro Sistema Solar, así como el de otros sistemas planetarios”.

Tres puntos de la geografía andaluza toman parte de este proyecto: Calar Alto (Almería), Sierra Nevada y La Sagra, en Granada, respectivamente. “Los estudios que pretendemos realizar estarán parcialmente

Surcando el espacio a poco más de un millón y medio de kilómetros al día, la sonda New Horizons, de la NASA, ya está a mitad de camino en su ruta hacia Plutón. “El 14 de julio de 2015, que es la fecha del acercamiento máximo, podremos distinguir objetos en la superficie de Plutón del tamaño de un campo de fútbol”, aseguran desde la NASA.



dirigidos a los estados rotacionales y a los efectos de las colisiones, así como a su dinámica orbital, aspectos que están íntimamente relacionados con estudio de los objetos transneptunianos (TNO), también denominados por algunos especialistas objetos del cinturón de Kuiper”, apunta.

Para Ortiz, los TNO son uno de los temas de mayor pujanza en las investigaciones del Sistema Solar. El descubrimiento de estos cuerpos ha causado una auténtica revolución. En apenas 15 años (desde el hallazgo

del objeto 1992QB1 por Jewitt y Luu, el cinturón de Kuiper ha pasado de considerarse un postulado teórico a ser la región más poblada del Sistema Solar. Actualmente, se estima, crudamente, que en la región entre 30 y 50 unidades astronómicas del Sol residen, aproximadamente 100.000 con diámetros próximos a los 100 kilómetros. “Este diámetro nominal de 100 kilómetros probablemente necesite revisión a la baja, habida cuenta de los últimos hallazgos sobre el albedo medio de estos objetos. Nunca antes se había descu-

lejos que Plutón en la mayoría de los casos), son de los cuerpos menos evolucionados del Sistema Solar. Por ello su estudio nos dará claves que no se encuentran en ningún otro lugar (salvo quizá en los cometas de la nube de Oort) sobre la materia que constituía la nebulosa solar primitiva y sobre la formación del sistema solar y su evolución temprana. Además, el cinturón Transneptuniano proporciona la conexión natural con el estudio de discos protoplanetarios que se observan en algunas estrellas. No en vano, y a pesar de las

## Los cometas de corto periodo

La importancia de los estudios de objetos transneptunianos incluso ha trascendido el ámbito académico y así por ejemplo, el descubrimiento de Eris, un objeto mayor que Plutón, llegó a tener importantes repercusiones sociales a través de los medios de comunicación. El descubrimiento de este objeto precipitó la caída de Plutón de planeta a planeta enano. En la actualidad se piensa

que el cinturón transneptuniano es la principal fuente de donde proceden los cometas de corto periodo. Ello se debe a que para mantener una población estacionaria como la de los cometas de corto periodo (cuyo tiempo de vida medio es del orden de los 100.000 años) se requiere una reserva de estos objetos en un lugar diferente a la nube de Oort.

bierto un cinturón cuya población es tan grande y había pasado completamente inadvertida”, subraya el investigador.

Uno de los objetos más interesantes a estudio son los denominados NEO's (Near Earth Objects), cuya importancia radica, esencialmente, en su peligrosidad, ya que al orbitar cerca de la Tierra son susceptibles de colisionar con ella. De hecho, sabemos que son una de las principales causas de extinción masiva en la Tierra y la posible causa natural de la destrucción de la civilización.

Constantemente se citan NEO's como potencialmente peligrosos. El denominado 2004MN4 (Apophis) ha sido uno de los que mayor probabilidad ha tenido de colisionar con la Tierra a corto plazo. Incluso, desde el sector aeroespacial norteamericano se propuso la realización de una misión espacial para desviar su trayectoria. Los TNOs, principalmente por su enorme lejanía del Sol (más

dificultades, NASA ya ha lanzado una misión espacial específica denominada New Horizons que visitará Plutón y otro TNO aún sin precisar.

Los conocimientos en el campo de los Objetos Transneptunianos están evolucionando a un ritmo vertiginoso. “Un mayor número de observaciones en el futuro y el estudio de la distribución de los periodos de rotación en función de diversos parámetros orbitales y diferentes poblaciones, así como en función de los tamaños también pueden arrojar luz sobre el asunto. Asimismo, es evidentemente necesario el estudio de las composiciones de las superficies mediante espectroscopía, fundamentalmente infrarroja. Esta última línea de trabajo puede resultar clave, ya que al no aportar sólo información de color, el estudio es mucho más completo. Estas son líneas de investigación que queremos desarrollar en nuestro proyecto”, concluye.



# Viaje científico al espacio interestelar

Investigadores del grupo 'Estructura de la materia' de la Universidad de Huelva (UHU), coordinados por el profesor Miguel Carvajal, estudian diferentes especies moleculares que componen el medio interestelar. Este trabajo de investigación básica es el paso previo para que los astrónomos conozcan el proceso de formación de las estrellas.



Centro:  
Universidad de Huelva

Área:  
FQM

Código:  
FQM 3014

Nombre del proyecto:  
Espectroscopía rovibracional  
de moléculas de interés  
astrofísico y atmosférico

Contacto:  
Miguel Carvajal Zaera  
miguel.carvajal@dfa.uhu.es  
(+34) 959 219 792

Dotación:  
96.000 euros



Los astrónomos han calculado que el número de estrellas de la Vía Láctea, la galaxia a la que pertenece el Sol, asciende a cientos de miles de millones. Desde la Tierra, el número de estrellas observables a simple vista se ha calculado en unas 8.000, la mitad en cada hemisferio. Durante la noche, sólo se ven unas 2.000 al mismo tiempo, mientras que el resto queda oculta por la luz del cielo y también por la neblina atmosférica, sobre todo cerca del horizonte.

A miles de kilómetros de distancia, vemos la luz que emiten, pero ¿cómo se forman las estrellas? El polvo y gas que hay en el espacio interestelar, compuesto por moléculas, se concentran en nubes por

acción de la gravedad. Esta acumulación de materia dará lugar, en el transcurso del tiempo, a la creación de nuevas estrellas. Por tanto, conocer la composición química de las nubes interestelares es clave para entender el proceso de formación de estos astros luminosos porque, entre otras cosas, las moléculas se usan en astronomía para saber las condiciones físicas de las nubes interestelares y su tiempo de vida.

En este sentido, investigadores de la Universidad de Huelva especializados en espectroscopía molecular analizan la luz que emiten las moléculas y, a partir de sus espectros, estudian su estructura y colaboran en la detección de moléculas en di-

ferentes nubes interestelares. “Las moléculas rotan, vibran y tienen diferentes rangos de energía. Con esos movimientos, emiten haces de luz a distinta frecuencia: en el rango visible, infrarrojo, microondas, etc. Además, cada molécula emite luz a unas frecuencias determinadas. Por ejemplo, las cosas que tenemos a nuestro alrededor tienen un color debido a que las moléculas que las componen emiten luz, tras absor-

berla, a una frecuencia característica”, comenta Miguel Carvajal, físico de la Universidad de Huelva responsable del estudio.

Este trabajo de investigación básica, denominado Espectroscopía rovibracional de moléculas de interés astrofísico y atmosférico y al que la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia ha financiado con 96.000 euros, es de gran utilidad para las observaciones de nubes in-

(HCOOCH<sub>3</sub>), “una molécula orgánica de gran interés astrofísico”.

En este estudio colaboran dos centros franceses: el laboratorio experimental LISA de Paris/Créteil y el laboratorio PhLAM de la Universidad de Lille. Ambos laboratorios tienen instrumentos espectroscópicos de medida que permiten la obtención de espectros de alta resolución de cualquier molécula en un rango espectral amplio. “Experimentalmente, ellos miden el espectro de esta molécula y los datos que obtenemos los envían a nuestro laboratorio. A partir de ahí, comienza nuestro trabajo”, especifica Carvajal.

Desde la UHU, estos investigadores aportan el lado más teórico. “Para que los radioastrónomos puedan hacer uso de la información experimental obtenida en ambos laboratorios, analizamos estos datos mediante modelos teóricos que permitirán la asignación de los números cuánticos de las líneas de transición y predecimos nuevas líneas”, especifica Carvajal, encargado de realizar este trabajo junto con su equipo.

Una vez realizadas las predicciones las envían al Centro de Astrobiología, ubicado en Madrid, y que es el único centro fuera de Estados Unidos adscrito al Instituto de Astrobiología de la NASA.

De esta forma, los astrónomos comparan las líneas que observan de las nubes interestelares con las nuevas líneas predichas en la UHU y “si coinciden, quiere decir que han detectado la especie molecular que buscaban”.

Otra de las moléculas con la que trabajarán es el ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>), por su interés atmosférico. “El ácido nítrico juega un importante papel en la estratosfera de la tierra como reserva de las especies NO<sub>x</sub> (óxidos de nitrógeno) y HO<sub>x</sub> (óxidos de hidrógeno). Ambas especies contribuyen activamente, a través de reacciones catalíticas, a la destrucción de las moléculas de ozono en la estratosfera. Por esta razón, la molécula de ácido nítrico ha sido objeto de numerosos estudios espectroscópicos”, explica Miguel Carvajal.



Las estrellas individuales visibles en el cielo son las que están más cerca del Sistema Solar en la Vía Láctea? La más cercana es Proxima Centauri, uno de los componentes de la estrella triple Alpha Centauri, que está a unos 40 billones de kilómetros de la Tierra. Se trata de un sistema de tres estrellas situado a 4,3 años luz de nuestro planeta, que sólo es visible desde el hemisferio sur. La más cercana (Alpha Centauro A) tiene un brillo real igual al de nuestro Sol.

terestelares que realiza la comunidad astronómica, ya que suministrará información sobre los espectros de luz emitidos por las moléculas que las componen.

“Nuestro trabajo actual consiste en ayudar a quitar la mala hierba para encontrar las flores entre la maleza, es decir, eliminar las líneas espectrales de las especies moleculares más abundantes (en las nubes interestelares) para que los astrónomos puedan identificar, a través de sus observaciones, nuevas especies de interés astrofísico y astrobiológico.”

En particular, una de las moléculas que están analizando estos expertos de la UHU es el formato de metilo



# Reacciones químicas con extractos vegetales

Las lactonas sesquiterpénicas son un tipo de compuestos químicos que se pueden encontrar en algunas plantas como el girasol, la árnica o en la familia de las compuestas (como el girasol o la margarita común) y que presentan actividades biológicas relacionadas con la defensa de los vegetales. Es decir, pueden funcionar como herbicidas frente a la invasión de otras especies. Tienen, además, gran variedad de propiedades con posible aplicación médica ya que son anti-bacterianas, anti-fúngicas, anti-virales o inhibidoras de la absorción de alcohol. Un grupo de investigadores de la Universidad de Cádiz prepara nuevas lactonas a partir de otras sencillas presentes en la naturaleza para una futura aplicación farmacológica. Se trata de un Proyecto de Excelencia incentivado con 368.000 euros por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia.



Centro:  
Universidad de Cádiz

Área:  
FQM

Código:  
FQM 3031

Nombre del proyecto:  
Obtención de sesquiterpenos bioactivos mediante técnicas convencionales y biotecnológicas

Contacto:  
Jose Maria Gonzalez Molinillo  
chema.gonzalez@uca.es

Dotación:  
368.000 euros

Los sesquiterpenos constituyen una de las familias de productos naturales más abundantes y con mayor espectro de actividades biológicas. Han sido descritas como agentes alelopáticos, es decir, compuestos químicos que, liberados por una planta, ejercen su acción en otra ya sea de forma beneficiosa (colaborando en su germinación y desarrollo) o perjudicial (impidiendo que la otra planta crezca cerca de la que libera estas sustancias). De hecho, muchas de las malas hierbas más perjudiciales contienen estas lactonas. Sin embargo, también hay plantas que no son invasoras, como el girasol, que pueden ser consideradas alelopáticas. Por lo general, se aíslan principalmente de la parte aérea de especies pertenecientes a la familia de las asteráceas a la que pertenecen la camomila, la árnica o la caléndula. También pueden encontrarse en las raíces y en especies pertenecientes a umbelíferas (la cicuta), lauráceas (el laurel), magnoliáceas (el árbol del magnolio), entre otras. El interés por estas mo-

léculas se remonta al uso de ciertas plantas como remedios en la medicina popular. Por ejemplo la camomila, rica en partenolido (sustancia que evita el estrechamiento de los vasos sanguíneos), se utiliza como remedio para tratar la migraña y los extractos de árnica para el tratamiento de procesos inflamatorios crónicos.

Algunos agentes alelopáticos encargados de la defensa de una planta frente a su entorno podrían ser utilizados como herbicidas naturales. Así la sorgoleona, una sustancia que produce un tipo de gramínea denominada sorgo, suprime el crecimiento de plantas de semillas pequeñas. Este compuesto natural inhibe varios procesos fisiológicos y enzimas en las plantas como, por ejemplo, el transporte de electrones que se produce durante la fotosíntesis, por lo que podría ser usado en agroquímica para eliminar malas hierbas en las cosechas.



Para analizar las propiedades beneficiosas de estos compuestos, un equipo de investigación del departamento de Química Orgánica de la Universidad de Cádiz, liderado por el profesor José María González Molinillo, desarrolla un Proyecto de Excelencia financiado con 368.000 euros con el objetivo de preparar nuevas lactonas sesquiterpénicas a partir de otras sencillas de fácil acceso presentes en extractos de plantas.

Los científicos obtendrán nuevos compuestos de tipo sesquiterpeno sintetizándolas en el laboratorio. A continuación, se centrarán en la obtención de nuevos sustratos mediante biotransformaciones, en las que se utilizan material de origen biológico, por ejemplo, enzimas para la realización de las transformaciones químicas. El resultado serán lactonas creadas en laboratorio con posibilidades reales de aplicación. Finalmente, realizarán la evaluación de la citotoxicidad, es decir, hasta qué punto estos nuevos compuestos obtenidos pueden ser tóxicos a células humanas, tanto sanas como en líneas celulares de diversos tipos de cáncer, paso necesario para un futuro uso como fármaco.

El profesor González destaca el número de lactonas sesquiterpénicas aisladas, así como el rango de actividades biológicas estudiadas, que va creciendo año tras año. “Mientras que en 1970 se conocían unas ciento sesenta, en 1977 se pasó a setecientas. A principios de la década de los noventa se conocían más de 3.000



y actualmente el número supera las 7.500 estructuras conocidas. En cuanto a la variedad de propiedades biológicas, se han publicado estudios en los que se identifican lactonas con propiedades anti-bacterianas, anti-fúngicas o anti-virales por ejemplo”.

Precisamente, destaca el grupo de investigación que el amplio espectro de propiedades biológicas que presentan las lactonas sesquiterpénicas se convierte en uno de los principales problemas para la aplicación de este tipo de moléculas con fines terapéuticos: la baja selectividad. Esto implica que si un compuesto es muy activo, puede a la vez beneficiar y perjudicar. “Por ejemplo, una determinada sustancia puede provocar la muerte celular de células cancerosas, lo que sería positivo, pero también la muerte de las sanas, lo que sería perjudicial”, destaca González y añade que

“por ello, es importante que sean selectivos, es decir que tengan actividades limitadas sobre determinadas especies o tipos de células y, por tanto, mayores ventajas a la hora de su uso como herbicida, fungicida, medicamento, etc.”

En este contexto, se realizan estudios para la búsqueda de derivados bioactivos más específicos desarrollados a partir de modelos naturales de actividad contrastada. Por ello, los expertos no sólo están trabajando con lactonas sesquiterpénicas, sino que se incluyen derivados de los heliannuoles, una nueva familia de sesquiterpenos aislados de las hojas de girasol, y de las brevionas, metabolitos (cualquier molécula utilizada producida durante el metabolismo) de un hongo *Penicillium brevicompactum*.

La naturaleza sigue poseyendo el arsenal más completo a la hora de realizar transformaciones en determinadas sustancias con mayor rendimiento y selectividad, de ahí que las biotransformaciones puedan brindar a los investigadores nuevas herramientas para realizar modificaciones a las que no se puedan acceder fácilmente a través de los procedimientos no biotecnológicos. Estas reacciones darán lugar a nuevas estructuras y una gran variedad de derivados a los que habrá que buscar posibles aplicaciones tales como futuros fármacos bien para enfermedades comunes (anti-hongos) u otras más complicadas como la malaria e incluso el cáncer.

## La alelopatía o interacción de las plantas con el medio

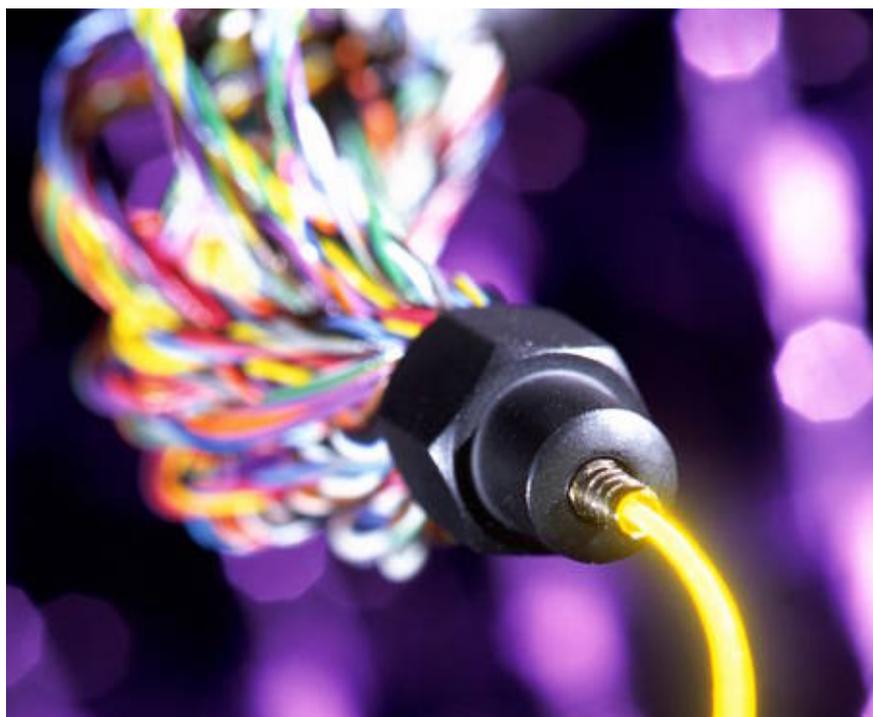
Ya en la antigüedad, Teofrasto (371-287 a.C.) fue el primero en referirse al fenómeno de la Alelopatía al hacer mención al efecto inhibitor del bleado (*Amaranthus* spp.) sobre la alfalfa. En 1832, el botánico suizo de Candolle sugirió que “la enfermedad del suelo” asociada a ciertas plantas cultivadas en algunas rotaciones se debía a los exudados de los cultivos. Cincuenta años después se alertó sobre el efecto nocivo de los árboles de nogal negro

en el crecimiento de las plantas en los alrededores. Tuvieron que pasar otros cincuenta años para acuñar el término alelopatía, de etimología griega y que significa literalmente “perjuicio mutuo”, por Molisch en 1937. Esta definición fue ampliada posteriormente por Rice para incluir tanto los efectos inhibidores como los estimulantes de una planta (o microorganismo) a otra a través de un producto químico (aleloquímico). Este término ha ido sufriendo diver-

sas modificaciones hasta la acepción actual, que lo define como “la ciencia que estudia cualquier proceso que implique metabolitos (cualquier molécula utilizada o producida durante el metabolismo) secundarios producidos por plantas, algas, bacterias y hongos que influyan en el crecimiento y desarrollo de sistemas cultivados y biológicos” y en el que, por tanto, se incluye cualquier interacción de las plantas con su medio ambiente.

# La revolución cuántica mejora las comunicaciones

La Información Cuántica es una ciencia que surge hace apenas un cuarto de siglo con el propósito de mejorar la transmisión y el procesamiento de la información. Investigadores del Grupo de Fundamentos de Mecánica Cuántica del departamento de Física Aplicada II de la Universidad de Sevilla desarrollan un Proyecto de Excelencia, incentivado con 99.000 euros por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía, cuyo objetivo es buscar nuevas aplicaciones en el ámbito de la informática y de las telecomunicaciones.



Centro:  
Universidad de Sevilla

Área:  
FQM

Código:  
FQM 3037

Nombre del proyecto:  
Teoría de nanoestructuras  
con aplicaciones en  
información cuántica

Contacto:  
Diego Frustaglia  
frustaglia@us.es

Dotación:  
99.000 euros

El sistema actual de procesamiento y tratamiento de la información, basado en la Teoría Clásica donde la unidad de información es el bit (adquiere valores numéricos de 0 ó 1), es susceptible de ser “hackeado”. Muestra de ello es que las claves de seguridad de los bancos podrían ser atacadas si los “cacos” disponen de las herramientas adecuadas. Sin embargo, el proyecto propuesto por el grupo de investigación que dirige el doctor Diego Frustaglia, *Teoría Cuántica de la Información y sus aplicaciones nanotecnológicas*, solventaría, en gran medida, estos problemas de seguridad. Se trata de aplicar la Información Cuántica en el procesamiento de datos, lo que genera un sistema más seguro y prácticamente indescifrable.

Concretamente, los expertos se centran en el estudio teórico de las

nanoestructuras, que son los sistemas utilizados para el diseño, por ejemplo, de ordenadores cuánticos, equipos que presentan mayor potencia de cálculo que los actuales, dado que su código de actuación no son los tradicionales ceros y unos del sistema binario, sino los *qubits*, unidades que representan la información en forma de esfera. Esta nueva forma de representación de la información supone un cambio en su procesamiento, como resalta el investigador principal, Diego Frustaglia: “Las estructuras basadas en estos requerimientos constituyen una herramienta que permite evolucionar hacia nuevas tecnologías, más rápidas y seguras. Por ejemplo, ya se ha construido un canal aéreo de comunicación de máxima seguridad entre las islas de La Palma y Tenerife”. Y añade: “Cabe resaltar que se trata de



## La importancia de los qubits en la Información Cuántica

El proyecto se desarrolla a través del estudio de los qubits, unidades de información en las que se basa la Teoría Cuántica. Así los define el doctor en Física Aplicada, Diego Frustaglia: “Si los clásicos bits del sistema binario pueden optar entre 0 y 1, el qubit es también una combinación geométrica de estos estados pero basada en el Principio de Superposición Cuántica”. Éste propugna que el qubit se representa como un punto sobre una esfera, lo que le permite optar a cualquiera de las infinitas coordenadas que componen dicha superficie. “La estructura de esta unidad de información permite que la Teoría Cuántica de la Información integre a la Teoría Clásica basada en lógica binaria”, explica Frustaglia. Para los expertos, estas propiedades cuánticas que subyacen gracias al uso de los qubits son las que permiten, por ejemplo, el diseño de algoritmos de cálculo que se pueden utilizar en las contraseñas de acceso a ciertas plataformas y que requieren una seguridad extrema.

investigaciones teóricas, es decir, no buscamos aplicaciones tecnológicas inmediatas sino avanzar en un terreno abierto a avances que pueden generar un cambio global en las telecomunicaciones actuales”.

Entre los objetivos principales del proyecto se encuentra el estudio de la nanotecnología asociada a aplicaciones como la criptografía y la teleportación. La primera se refiere a los problemas fundamentales de seguridad presentes en los canales usuales de comunicación, como las operaciones interbancarias o con tarjetas de crédito vía Internet. “En la lógica binaria, el mensaje o clave

puede ser descifrado si se cuenta con suficiente tiempo y/o recursos. Con nuestra propuesta, los protocolos cuánticos de comunicación, en cambio, proveen una seguridad inviolable desde el punto de vista físico”, apunta Frustaglia. Por otro lado, la teleportación cuántica se describe como una técnica empleada para la transferencia de información cuántica de un sistema a otro, recreando la información del primero en el segundo. Es decir, esta aplicación puede resultar útil, por ejemplo, en casos donde sea necesario crear canales seguros de información. “Se transfiere sólo información, no materia. Asher Peres, uno de los descubridores de esta aplicación, respondió -ante la pregunta de un curioso periodista- que no puede teleportarse el cuerpo, sino el espíritu”, apunta el experto.

### Una investigación teórica

Según apunta José Pablo Baltanás, miembro del equipo de investi-

*El punto cuántico, también llamado átomo artificial, es una estructura microscópica diseñada para la manipulación de luz y materia a nivel cuántico. Los puntos pueden ser de diversos tamaños (desde el nanómetro hasta el micrómetro), y su estructura presenta características afines al átomo, como es la capacidad de comportarse como pequeñas trampas o recipientes de electrones. En este sentido, esta propiedad es similar al núcleo atómico, pero con una gran ventaja: los puntos cuánticos son mucho más grandes.*

*Esta característica permite que los científicos puedan diseñarlos en función de sus preferencias, resultando, por ende, más sencillo el control y la manipulación del estado cuántico de los electrones que se encuentran atrapados en la “caja”. Estos átomos artificiales son, además, elementos que intervienen en el diseño de los qubits.*

gación, en la fabricación de equipos eléctricos como transistores o portátiles, la tendencia actual es reducir, cada vez más, la escala de los circuitos que los integran. En este sentido, existe un límite natural en la microelectrónica: el átomo. Por ello, el primer paso de los estudios descansa en comprobar la dificultad de controlar las propiedades, por ejemplo, de un circuito electrónico reducido al tamaño de varios átomos y que, al modificar su estructura interna, pierde su funcionalidad. “La única salida para que esto no ocurra es un cambio de paradigma tecnológico. Nosotros optamos por diseñar nuevos dispositivos basados en la Teoría Cuántica que determina el estado microscópico de la materia (y la luz), lo que implica una modificación radical en el concepto de información y su procesamiento”, explica el investigador principal del proyecto, Diego Frustaglia.

Por ello, para realizar esta investigación los expertos recurren al estudio de la Teoría Cuántica de nanoestructuras que describe cómo, los ordenadores actuales, empezarán a trabajar bajo los principios de esta ciencia emergente. Las últimas investigaciones apuntan que esta incipiente disciplina devendrá en un nuevo paradigma tecnológico que terminará por revolucionar las telecomunicaciones. Esta revolución será aún más espectacular que la protagonizada por objetos como el láser o los materiales semiconductores, primeros productos tecnológicos de la Física Cuántica que cuentan como precedentes. Asimismo, se trata de una investigación teórica que persigue proponer un cambio en el panorama actual de la gestión de la información. “Investigamos cómo, la Mecánica Cuántica, permitiría crear una nueva estructura en las telecomunicaciones que supere a la actual. Podríamos construir ordenadores cuánticos, con una excepcional capacidad de cálculo y procesamiento de información, que superan a cualquier equipo de los que tenemos hoy día en nuestros hogares, instituciones públicas o empresas”, concluye el experto.

# Buscando una nueva física de partículas

El equipo de Francisco del Águila Giménez, de la Universidad de Granada, busca un modelo más general que explique las desviaciones del modelo estándar de la física de partículas. Este proyecto ha sido reconocido con la calificación de excelencia y financiado con 331.000 euros por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia.

La dinámica de la materia y de la energía en la naturaleza se entiende mejor en términos de cinemática e interacciones de partículas. La ciencia ha logrado reducir las leyes que parecen gobernar el comportamiento y la interacción de todos los tipos de materia y de energías a un conjunto pequeño de leyes y teorías fundamentales. Sin embargo, una meta importante de la física es encontrar la base común que uniría a todas estas en una teoría del todo, en la cual todas las otras leyes que conocemos serían casos especiales, y de la cual puede derivarse el comportamiento de toda la materia y energía.

El Modelo Estándar (ME) de la física de partículas describe las relaciones entre las interacciones fundamentales conocidas entre partículas elementales que componen toda la materia. Es una teoría cuántica de campos desarrollada entre 1970 y 1973 que es consistente con la mecánica cuántica y la relatividad especial. Hasta la fecha, casi todas las pruebas experimentales de las tres fuerzas descritas por el modelo estándar están de acuerdo con sus predicciones.

Sin embargo, el ME no alcanza a ser una teoría completa de las interacciones fundamentales debido a que no incluye la gravedad, la cuarta interacción fundamental conocida, y debido también al número elevado de parámetros numéricos (tales como masas y constantes que se juntan) que se deben poner a mano en la teoría.

El ME agrupa dos teorías importantes - el modelo electrodébil y la cromodinámica cuántica - lo que proporciona una teoría internamen-



te consistente que describe las interacciones entre todas las partículas observadas experimentalmente. Técnicamente, la teoría cuántica de campos proporciona el marco matemático para el ME.

Para facilitar la descripción, este modelo se puede dividir en tres partes: las partículas de materia, las partículas mediadoras de las fuerzas y el bosón de Higgs.

Para Francisco del Águila, responsable del Proyecto de Excelen-

Centro:  
Universidad de Granada

Área:  
FQM

Código:  
FQM 3048

Nombre del proyecto:  
Búsqueda de nueva física en colisionadores de partículas y observatorios de astropartículas

Contacto:  
Francisco Del Águila Giménez  
faguila@ugr.es  
(+34) 958 243 205

Dotación:  
331.668 euros

cia, *Búsqueda de nueva física en colisionadores de partículas y observatorios de astropartículas*, dotado con cerca de 300.000 euros, “el buen acuerdo del ME de las interacciones electrodébiles y fuertes con los datos experimentales requiere que los efectos debidos a nueva física sean pequeños a baja energía, y sólo observables en experimentos de mayor precisión y/o energía”.

Uno de los ejemplos citados por

contribuirán, como al estudio de la estructura de sabor en general, los colisionadores de gran luminosidad a menor energía”.

Para el investigador de la UGR se requieren cálculos precisos de los procesos de producción y desintegración en el Modelo Estándar y en sus extensiones. El LHC y el colisionador lineal internacional (ILC) pondrán límites a la existencia de supersimetría a bajas energías, de

los procesos de mayor interés para el estudio de la física de sabor”.

Entre los primeros destacan el desarrollo del código ALPGEN, que describe los procesos del ME que se esperan observar en el LHC, para incorporar la producción de las nuevas partículas predichas por las extensiones de dicho modelo que están mejor motivadas, como las basadas en supersimetría, modelos de Higgs pequeño o dimensiones extra;



Del Águila es el gran acelerador de protones LHC, que explorará ambos dominios. “Esperamos desvelar el mecanismo de rotura electrodébil y descubrir eventualmente el bosón de Higgs”, aclara. Para el investigador de la UGR, “el LHC será, de igual modo, la mayor factoría de *quarks top*, produciendo además un enorme número de *quarks bottom* y de *leptones tau*, lo que permitirá el estudio detallado de las propiedades de la tercera familia, al que también

dimensiones extra, o de modelos con nuevas interacciones gauge en los que el bosón de Higgs es un pseudo-bosón de Goldstone.

El grupo de Del Águila realizará una evaluación sistemática de esos observables en el ME y sus extensiones, “mereciendo especial atención el estudio no perturbativo de los efectos de las interacciones fuertes, el cálculo más preciso y eficiente de los procesos perturbativos en grandes colisionadores y, en general, de

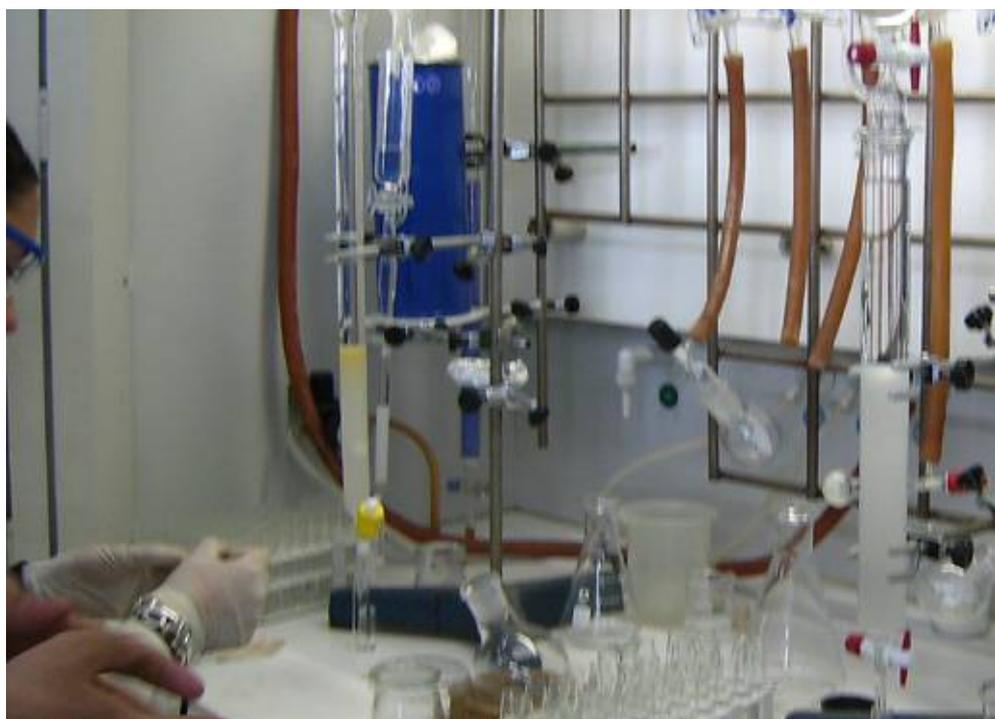
y el cálculo preciso de elementos de matriz en Cromodinámica Cuántica para la extracción de parámetros fundamentales de las medidas de precisión de procesos con quarks b obtenidas por BABAR y BELLE.

Con esa información y los resultados de los experimentos de rayos cósmicos, como AUGER, esperamos restringir el espacio de parámetros de esas posibles extensiones, y explicar las posibles desviaciones del ME que se puedan observar.



# Detergentes derivados de productos naturales

Los surfactantes son sustancias de uso común que se utilizan como detergentes en productos de limpieza o como emulsionantes y espumantes en alimentación y en cosmética, que permiten mezclar y mantener estables estos productos y alargar su fecha de caducidad. Un grupo de investigadores de la Universidad de Sevilla estudia la preparación y caracterización de surfactantes que contienen productos naturales como ácidos grasos, aminoácidos y azúcares de alto valor añadido. Ello permitirá la obtención de surfactantes biodegradables, biocompatibles y no tóxicos, con un potencial aplicado importante. Se trata de un Proyecto de Excelencia financiado con 90.585 euros por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia.



Centro:  
Universidad de Sevilla

Área:  
FQM

Código:  
FQM 3056

Nombre del proyecto:  
Preparación y estudio de nuevos surfactantes multicatenarios de alto valor añadido a partir de materias primas renovables

Contacto:  
María Luisa Moyá Morán  
moya@us.es

Dotación:  
90.585 euros

Los surfactantes son moléculas que constan de una porción afín al agua (hidrofílica) y otra no afín a ésta (hidrofóbica), que se denomina lipófila. Por esta doble naturaleza se las denomina moléculas anfifílicas, característica responsable de sus propiedades, gracias a las que están presentes en una gran variedad de productos de los que el ser humano se beneficia. Se usan como detergentes y limpiadores, como emulsificantes y espumantes en la industria alimentaria, en productos cosméticos, en productos farmacológicos, etc. Un grupo de investigación de la Universidad de Sevilla estudia y prepara surfactantes derivados de productos naturales como ácidos grasos, aminoácidos y azú-

cares, que sean biodegradables, biocompatibles y no tóxicos, así como el estudio de las propiedades fisicoquímicas de las disoluciones de dichos tensioactivos.

Existe una estrecha relación entre la estructura de los surfactantes y sus propiedades, dado que éstas son las responsables de su potencial aplicado. Por ello es necesaria la preparación y el estudio de surfactantes con diferentes estructuras. Así, estudios previos han demostrado que determinados surfactantes derivados de aminoácidos pueden actuar como encapsuladores de ADN, lo que supone su potencial aplicación como agentes antiviricos. Otros presentan una elevada actividad antibacteriana. También se puede des-



taçar la relación entre la estructura de los surfactantes y su utilización como agentes emulsionantes. Es decir, permiten la dispersión de un líquido en otro no compatible, por ejemplo aceite en agua, que permite alargar la vida de los alimentos. Son emulsiones con las que estamos familiarizados la mayonesa y la margarina o la leche, en cuyo caso el surfactante natural es la caseína.

Dada la importancia aplicada de los surfactantes, el equipo de investigación de la Universidad de Sevilla coordinado por la profesora M<sup>a</sup>

Luisa Moyá Morán en colaboración con la profesora Inmaculada Robina Ramírez, diseña y sintetiza surfactantes a partir de ácidos grasos, azúcares y aminoácidos. La estrategia consiste en prepararlos con una estructura análoga a la de tensioactivos naturales para minimizar su toxicidad e impacto medioambiental. Además, se estudian las propiedades que presentan las disoluciones de dichos surfactantes, para investigar su multifuncionalidad y su potencial de usos futuros. Para la profesora Moyá son especialmente

importantes los surfactantes derivados de aminoácidos por su posible utilización en productos de uso tóxico o de consumo, dado que no son tóxicos. “De especial interés es la interacción entre este tipo de tensioactivos con el ADN y las membranas celulares, lo que les hace potenciales portadores de material genético que podría ser introducido en las células mediante transfección génica. En la actualidad, este tipo de procesos está siendo ampliamente investigado en relación con el desarrollo de factores antivirales.

#### Identificación de sus propiedades

A medida que se obtengan los surfactantes, los investigadores estudiarán su capacidad de agregación en disolución acuosa. Es decir, analizarán cómo, cuando se supera una determinada concentración de surfactante, sus moléculas se unen, en un proceso de auto-asociación llamado micelización, formando micelas que es el mecanismo por el cual un jabón o un detergente solubiliza las moléculas insolubles en agua, como las grasas, limpiando una mancha. En este sentido, el equipo lleva a cabo un estudio termodinámico completo de las disoluciones de los surfactantes y la determinación de las características de las micelas que forman en disolución.

Para llevar a cabo la caracterización de las disoluciones de los surfactantes preparados se utilizan numerosas técnicas, entre las que destaca la resonancia magnética nuclear (RMN), cuyas medidas se llevan a cabo en los Servicios Generales de la Universidad de Sevilla.

El equipo también determina las propiedades biológicas de los surfactantes. Entre ellas destaca su capacidad antibacteriana, su toxicidad y su biodegradabilidad. Estos estudios se realizan en colaboración con investigadores que trabajan en las correspondientes áreas.

Finalmente, se identificarán las propiedades que hacen de los tensioactivos preparados sustancias de interés aplicado, de forma que a la vez que mantienen su funcionalidad se incremente su biodegradabilidad, y se reduzca su toxicidad.

## La utilidad de la Resonancia Magnética Nuclear

Los expertos de la Universidad de Sevilla utilizan en sus ensayos la Resonancia Magnética Nuclear (RMN), técnica que utiliza un campo magnético potente, pulsos de radiofrecuencia y un ordenador que registra los datos y permite crear imágenes detalladas de aquello que se desea observar. La RMN permite estudiar moléculas sencillas, macromoléculas, tejidos e incluso organismos completos. Una de sus aplicaciones más conocidas se da en la medicina, mostrando órganos, tejidos blandos, huesos, y prácticamente el resto de las estructuras internas del cuerpo.

La US dispone de un servicio de RMN ubicado en el Centro de Investigación, Tecnología e Innovación (CITIUS), que centraliza los servicios generales de investigación de los que dispone la universidad. El equipo de investigación coordinado por la profesora M<sup>a</sup> Luisa Moyá utiliza la RMN para realizar el análisis estructural de los surfactantes sintetizados y para investigar las interacciones a nivel molecular en las disoluciones de surfactantes.

Los surfactantes pueden utilizarse para encapsular ADN que posteriormente puede introducirse en las células de los seres vivos en un proceso que se llama transfección génica. Ésta es una técnica de la medicina molecular que permite atacar un virus o una bacteria desde el interior de las células. Para ello se abren poros o agujeros transitorios en la membrana celular, que permite el paso de dicho material genético.



# Detectando los colores de las moléculas

La obtención de nuevos marcadores fluorescentes que respondan como sondas *on/off* cuando se efectúa la disociación/asociación de un protón y su aplicación al análisis de la concentración de ión fosfato en células *in vivo*, mediante imágenes de tiempos de vida media de fluorescencia en moléculas individuales, centra el Proyecto de Excelencia del grupo Fotoquímica y Fotobiología de la universidad de Granada, incentivado por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia con 361.248 euros.



Centro:  
Universidad de Granada

Área:  
FQM

Código:  
FQM 3091

Nombre del proyecto:  
SMFS aplicada a las reacciones de transferencia protónica en el estado excitado de colorantes QF xanténicos y a la transferencia resonante de energía entre estos colorantes e intercaladores de ADN.

Contacto:  
Jose Maria Alvarez Pez  
jalvarez@ugr.es

Dotación:  
361.248 euros

La espectroscopia de fluorescencia es una técnica que recoge y analiza la luz que emite una muestra. En este proceso, un haz luminoso excita los electrones de las moléculas, que al volver a su estado fundamental, emiten luz de una longitud de onda distinta. Esta emisión luminosa se conoce como fluorescencia.

El proyecto que dirige el catedrático de Fisiología de la Universidad de Granada, José María Álvarez Pez, aborda el estudio de nuevos marcadores fluorescentes con aplicación en sistemas biológicos de interés como células y macromoléculas como el ADN o las proteínas.

Los nuevos colorantes son derivados de la fluoresceína, una sustancia hidrosoluble de color amarillo que produce fluorescencia de color verde intenso en un medio alcalino, es decir, con pH mayor a 7. “La fluoresceína es el representante más típico de una familia de colorantes muy utilizados en diversas aplicaciones, aunque presenta algunas desventajas. Una de ellas es que su velocidad

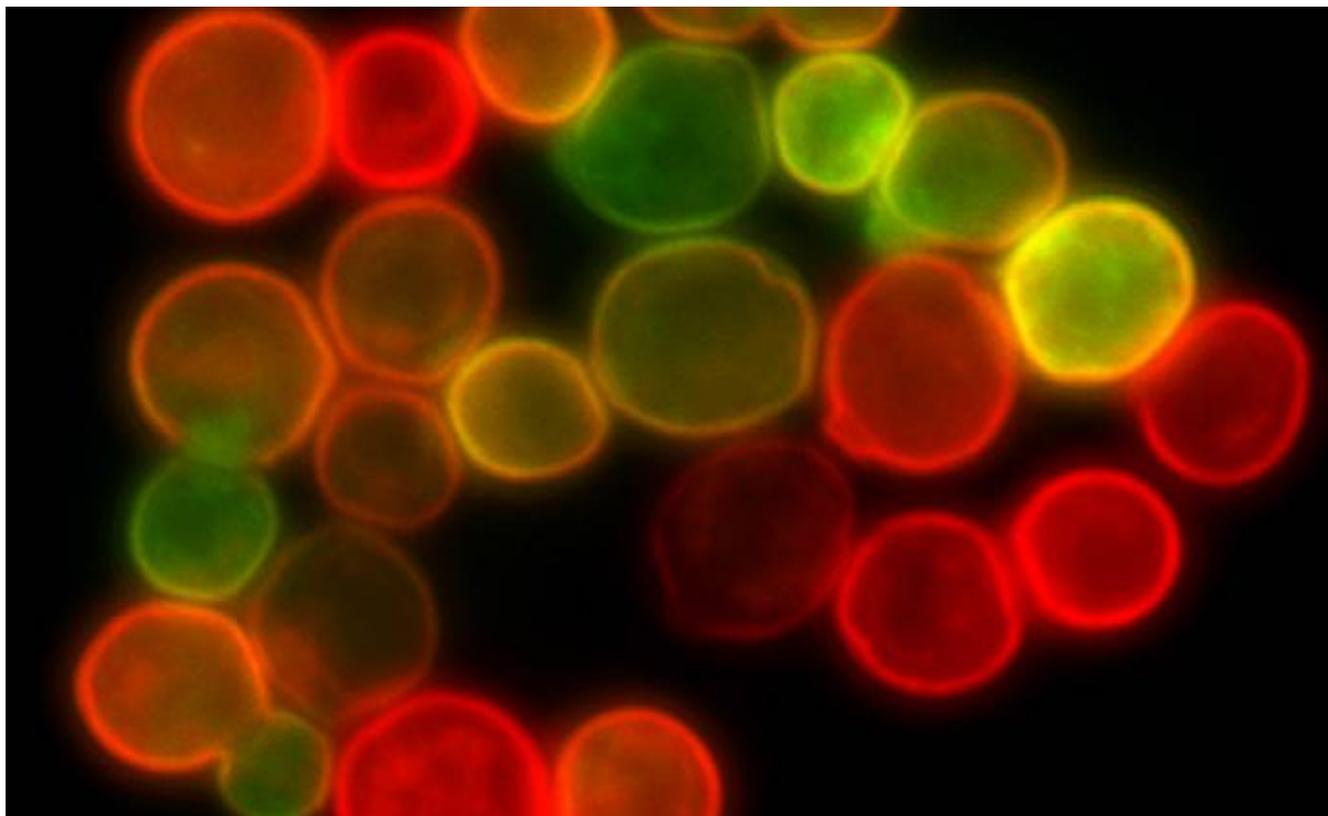
de fotoblanqueamiento sea relativamente alta, es decir, que los fluoróforos pueden ser destruidos por la exposición a la luz”, matiza el investigador. Otra desventaja es que su fluorescencia sea sensible al pH en las cercanías de la neutralidad, aunque esto, en nuestro caso, se debe de considerar una ventaja, ya que la sensibilidad al pH permite la detección de la hibridación de cadenas complementarias de ADN.

Por eso, “el objetivo es sintetizar compuestos que sean más estables a la excitación luminosa para que puedan actuar como sondas fluorescentes de ADN con la sensibilidad y estabilidad suficiente para reconocer genes a nivel de moléculas individuales”, apunta el investigador principal del proyecto.

Los investigadores deberán estudiar las propiedades fotofísicas de los nuevos compuestos y describir sus propiedades espectrales. Entre las más interesantes está comprobar su comportamiento como nuevas sondas fluorescentes denominadas

Cuando una sustancia absorbe luz ultravioleta o visible, los electrones de valencia (los más externos) de la molécula pasan a un orbital molecular de mayor energía, es decir, se excitan. La permanencia en el estado excitado es muy efímera y la molécula debe de perder la energía absorbida en un tiempo muy corto (la billonésima parte de un segundo). Esta pérdida de energía se puede realizar liberando calor o mediante la emisión de luz.

A la emisión de luz que sucede desde estados electrónicos excitados, se le denomina luminiscencia y se divide en dos categorías: fluorescencia y fosforescencia, dependiendo del estado electrónico excitado desde el cual se emite la luz. La fluorescencia cesa tan pronto como la fuente de excitación se corta, mientras que la fosforescencia perdura un cierto tiempo una vez que se para la excitación.



*on/off*. “Estos colorantes fluorescen o apenas lo hacen o no fluorescen nada en función de las condiciones del medio. Así, cuando el pH es ligeramente ácido, el compuesto no fluoresce (por tanto, está en modo *off*), mientras que a pH alcalino el compuesto emite una fluorescencia verde muy intensa (modo *on*)”, afirma.

Otra propiedad de enorme interés es el tiempo de vida media de fluorescencia, es decir, el valor medio del tiempo que tardan las moléculas en emitir la radiación fluorescente. Los expertos han demostrado que, en los alrededores del pH fisiológico, el tiempo de vida de los nuevos fluoróforos depende exclusivamente de la concentración de fosfato presente en el medio, lo que permite la detección de la captación de fosfato en células vivas (osteoblastos) y el cálculo de su concentración en el interior celular.

De ahí que, además de estudiar el comportamiento de los nuevos derivados en función del pH del medio, los investigadores se propongan usar los tiempos de vida media de fluorescencia que posee cada molécula individual, para obtener imágenes, basadas en los mencionados tiempos de vida, que reflejen la con-

centración intracelular de fosfatos. Así, si sumergimos osteoblastos, que son células involucradas en el crecimiento de los huesos, en medios con diferente cantidad de fosfato, la sonda fluorescente permitirá detectar la concentración de fosfatos en función de su tiempo de fluorescencia. Esto permite evaluar la utilidad de un fármaco en la captación de fosfato por parte de las células óseas, lo que resultaría muy novedoso en el campo del análisis farmacéutico, a juicio de los investigadores.

Disponer de la instrumentación adecuada es fundamental para el estudio de moléculas individuales. En este sentido, el director del proyecto matiza que utilizarán como fuente de excitación un láser pulsado y detectores de fotones tan sensibles que pueden detectar la incidencia de un solo fotón. Se trata de un equipo muy avanzado que permitirá realizar uno de los primeros trabajos sobre transferencia de protones a nivel de una sola molécula”.

## A la velocidad de la luz

En el proceso de fluorescencia hay una modalidad que se basa en la transferencia de energía por resonancia (FRET). Consiste en utilizar dos fluoróforos de propiedades cuidadosamente seleccionadas: la longitud de onda de la luz emitida por uno de ellos, el dador, coincide con la absorbida por el otro, el aceptor. Si estos marcadores están próximos, se produce una transferencia de energía entre ambos y la luz emitida que se detecta es la propia del aceptor. Una molécula que actúa de dador y

otra de aceptor se incorpora a una macromolécula como un ácido nucleico o una proteína. Ésta, cuando realiza su función, sufre cambios estructurales que van a influir en la posición de los fluoróforos. Así, si la distancia entre éstos es grande, la eficacia de la transferencia de energía es baja por lo que se detecta la fluorescencia procedente del dador. Por el contrario, si ambos fluoróforos se aproximan, se produce el intercambio de energía y la fluorescencia detectada es la que corresponde al aceptor.

# Fotocatalizadores a partir de energías renovables

Buenos, bonitos, baratos... y ecológicos. Estas cuatro premisas reúnen las condiciones necesarias para que un producto sea rentable, sin perder de vista el respeto al medio ambiente. En este sentido, un equipo multidisciplinar de investigadores de la Universidad de Almería (UAL), coordinados por el profesor del departamento de Química Inorgánica Antonio Romerosa Nievas, ha conseguido crear catalizadores capaces de reaccionar en agua y que aprovechen la luz solar para producir hidrógeno, compuesto químico muy escaso en la Tierra y que requiere producción industrial.

Los catalizadores, sustancias que alteran la velocidad de una reacción química, simplifican los tiempos en los procesos de fabricación y producción de múltiples productos, como pueden ser, nuevos alimentos, jabones, limpiadores industriales, etc. Además, estos mecanismos catalíticos abaratan costes y dan lugar a productos más económicos y rentable.

En esta línea trabaja un equipo multidisciplinar de investigadores de la Universidad de Almería (UAL), liderado por Antonio Romerosa, que trata de crear catalizadores capaces de reaccionar en agua y que aprovechen la luz solar como fuente de energía. De esa forma se puede producir hidrógeno, un compuesto químico muy escaso en la Tierra y que requiere producción industrial.

El objetivo de este grupo multidisciplinar de investigación, formado por químicos, ingenieros, técnicos de las industrias, expertos en crecimiento cristalino y de superficies minerales, es utilizar productos naturales y ecológicos de bajo coste para conseguir productos de alto valor añadido.

De hecho, están inmerso en la elaboración y producción de derivados químicos a partir de la energía solar, lo que vendría a sustituir el uso de otras fuentes energéticas tradicionales como el carbón o la electricidad.

Para poner en marcha este trabajo de excelencia, titulado Síntesis y caracterización de polímeros polimetálicos solubles en agua. Estudio de sus propiedades químicas,

físicas y actividad fotocatalítica en agua, la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia les ha financiado con 275.600 euros.

Este grupo estudia además cómo conseguir un catalizador que permita la obtención de plásticos en agua a partir de productos naturales. Para conseguirlo, emplearán un fotocatalizador lo que permitiría aprovechar asimismo la luz solar. "El agua es un disolvente muy bueno. No arde ni contamina, pero es un medio complejo para que se produzca la reacción y controlarlo es complicado. No obstante, se trata de un proceso novedoso, puesto

*El hidrógeno conserva las principales energías renovables, como la solar y la eólica. Estas fuentes de energías renovables generan electricidad de forma discontinua y su almacenamiento es tecnológicamente complicado. En cambio, el hidrógeno cuenta con un medio apto para su conservación.*

*A diferencia de lo que se cree, el hidrógeno no es una fuente de energía primaria como el gas, el petróleo o la radiación solar. Es un vector energético, un portador de energía que permite producir otra energía como es la electricidad.*

Centro:  
Universidad de Almería

Área:  
FQM

Código:  
FQM 3092

Nombre del proyecto:  
Síntesis y caracterización de polímeros polimetálicos solubles en agua. Estudio de sus propiedades Químicas, Físicas y actividad fotocatalítica en agua.

Contacto:  
Antonio Manuel Romerosa Nievas  
romerosa@ual.es  
(+34) 950 015 305

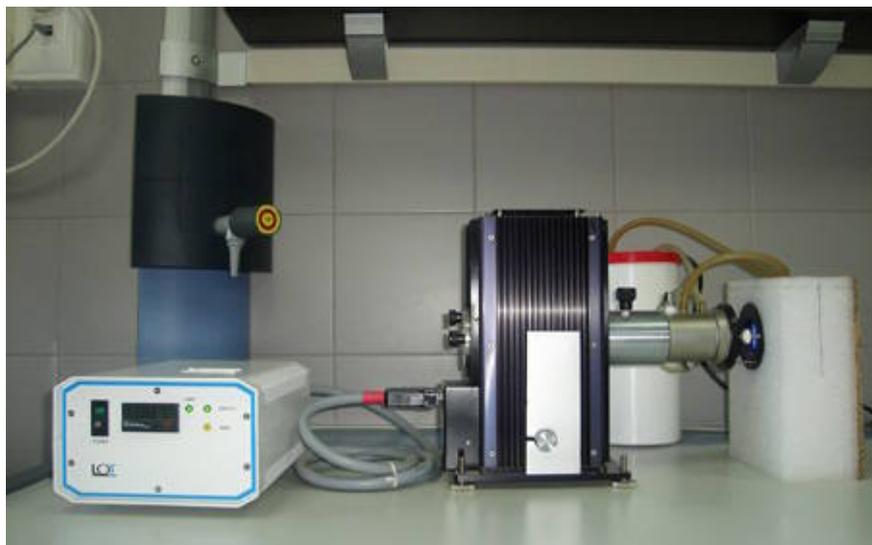
Dotación:  
275.600 euros

que hay pocos catalizadores que reaccionen en agua. Casi todos lo hacen empleando disolventes orgánicos (acetona, etanol, cloroformo, etc) no inorgánicos como el agua”, explica Romerosa.

De esta forma, la producción de plástico se haría íntegramente desde Almería. Esto supondría no tener que depender de la disponibilidad, precios y tiempos de entrega de las grandes multinacionales a la hora de contar con este material tan demandado en los sectores industrial, y hortofrutícola de la provincia almeriense.

## Abono elaborado mediante energía solar

Estos investigadores de la UAL han conseguido producir abono a partir de la energía procedente del Sol. Para ello, emplearon fósforo como materia prima. Los derivados fosforados, con fósforo en su composición química, se usan en todas las áreas de la vida: los jabones son derivados fosforados, los pesticidas son derivados fosforados, los abonos también son derivados fosforados, etc.). La mayor parte de los derivados fosforados se obtienen del fósforo blanco a partir de un proceso industrial muy primitivo, totalmente obsoleto y muy contaminante. Desafortunadamente no existe ningún otro que lo sustituya. Por eso es muy importante encontrar procesos industriales para obtener los derivados fosforados por un nuevo procedimiento más económico y respetuoso con el medio ambiente. En esta línea también trabaja el grupo de la U. de Almería, que ha patentado un procedimiento para obtener fosfatos y fosfitos (los componentes de los abonos) a partir de fósforo blanco e irradiación solar. Es un método eficiente, limpio y ecológico.



# Emulsiones para combatir desórdenes alimenticios

Investigadores de la Universidad de Granada trabajan en diferentes emulsiones constituidas por un mediador lipídico que interviene en la anorexia para lograr productos de interés para aplicaciones biomédicas. El grupo de María José Gálvez Ruiz ha recibido un incentivo de la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de 198.000 euros.



Centro:  
Universidad de Granada

Área:  
FQM

Código:  
FQM 3099

Nombre del proyecto:  
Caracterización Físico-Química y Biomédica de nanoemulsiones: Nuevos fármacos del tratamiento de desórdenes alimenticios.

Contacto:  
María José Gálvez Ruiz  
mjgalvez@ugr.es  
(+34) 958 243 212

Dotación:  
197.701 euros

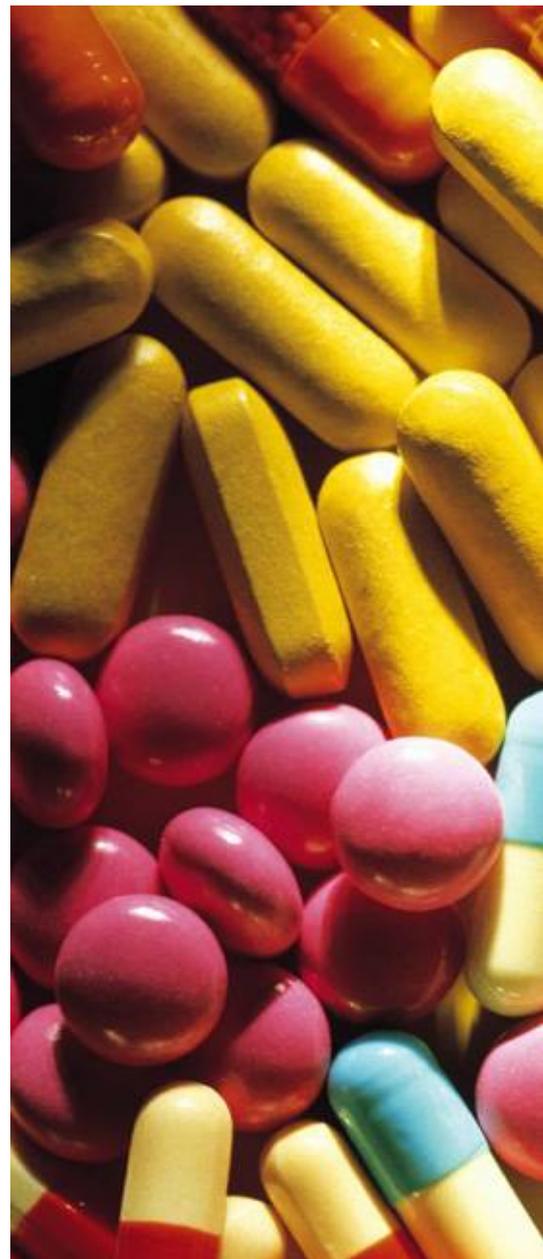
Un equipo multidisciplinar formado por investigadores de la Universidad de Granada (UGR) y la Fundación IMABIS trabajan conjuntamente en el diseño de nanoemulsiones capaces de encapsular nuevos fármacos con los que poder tratar desórdenes alimenticios, como la anorexia o la bulimia, u otros trastornos relacionados con la alimentación, como la obesidad.

La leche, la mantequilla o la mayonesa son ejemplos cotidianos de emulsiones, fenómeno que se produce cuando un líquido se dispersa en otro, en forma de pequeñas gotitas.

Este proceso físico, a escala nanométrica, es objeto de estudio de un grupo multidisciplinar formado por investigadores pertenecientes al grupo Física de Fluidos y Biocoloides de la Universidad de Granada y al grupo Neuropsicofarmacología de la Fundación IMABIS, Instituto Mediterráneo para el Avance de la Biotecnología y la Investigación Sanitaria.

En concreto, los investigadores de la UGR, coordinados por la doctora en Física María José Gálvez Ruiz, comenzarán a diseñar y preparar distintas emulsiones, de las que estudiarán su estabilidad coloidal, así como sus posibles aplicaciones en diferentes sectores, como la industria farmacéutica, la alimentaria o hasta en empresas de pintura, entre otras.

En este sentido, el grupo granadino analizará el efecto de emulsiones que contengan oleoiletanolamida (OEA) -molécula que actúa regulando el apetito- sobre el metabolismo de lípidos en el hígado. Estos estudios servirán para medir la viabili-



dad biomédica de estos compuestos y el desarrollo de nuevos fármacos. "Las nanoemulsiones son sistemas muy versátiles que se caracterizan por el tamaño de las partículas dispersadas. Además, tienen la particularidad de ser inestables por na-



turalidad, es decir tienden a formar agregados, y para elaborar un producto se han de estabilizar. Para ello se utilizan sustancias denominadas emulsionantes. Precisamente nos dedicamos a comprender el efecto de estas moléculas, en función de su carga eléctrica o estructura química, para tratar de justificar por qué se comportan de una u otra forma, es decir, porque en algunos casos son inestables y en otros no, además



de establecer relaciones entre su estructura y sus propiedades funcionales”, concreta María José Gálvez, responsable del estudio.

De cara a la posible aplicación en nutrición, farmacia o medicina, los investigadores de la UGR realizarán

una completa caracterización físico-química de las emulsiones que forman estas moléculas en medio acuoso, en condiciones similares a las fisiológicas, determinando una serie de propiedades físicas como el tamaño de las partículas.

Tras caracterizar la estabilidad de estas emulsiones a nivel físico-químico, probarán con animales de laboratorio. Según Gálvez, “utilizaremos ratas Wistar a las que admi-

## Una grasa para perder peso

Con este Proyecto de Excelencia los investigadores de la UGR están sentando las bases de una futura investigación aplicada: el desarrollo de un fármaco útil en trastornos alimentarios y en esteatosis hepática, también conocida como hígado graso. Según Gálvez, “si se confirman los efectos de la molécula OEA y otros compuestos sintéticos con las investigaciones realizadas en la Fundación IMABIS, el siguiente paso es desarrollar un fármaco con efectos profilácticos en enfermos con estos problemas. El sistema de vehiculización del mismo estaría resuelto con nuestra investigación sobre las emulsiones diseñadas, preparadas e investigadas a fin de añadir OEA o análogos sintéticos a disoluciones acuosas”.

nistraremos las emulsiones con los diferentes compuestos y así analizar la existencia, en caso de que la hubiera, de algún tipo de interferencia por parte de los emulsionantes con los efectos metabólicos que se pretenden estudiar. El último paso será finalmente realizar los correspondientes estudios de metabolismo energético”. Todos estos trabajos se enmarcan en el Proyecto de Excelencia Caracterización físico-química y biomédica de nanoemulsiones: nuevos fármacos del tratamiento de trastornos alimentarios, al que la Consejería de Economía, Innova-

ción y Ciencia ha concedido 197.701 euros. Una vez diseñadas estas emulsiones naturales, investigarán su potencial uso como fármaco para tratar problemas de obesidad y otros trastornos alimentarios, como la anorexia y la bulimia. Según Gálvez, la aplicación farmacológica de estas pequeñas nanopartículas servirán para encapsular nuevos fármacos. “Si este compuesto es un regulador de la saciedad, se podría diseñar un nuevo fármaco para tratar trastornos alimentarios, como la anorexia y la bulimia, así como otros trastornos relacionados con la alimentación, como la obesidad”. “Estas emulsiones siempre serán de aceite en agua. Se ensayará con varios tipos de aceite: de soja, de sésamo y aceites polinsaturados y otros procedentes del aceite de pescado”, señala Gálvez.

Al mismo tiempo, desarrollarán un modelo de digestión de diferentes lípidos. “En el laboratorio, además de diseñar estas emulsiones, realizamos análisis lipídicos para comprobar cómo se metabolizan las grasas. En un principio, las pruebas las realizaremos *in vitro*. Las simulaciones *in vivo* las valorarán nuestros compañeros de la Fundación IMABIS, que experimentarán con ratas Wistar.

Con estos experimentos con animales, los investigadores de la Fundación IMABIS valorarán si existe algún efecto tóxico inducido por la administración *in vivo* de las nuevas emulsiones sobre diferentes tejidos periféricos (hígado, músculo, tejido adiposo...). Estas pruebas las realizarán en el ámbito clínico, concretamente en el Hospital Carlos Hayas de Málaga.

Otro de los objetivos de este Proyecto de Excelencia es detectar si la administración de estas emulsiones influye en el metabolismo energético, es decir, si afecta a los principales indicadores metabólicos plasmáticos, como el colesterol, los ácidos grasos libres, el glicerol, los niveles de azúcar, etc. y si se produce un mayor nivel de triglicéridos y un incremento de la acumulación de grasas.

# Compuestos a partir de materias primas asequibles

El grupo de investigación Productos Naturales y Síntesis Orgánica Aplicada, de la universidad de Granada, sintetiza productos con propiedades antitumorales y olorosas a partir de sustancias accesibles en el mercado y abundantes en el medio natural. Una labor que desarrollará en el marco del Proyecto de Excelencia *Nuevos procedimientos de preparación de productos de interés industrial*, incentivado por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia con 167.000 euros.



Centro:  
Universidad de Granada

Área:  
FQM

Código:  
FQM 3101

Nombre del proyecto:  
Nuevos procedimientos de  
preparación de productos  
de interés industrial

Contacto:  
Enrique Jose Alvarez-  
Manzaneda Roldan  
eamr@ugr.es

Dotación:  
167.000 euros

En los últimos años, biólogos, químicos y médicos han trabajado de manera conjunta para buscar sustancias de origen animal o vegetal con propiedades farmacológicas ante enfermedades mortales como el cáncer. La mayoría de estos trabajos, publicados en las revistas científicas académicas, han revelado que ciertas especies que viven en las profundidades del mar (como moluscos, microalgas, y ciertas esponjas) cuentan con potentes actividades inhibitoras de tumores. Revisando esta ingente cantidad de bibliografía científica, el grupo de investigación *Productos Naturales y Síntesis Orgánica Aplicada*, de la universidad de Granada, estudia cómo obtener esas moléculas con cualidades bioactivas a partir de materias primas asequibles, económicas y abundantes en

la naturaleza. Éste es el objetivo principal del Proyecto de Excelencia *Nuevos procedimientos de preparación de productos de interés industrial*, incentivado por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia con 167.000 euros.

Para ello, los científicos granadinos han recopilado bibliografía de agentes antitumorales, antiinflamatorios, gastoprotectores y antibacterianos. Junto a esta paleta de compuestos con propiedades saludables, los expertos exploran otra línea relacionada con los perfumes y, en este caso, detectan sustancias con propiedades olorosas. Esta documentación constituye el punto de partida para orientarles en la identificación de aquellas sustancias potencialmente activas, es decir, con beneficios para la salud o con



aplicación en perfumería. A partir de ahí, los científicos buscarán materias primas con una estructura molecular similar a los formulados en investigaciones anteriores y que sean susceptibles de convertirse en productos farmacéuticos o perfumes con interés para la industria.

Uno de los requisitos que tienen que cumplir esos productos iniciales es que abundan en el medio natural, y sean por tanto de fácil acceso y de bajo coste. “Buscamos sustancias que estén disponibles comercialmente, o bien sean accesibles, por formar parte de especies vegetales ampliamente extendidas en la región mediterránea”, indica, Enrique J. Álvarez Manzaneda, coordinador y responsable del proyecto.

Uno de los objetivos del equipo de científicos está relacionado con la síntesis de compuestos eficaces para erradicar células cancerígenas. Los investigadores buscarán nuevos productos químicos, de interés medicinal y comercial mediante la utilización de materias primas que son conocidas por su potencialidad medicinal. Entre éstas se encuentran los denominados ácidos comúnicos presentes en el ciprés. Éstos tienen una estructura molecular fácilmente transformable en la de los constituyentes de algunas esponjas marinas que se caracterizan por sus propiedades terapéuticas. “Y muestran una considerable actividad *in vitro* frente a cierto tipo de tumores, especial-

## Aromas químicos

Otra de las líneas de esta investigación es la preparación de productos con aroma a violeta y rosa, como la  $\gamma$ -ionona y  $\gamma$ -damascona respectivamente, a partir de un producto comercial asequible en el mercado, el  $\beta$ -ciclocitral. “Los compuestos resultantes tendrán un elevado interés para la industria del perfume por su elevado valor añadido”, asegura Enrique J. Álvarez Manzaneda. Los procedimientos que en la actualidad se utilizan para su elaboración requieren del uso de reactivos sofisticados y materias primas costosas y los expertos granadinos simplificarán el proceso de obtención.

En esta misma línea, los científicos también pretenden preparar produc-

tos con propiedades olorosas del tipo ambar-gris, como son el ambrox y el ambracetral. Algunas de estas sustancias son de difícil adquisición por encontrarse en especies marinas poco accesibles, como el cachalote. Por ello, el grupo de la UGR busca sintetizar estas sustancias a partir de materias primas abundantes como el esclareol, un componente de la especie vegetal *Salvia sclarea*, variedad fácilmente cultivable en la región del Mediterráneo. Todos estos objetivos han despertado el interés de determinadas empresas del sector farmacéutico y de la industria del perfume, que han solicitado su colaboración en el proyecto.

mente frente al cáncer de mama, en algunos casos superior a la de sustancias que se utilizan en quimioterapia, además de una baja toxicidad”, explica el investigador principal.

Otra de las sustancias que emplearán estos investigadores para el diseño de productos antitumorales están relacionados con compuestos diterpénicos aislados recientemente de la planta medicinal china *Tripterogium wilfordii* por otro grupo de científicos. La potente actividad antitumoral, inmunosupresora y antiinflamatoria de los extractos de

este vegetal ha despertado el interés del equipo de la universidad de Granada que desarrollará métodos de síntesis de estos principios activos. Después tratarán de sintetizarlo utilizando otra materia prima como es el ácido extraído de la resina de los pinos, conocido con el nombre de ácido abiético. Esta sustancia, principal compuesto irritante de la madera del pino y subproducto de la industria del papel, resulta muy accesible debido a que se encuentra ya transformado en producto comercial de muy bajo costo.

La resina de los pinos es un producto natural de extraordinaria importancia por su versatilidad y variación de su composición, que permite obtener derivados con elevado valor agregado (tecnológico). Compuesta aproximadamente por un 90% de ácidos resínicos (abiético y pimárico, fundamentalmente) y un 10% de sustancias no resinosas, es un material de partida ecológicamente sostenible, que puede utilizarse en la preparación de intermediarios avanzados para procesos de química fina y farmacéutica.

La resina, cuando es obtenida en su estado bruto, se le denomina miera. Y una vez purificada recibe el nombre de oleoresina. De la oleoresina se separan sus componentes sólidos (colofonia) y líquidos (aguarrás), que tienen diferentes usos en el mercado. Actualmente, la mayor parte de la colofonia se emplea en la obtención de más de 50 tipos de colofonias modificadas con aplicaciones diferentes.

Entre los principales usos se destaca la producción de papel, adhesivos, tintas de impresión, compuestos de goma, revestimientos superficiales, barnices, pinturas, esmaltes, etcétera. Además, la colofonia ha sido ampliamente utilizada en la preparación de materiales de limpieza, construcciones, embarcaciones, agentes higiénicos y aromatizantes, entre otros. Asimismo, la resina se aplica para la obtención de agentes antiulcerosos y antimicrobianos de acción general.

# Descubriendo la geometría de la realidad

¿Qué ocurriría si la realidad no fuera tal y como se contempla? ¿Si no existieran puntos y líneas y, por tanto, tampoco la representación geométrica de los objetos? Se entraría de lleno en el campo de la Geometría No Conmutativa, una rama de la ciencia que es objeto de estudio del Proyecto de Excelencia de un grupo de investigadores de la universidad de Almería, incentivado por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia con 90.000 euros.



Centro:  
Universidad de Almería

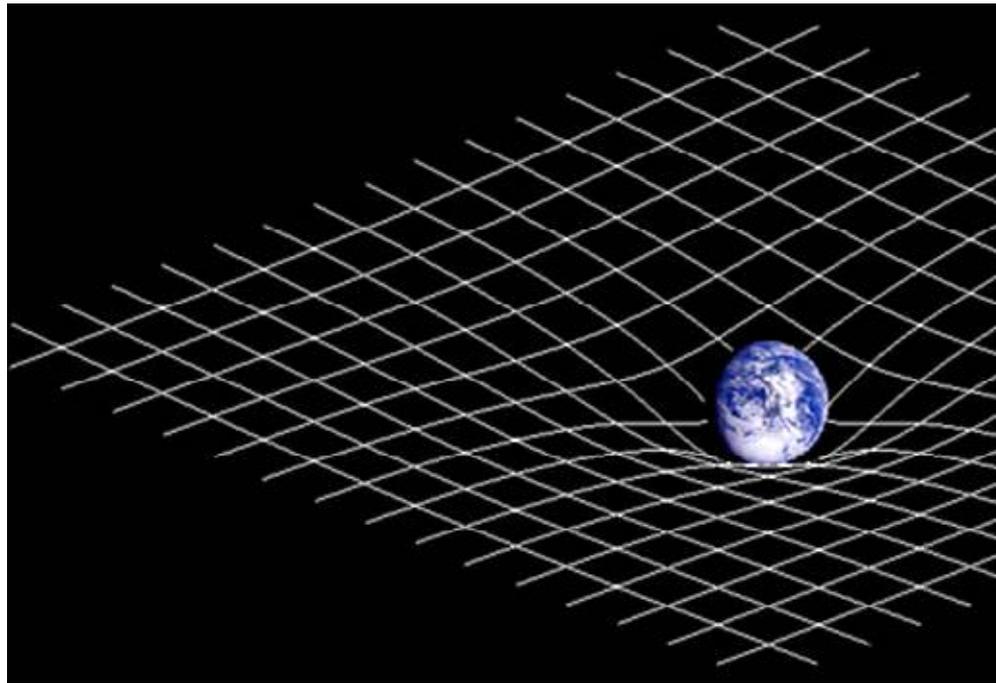
Área:  
FQM

Código:  
FQM 3128

Nombre del proyecto:  
Teoría de anillos y aplicaciones  
a la geometría no conmutativa

Contacto:  
Blas Torrecillas Jover  
btorreci@ual.es

Dotación:  
90.000 euros



Los anillos no sólo se utilizan para evidenciar un compromiso sentimental, también unen conjuntos de números mediante la suma y el producto, son los denominados anillos no conmutativos. Estudiar las propiedades de estas asociaciones es el objetivo del grupo Categoría, Computación y Teoría de Anillos de la universidad de Almería.

Un anillo es una de las estructuras algebraicas más importantes. Está formado por un conjunto (A), y dos operaciones, la suma y el producto.

En matemáticas, el ejemplo más importante son los números enteros. Si multiplicamos tres o más números, la suma es la misma, independientemente de su agrupamiento. Si, además, la multiplicación es conmutativa (el resultado de la operación es el mismo, cualquiera que sea el orden de los elementos con los que se opera) hablaremos de un anillo conmutativo.

Por su parte, la mejor representación de un anillo no conmutativo es la matriz cuadrada, una tabla de números con el mismo número de filas y de columnas y cuya representación (en papel) se asemeja a la forma de un anillo.

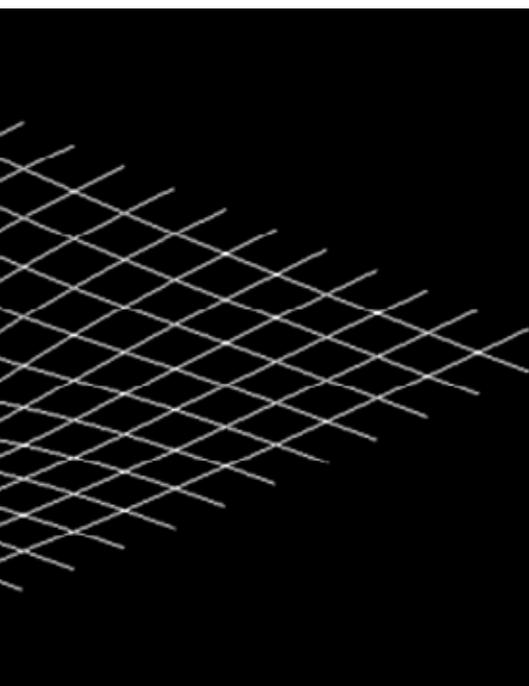
“La geometría clásica encuentra en la Teoría de anillos conmutativos las bases teóricas apropiadas. En ella se dan las funciones propias conmutativas como la unión o la intersección de dos conjuntos. Sin embargo, en el caso no conmutativo, esta geometría se mantiene de alguna forma virtual. Las herramientas clásicas de matemáticas no son adecuadas para explicar ciertas áreas de conocimiento como la mecánica cuántica”.

Obtener una familia de anillos no conmutativos que proporcione el marco más adecuado para el desarrollo de una geometría no conmutativa es el objetivo primordial del Proyecto.



to de Excelencia Teoría de Anillos y Aplicación a la Geometría No Conmutativa que dirige el Catedrático del Departamento de Álgebra y Análisis Matemático de la universidad de Almería, Blas Torrecillas Jover.

La conmutatividad no es una propiedad adquirida en el mundo real. En matemáticas, los números conmutan pero no las operaciones o las acciones. Da igual el orden en el que alguien se ponga los zapatos. Sin em-



bargo, sí importa el orden en ciertas acciones. No puedes vestirte y, a continuación, ducharte.

La no conmutatividad tiene un funcionamiento similar al cerebro. El pensamiento humano es abstracto; utiliza la actividad cerebral para interpretar la observación de la realidad. Esta observación depende de los sentidos o de los instrumentos para interpretar el mundo. Por ejemplo, un bebé reconoce quién es su madre mediante manchas de color en movimiento o desarrolla la noción de distancia cuando quiere alcanzar un juguete.

“Desde muy temprano, desarrollamos un poco de geometría. Definimos los lugares como conjuntos de puntos y líneas donde incorporamos cualquier objeto. Sin embargo, puntos y líneas no existen; no tienen tamaño. Por eso, ningún objeto puede existir en ellos aunque nosotros vemos la

## Los lugares no son conjuntos de puntos

Desde un punto de vista físico, una singularidad puede considerarse como una zona del espacio-tiempo donde no se puede definir magnitud física alguna relacionada con los campos gravitatorios como la curvatura. Muchos de estos fenómenos entroncan directamente con la Teoría de la Relatividad de Einstein. Uno de ellos es, por ejemplo, la materia oscura. El matemático Freddy Van Oystaeyen, reciente Doctor Honoris Causa por la Universidad de Almería, lo define así: “A lo largo del universo, mucha materia está en lugares no observables, pero podemos observar algunos efectos en lugares observables cercanos. Desconocemos la composición de la materia oscura pero podemos interferir sus consecuencias a partir del efecto que su gravedad causa en materia visible como las estrellas o las galaxias”.

realidad como existente en este espacio abstracto”.

Algunos lugares no son observables geoméricamente por lo que objetos que existen en ellos tampoco pueden ser observados. Pero sí se puede detectar su efecto en ubicaciones observables vecinas. Es el caso, por ejemplo, de la gravedad.

“Los lugares no conmutativos no se caracterizan por estar formados por puntos con coordenadas reales sino que están más relacionados con la mecánica cuántica, una rama de la física que explica el comportamiento de la materia y la energía. Es también la base de los estudios sobre el átomo, los núcleos y las partículas elementales”.

De este modo, la geometría no conmutativa entronca directamente con la Teoría de las Singularidades en la que entran diferentes especialidades de las matemáticas como el Álgebra,

el Análisis o la Geometría. Esta teoría se aplica a problemas complejos como la forma del Universo o los agujeros negros, objetos con una gravedad tan fuerte que nada puede escapar de él, ni siquiera la luz. “Si hay más materia en lugares no observables, la gravedad que ejerce esta materia atrae hacia sí materia de lugares observables”, explica Torrecillas.

Las singularidades también se hacen visibles en la vida diaria, referidas a situaciones geométricas o físicas en las que se producen cambios cualitativos abruptos tras modificar algún parámetro. Por ejemplo en sistemas dinámicos como el tráfico, el frenazo leve de un coche puede ocasionar un atasco de 20 kilómetros transcurridos 15 minutos: el flujo continuo del tráfico se ve alterado por el cambio que supone la reducción de velocidad, produciéndose una singularidad.

La relación entre la dimensión espacial y las matemáticas se pone de manifiesto en que el espacio es curvo. La curvatura del espacio-tiempo es una de las principales consecuencias de la Teoría de la relatividad general, según la cual la gravedad es el efecto o consecuencia de la geometría curva del espacio-tiempo. Los cuerpos, dentro de un campo gravitatorio, siguen una trayectoria espacial curva, aun cuando en realidad pueden estar moviéndose según líneas del universo (trayectoria que sigue una partícula en el espacio-tiempo de cuatro dimensiones), lo más “rectas” posibles a través un espacio-tiempo curvado.

Las ideas básicas que llevaron a la noción de que el espacio físico es curvo y, por tanto no euclídeo, derivan de los intentos de probar si el quinto postulado de Euclides podía derivarse del resto de axiomas de la geometría euclídea. Este postulado afirma que, fijada una recta y un punto exterior a ésta, existe sólo una recta paralela a la primera que pase por dicho punto.

# Moléculas para disparar a células enfermas

Investigadores de la Universidad de Almería estudian una nueva estrategia para el tratamiento del cáncer. En concreto, están desarrollando nuevas moléculas capaces de transportar, de forma específica y sin dañar órganos sanos, fármacos anticancerígenos hasta tejidos tumorales. Esta investigación se enmarca en un Proyecto de Excelencia incentivado con 112.000 euros por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía.



Centro:  
Universidad de Almería

Área:  
FQM

Código:  
FQM 3141

Nombre del proyecto:  
Nanoestructuras multivalentes basadas en ciclodextrina, dendrímeros y nanopartículas para el transporte vectorizado de fármacos anticancerígenos

Contacto:  
Antonio Vargas Berenguel  
avargas@ual.es

Dotación:  
111.567 euros

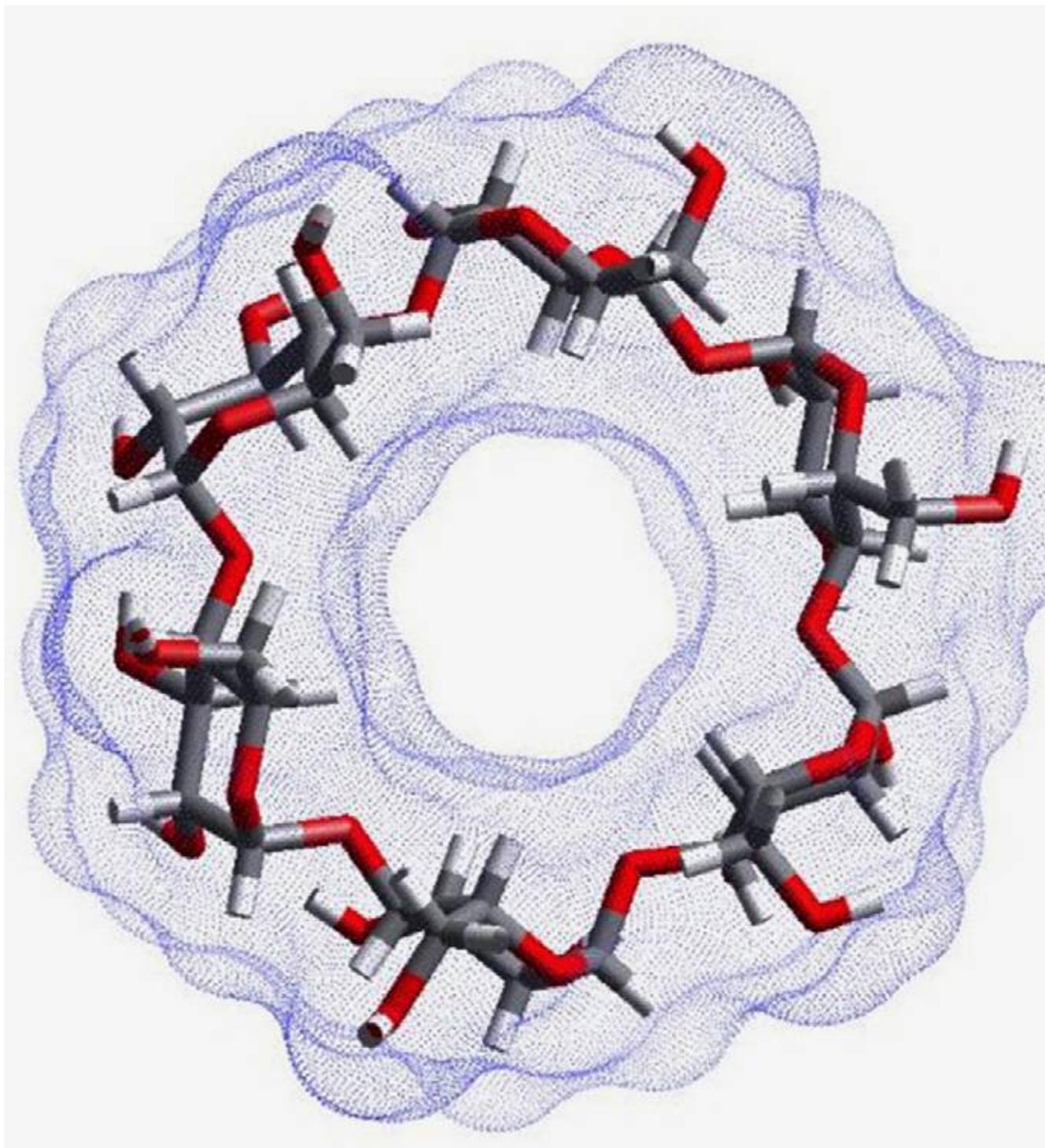
En términos muy generales, un ligando es una molécula capaz de ser reconocida por otra provocando una respuesta biológica. La actividad que desencadena esta interacción puede variar desde el enlace entre moléculas, la apertura o cierre de un canal celular o la regulación de la acción de una enzima, entre otras. Un caso similar es la interacción que acontece entre las proteínas de superficie de un determinado órgano y un anticuerpo.

En este sentido, investigadores de la Universidad de Almería tratan de desarrollar nuevas moléculas orgánicas que sean capaces de transportar, de forma específica, fármacos anticancerígenos hasta los tejidos tumorales deseados. Este mecanismo evita que los medicamentos actúen sobre tejidos u órganos sanos, así como los efectos secundarios que se derivan de los tratamientos oncológicos. Por tanto, esta investigación aporta una nueva estrategia para el tratamiento del cáncer. De esta forma, si los objetivos propuestos son alcanzados, en una segunda fase, efectuada por tecnólogos farmacéuticos, se desarrollará un sistema o fármaco útil para el tratamiento de enfermedades cancerígenas. Para conseguir este objetivo, los expertos están diseñando nuevas moléculas orgánicas compuestas por tres elementos: Un ligando, una molécula transportadora y un fármaco. El equipo de investigación Carbohidratos y Proteínas: Síntesis y reconocimiento molecular de la UAL, liderado por Antonio Vargas Berenguel, se ha decantado por una determinada molécula –denominada ciclodextrina– como transportador del me-

dicamento. Se trata de una molécula de naturaleza hidrofóbica, fácil de obtener mediante un proceso de degradación del almidón y que posee la capacidad de incluir otras moléculas en su cavidad central cuando se encuentra diluida en agua.

Posteriormente, basándose en la interacción específica existente entre moléculas biológicas, los expertos definen los ligandos necesarios para atacar cada tipo de tumor. Éstos son unidos a la ciclodextrina, de forma que se obtiene un sistema molecular –vector– que será el encargado de dirigir el fármaco hasta el órgano o tejido afectado. “Paralelamente, expresamos proteínas de membrana que nos servirán de modelo para investigar la afinidad que pueden tener las moléculas que construimos por dichas proteínas. Si el resultado es positivo, procederemos a realizar estos ensayos sobre células vivas”, asegura el responsable de este estudio. Los vectores sintetizados por el equipo de Vargas Berenguel son específicos para el tipo de membrana celular e independientes de la sustancia que transportan. En este sentido, se crea un modelo molecu-

Este grupo de investigación descubrió que las propiedades conductoras de la cadena de ADN dependen de la disposición de sus nucleótidos. La conducción eléctrica es un procedimiento que el ADN natural emplea para reparar posibles mutaciones.



lar básico que será modificado, en aspectos concretos, según la célula a la que se quiera dirigir. La posibilidad de obtener un tamaño nanométrico para estos transportadores es el rasgo más innovador de este Proyecto de Excelencia, incentivado con 112.000 euros por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia. Es decir, los expertos están creando un sistema con dimensiones intermedias entre la escala molecular y la celular, ya que así poseen mayor probabilidad de penetrar en

las membranas celulares. A modo de conclusión, Vargas Berenguer espera que “las moléculas que diseñemos tengan la capacidad para incluir fármacos en su interior, que los ligando hagan la función de vectores del transporte molecular y que las sustancias farmacológicas penetren en el interior celular con mayor eficiencia”.

Aunque este estudio se desarrolla de forma íntegra en la UAL, supone una línea de investigación integrada en un proyecto europeo. En él, par-

ticipa un equipo multidisciplinar constituido por expertos procedentes de ocho universidades públicas, entre ellas la Universidad de Islandia, Catania (Italia) o Goteborg (Suecia), y una empresa privada. La Universidad de Almería es la encargada de desarrollar la síntesis de moléculas. “Actualmente queremos incorporar un estudiante de doctorado. Éste será el encargado de realizar una estancia en un laboratorio de tecnología farmacéutica de la Université de Paris-Sud (Francia)”.

# Alternativas para enriquecer los hidrocarburos

Convertir metano en metanol utilizando para ello reactores organometálicos. Ése es el objetivo del grupo de investigadores dirigido por Salvador Conejero en el proyecto *Síntesis de compuestos organometálicos de Rh, Ir y Pt. Activación y funcionalización de enlaces C-H de los hidrocarburos*, dotado con 150.000 euros por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia.

El proceso de sustitución de un átomo de hidrógeno de un enlace C-H por otro es uno de los procesos más difíciles y prometedores a los que se enfrentan los químicos en la actualidad. En los últimos años se han invertido muchos esfuerzos en la búsqueda de complejos que sean capaces de producir este tipo de reacciones de manera selectiva y catalítica, aunque desafortunadamente se conocen muy pocos sistemas capaces de convertir los hidrocarburos (aromáticos o alifáticos) en sustancias de mayor valor añadido.

La importancia de este proceso es tal que compañías químicas como Dow Chemical ofrecen cuantiosas cantidades de dinero para la financiación de proyectos relacionados con la funcionalización del metano, el hidrocarburo más pequeño de la familia y a la par más difícil de transformar de forma selectiva.

Expertos han demostrado que determinados complejos de rodio e iridio sustituidos con ligandos (iones o moléculas que rodean a un metal, formando un complejo metálico) ciclopentadienilo o bipyridinas son muy eficientes en los denominados procesos de borilación de los hidrocarburos en unas condiciones de reacción relativamente suaves.

“Son moléculas organometálicas que tienen un átomo metálico unidos a un átomo de carbono. Algunas de esas moléculas tienen unas propiedades muy particulares. Nos permite utilizarlas como catalizadores para realizar otras transformaciones químicas”, asegura Salvador Conejero, responsable del Proyecto de Excelencia *Síntesis de compuestos organometálicos de Rh, Ir y Pt. Acti-*

*vación y funcionalización de enlaces C-H de los hidrocarburos*, dotado con 148.750 euros. En este caso, uno de los pilares del proyecto es la conversión de la molécula representada por CH<sub>4</sub> -en este caso, el metano- por otra con la formulación CH<sub>3</sub>OH, que es metanol. “En este caso, el ligando utilizado modifica las propiedades de los metales”, apunta.

Precisamente éste será el punto de partida del grupo de la Hispalense: diseñar nuevos ligandos que una coordinados a los metales de transición Rh, Ir y Pt y que puedan favorecer estos procesos. “Una clase de ligandos auxiliares en creciente desarrollo son los denominados ligandos carbeno N-Heterocíclicos (NHC por sus siglas en inglés), que están aportando excelentes resultados en diversos procesos catalíticos y en la estabilización de especies muy reactivas como consecuencia de la estabilidad que estas especies confieren a los complejos organometálicos y a sus propiedades estéricas”, subraya Conejero.

El metano es un gas de efecto invernadero potente que contribuye al calentamiento global del planeta Tierra ya que tiene un potencial de calentamiento global de 23. Esto significa que en una media de tiempo de 100 años cada kg de CH<sub>4</sub> calienta la Tierra 23 veces más que la misma masa de CO<sub>2</sub>.

Centro:  
Universidad de Sevilla

Área:  
FQM

Código:  
FQM 3151

Nombre del proyecto:  
Síntesis de compuestos organometálicos de Rh, Ir y Pt. Activación y funcionalización de enlaces C-H de los hidrocarburos

Contacto:  
Salvador Conejero Iglesias  
sconejero@iiq.csic.es  
(+34) 954 489 563

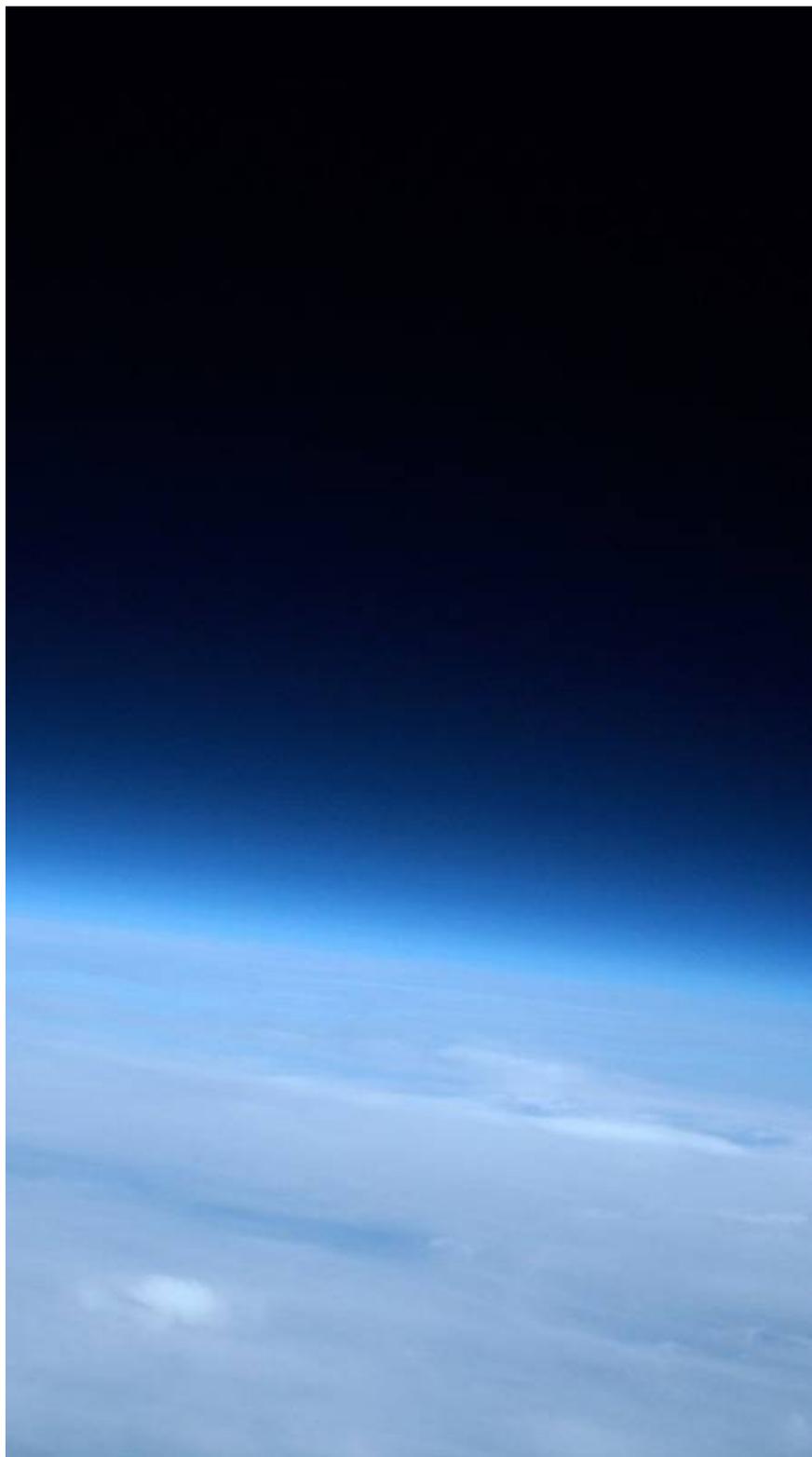
Dotación:  
148.750 euros



## Un gas natural por descomposición de sustancias

El metano se produce de forma natural por la descomposición de sustancias orgánicas en ambientes pobres en oxígeno. También se produce en el sistema digestivo de rumiantes y otros animales, en la explotación de combustibles fósiles, y en la quema de biomasa. Aproximadamente la mitad de la producción de metano proviene de los sembrados de arroz, de la actividad animal, y de la acción de las termitas. Una cuarta parte proviene de tierras pantanosas y húmedas. Un 15% de la producción industrial de gas natural y carbón mineral. Los rellenos de basura y otras sustancias orgánicas en descomposición contribuyen con un 5% de las emisiones de metano. A largo plazo, el metano es mucho más preocupante como agente responsable del calentamiento global, que el dióxido de carbono ya que tiene un potencial de calentamiento global 62 veces mayor que este último. El metano contribuye actualmente con el 15% del calentamiento global, excluido el efecto del vapor de agua. Se calcula que hacia fines del siglo XXI el efecto del metano habrá superado al producido por el dióxido de carbono.

Aparentemente la humanidad tiene una capacidad muy reducida para modificar estas cifras ya que medidas drásticas tales como la reducción de la cantidad de habitantes del planeta o de sus raciones alimentarias son imposibles, luego tendremos que concluir que es muy poco lo que la humanidad puede hacer para controlar el flujo de metano a la troposfera, salvo reducir pérdidas en gasoductos, que prácticamente no tienen incidencia a nivel atmosférico.



La facilidad de su síntesis y la capacidad de funcionalización ha hecho que su utilización haya crecido de manera exponencial en los últimos años. “Las moléculas orgánicas tienen numerosos enlaces carbono-hidrógeno. Lo que buscamos es transformar el enlace CH en un enlace Carbono por otro átomo, por ejemplo, el nitrógeno”, argumenta el experto.

Buscamos la activación de la transformación del metano. Es muy difícil de transformar. Por sus características moleculares, llevan buscando muchos años catalizadores metálicos que puedan ser, manipulando el enlace carbono hidrógeno. Otro pilar del proyecto es utilizar estos mismos catalizadores organometálicos para el diseño de moléculas que pudieran tener utilidad farmacológica.

# Interpretación lingüística de las cadenas de ADN

Investigadores de la Universidad de Málaga han iniciado un Proyecto de Excelencia para identificar palabras o motivos significativos desde el punto de vista funcional, es decir, secuencias de ADN que puedan desempeñar algún papel en el control de la expresión génica. El proyecto *Detección automática de palabras clave en textos ordinarios y en secuencias de ADN* ha sido dotado con 177.000 euros por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia.

La secuenciación del genoma humano en 2001 ha deparado la sorpresa de que el número de genes ha resultado ser mucho menor de lo esperado. Los poco más de 20.000 genes identificados ocupan solamente un 1,5-2% del genoma. Se sospecha que el 98% restante (las llamadas regiones no-codificadoras) deben contener una ingente cantidad de información, ya que multitud de elementos genómicos localizados en ellas (promotores, potenciado-

res, silenciadores, aisladores, etc.) son los que se encargan de regular los niveles de expresión génica y la diferenciación celular. El conocimiento del repertorio completo de señales (motivos o palabras) que contienen estas regiones es pues fundamental para comprender tanto el desarrollo normal como la base molecular de muchas enfermedades genéticas.

El código genético, es decir, la tabla de conversión entre los tripletes

Centro:  
Universidad de Málaga

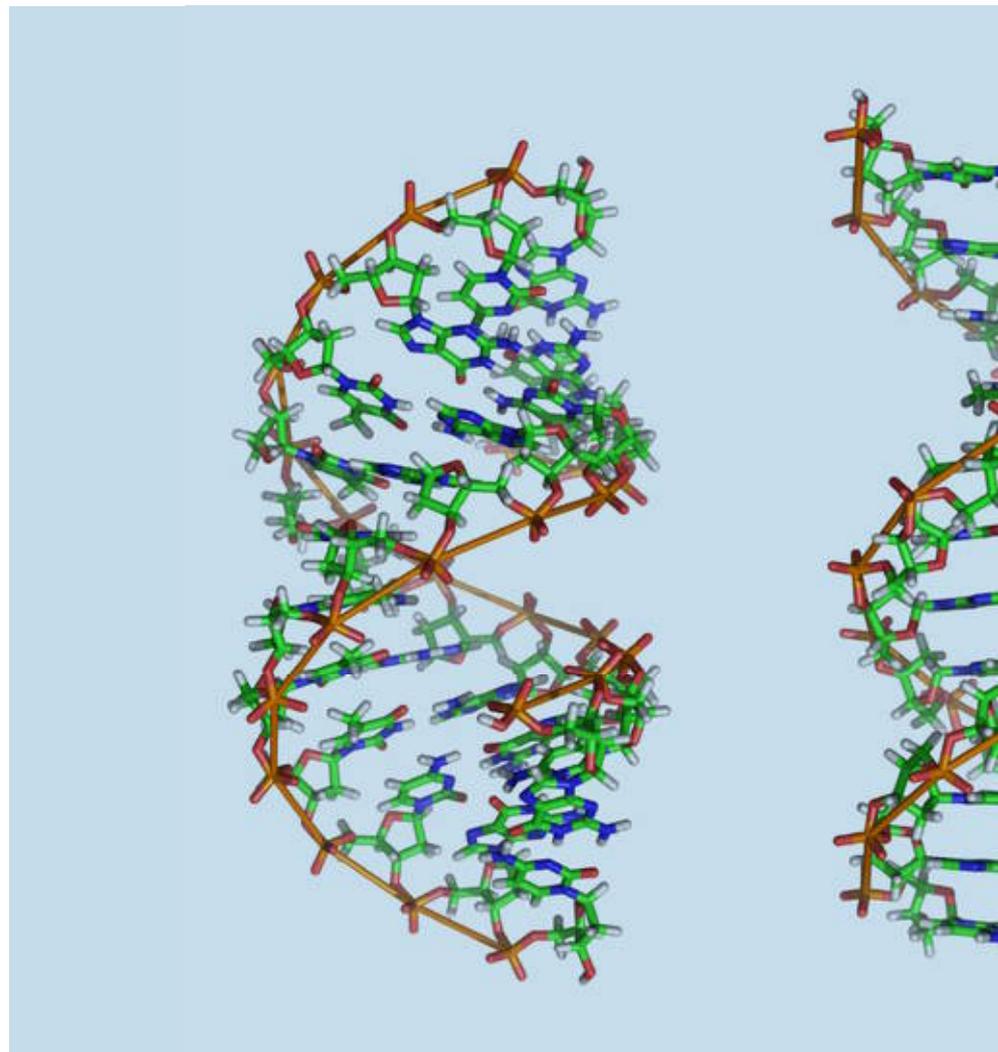
Área:  
FQM

Código:  
FQM 3163

Nombre del proyecto:  
Detección automática  
de palabras clave en  
textos ordinarios y en  
secuencias de ADN

Contacto:  
Pedro Juan Carpena Sanchez  
pjcarpena@uma.es  
(+34) 952 132 748

Dotación:  
177.668 euros



Este grupo de investigación descubrió que las propiedades conductoras de la cadena de ADN dependen de la disposición de sus nucleótidos. La conducción eléctrica es un procedimiento que el ADN natural emplea para reparar posibles mutaciones.

de nucleótidos del ADN y los aminoácidos de las proteínas, solamente es válido para los genes. En las regiones no-codificadoras ni siquiera se sabe si existe algún código, qué estructura tiene y mucho menos cual puede ser su vocabulario. A pesar de la amplia gama de herramientas genéticas, bioquímicas y computacionales empleadas durante las últimas décadas para escudriñar estas regiones, y de la acumulación de multitud de pruebas indirectas,

la información que contienen se está mostrando muy esquiva.

El ADN se puede considerar como un texto muy largo en el que está contenida toda la información necesaria para el funcionamiento del sistema completo. El problema principal para identificar palabras o motivos en el ADN es que se trata de un texto sin comas, es decir, no existen espacios ni ninguna otra señal de puntuación que permita individualizar las palabras. Por lo tanto, las técnicas lingüísticas habituales de análisis semántico y extracción de palabras clave de un texto no se pueden aplicar al ADN.

“Sin embargo, nuestro grupo demostró hace unos años que ciertas técnicas derivadas de la estadística de niveles energéticos en sistemas desordenados pueden utilizarse con éxito para extraer palabras clave en textos literarios. La relevancia de una palabra en un texto tiene relación con su distribución espacial

a lo largo del mismo. Las palabras irrelevantes se distribuyen de forma aleatoria, mientras que las relevantes aparecen agrupadas o clusterizadas”, asegura Juan Pedro Carpena Sánchez, director del Proyecto de Excelencia Detección automática de palabras clave en textos ordinarios y en secuencias de ADN.

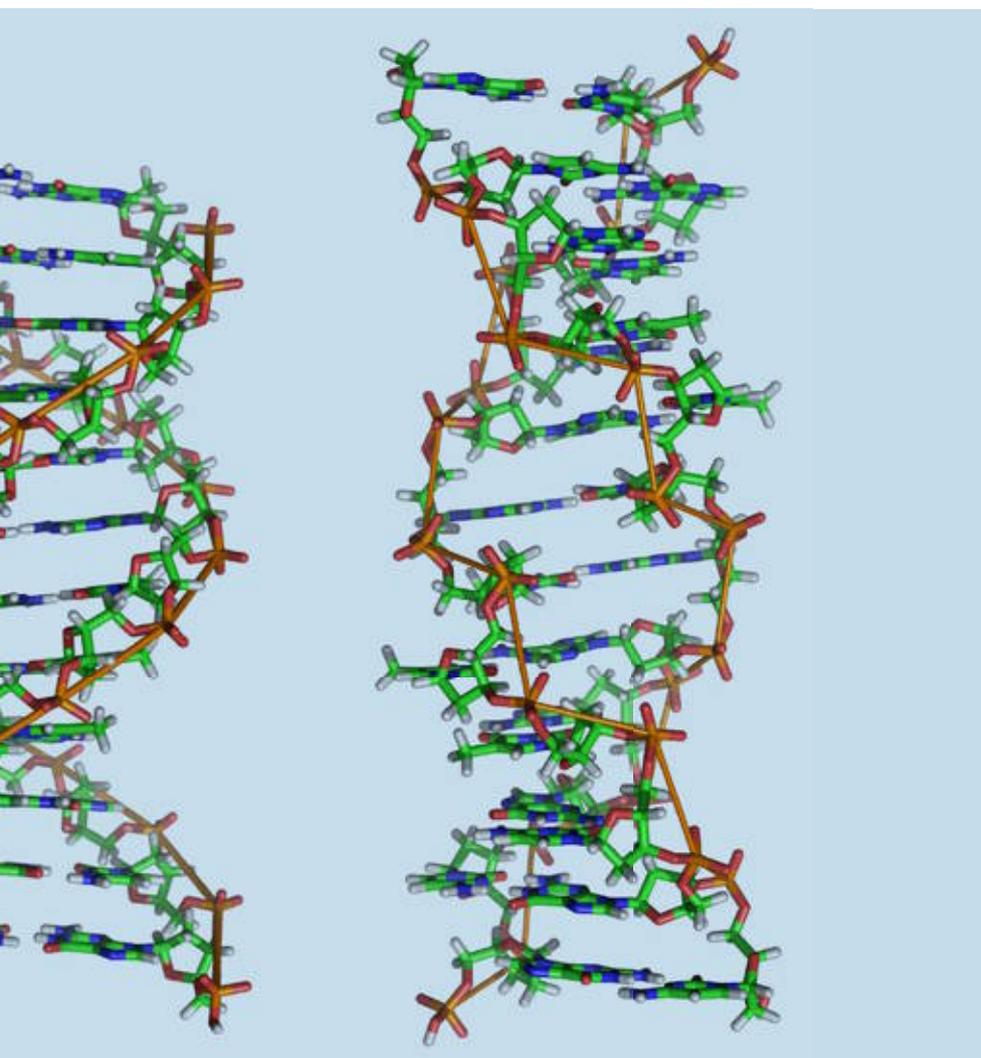
La desviación estándar de las distancias normalizadas entre palabras es un buen estimador del grado de clusterización de una palabra y por tanto de su relevancia. Pues bien, con las modificaciones adecuadas, estas técnicas pueden aplicarse también a textos a los que se les han eliminado los espacios y cualquier otra señal de puntuación, similares al ADN.

Los resultados preliminares así lo indican. “Por ello, en este proyecto proponemos mejorar estas técnicas y aplicarlas al texto biológico por excelencia, el ADN, con objeto de identificar palabras o motivos significativos desde el punto de vista funcional, es decir, secuencias de ADN que puedan desempeñar algún papel en el control de la expresión génica”, prosigue.

Entre las mejoras necesarias, los investigadores realizarán experimentos de simulación para conocer lo que cabe esperar en textos aleatorios, puesto que precisamente la idea subyacente es que cuanto mayor sea la diferencia en comportamiento de una palabra con la aleatoriedad, mayor relevancia tendrá dicha palabra. Otra mejora importante será tratar de asociar una significación estadística a la medida de clusterización.

“Con todo ello pretendemos poner a punto un algoritmo que, al aplicarlo a secuencias genómicas, sea capaz de extraer el conjunto de palabras o motivos más significativos. Esperamos que una parte de ese ‘vocabulario’ corresponda a motivos y factores de transcripción ya conocidos”, subraya.

El resto, es decir los vocablos nuevos, serán firmes candidatos a desempeñar también algún papel en el control de la expresión génica, aspecto este que investigaremos mediante un análisis a escala de genoma completo.



# Agua como elemento clave para almacenar hidrógeno

Científicos de la Universidad de Granada (UGR) estudian el proceso de transferencia directa de átomos de hidrógeno a partir del agua como forma de almacenamiento y producción segura de combustible. El proyecto, de enorme interés por evitar la manipulación del hidrógeno gaseoso, ha recibido de la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia un incentivo de 160.000 euros.

Centro:  
Universidad de Granada

Área:  
FQM

Código:  
FQM.3213

Nombre del proyecto:  
El agua como fuente de hidrógeno atómico y molecular. Implicaciones en Química, Biología y energías alternativas.

Contacto:  
Juan Enrique Oltra Ferrero  
joltra@ugr.es  
(+34) 958 248 091

Dotación:  
160.000 euros



El hidrógeno es el elemento más abundante en el Universo, y como tal está presente de muchas formas en nuestro entorno. Muchos de los materiales que usa el ser humano están constituidos parcialmente por hidrógeno (plásticos, medicamentos, combustibles,...), y por ello los químicos han desarrollado procesos para su manipulación y su incorpo-

ración a dichos materiales mediante diferentes reacciones. Por otro lado, una de las mayores demandas sociales en un mundo actual es el acceso a nuevas fuentes de energía alternativas que sean renovables y que no produzcan gases contaminantes. En este contexto el empleo de hidrógeno en pilas de combustible, que generan como subproducto agua, sería

especialmente interesante si se desarrollaran procesos ecológicamente aceptables para su producción, almacenamiento y distribución. Por ello la obtención de hidrógeno y su manipulación es uno de los objetivos fundamentales en la actualidad como ha quedado demostrado en el VII Programa Marco de la Unión Europea. Sin embargo, el hidrógeno que se utiliza habitualmente es en forma de hidrógeno diatómico ( $H_2$ )

gas estable en ausencia de oxígeno y fuentes de ignición, en presencia de oxígeno es inflamable, lo que implica la necesidad de una manipulación especial y muy laboriosa. Por esta razón en la actualidad se está trabajando en formas de almacenaje y suministro de hidrógeno eficientes y seguras, por ejemplo en la búsqueda de moléculas que sean estables al aire y que sean capaces de ceder ese hidrógeno diatómico de manera

A pesar del evidente interés de esta aproximación para su uso en procesos no biológicos éste se ve limitado por la falta de métodos químicos que permitan obtener de manera controlada átomos de hidrógeno a partir del agua, lo que permitiría generar hidrógeno diatómico, en un proceso similar a la electro y la fotólisis del agua.

“Entendemos que el estudio básico de este proceso de transferencia



o dihidrógeno. Esta forma de uso presenta una serie de inconvenientes. Por ejemplo, se trata de un gas supercrítico a temperaturas superiores a 31 K, lo que significa que no puede licuarse a temperatura ambiente aumentando la presión y un almacenaje muy ineficiente a temperatura ambiente y presiones seguras (<40 bar). Además, aunque es un

controlada. Por otra parte en procesos de reducción tan importantes como la fotosíntesis, en la cual se lleva a cabo la incorporación de átomos de hidrógeno al  $CO_2$  atmosférico, no se utiliza hidrógeno diatómico sino los átomos de hidrógeno unidos a las moléculas de agua y de manera muy eficaz.

Por ello, no es de extrañar que el agua sea considerada hoy en día como ese almacén estable de hidrógeno, tan necesario en un futuro no muy lejano. En este caso el proceso de hidrogenación ocurre mediante un paso clave de transferencia directa de átomos de hidrógeno a partir de moléculas de agua activadas y un aceptor orgánico.

directa de átomos de hidrógeno a partir del agua, una sustancia inocua y abundante, es necesario y enormemente interesante ya que podría no solo evitar la utilización de hidrógeno gaseoso en procesos de síntesis química sino también tener relevancia en procesos bioquímicos mal descritos hasta la fecha o favorecer el desarrollo de otras formas de almacenamiento y producción controlada de hidrógeno para su uso como combustible”, asegura Juan Enrique Oltra Ferrero, responsable del Proyecto de Excelencia *El agua como fuente de hidrógeno atómico y molecular. Implicaciones en Química, Biología y energías alternativas*.



# El perfil formativo de los profesores de matemáticas

Un grupo de investigación de la Universidad de Granada está trabajando en un estudio que describirá y caracterizará la formación inicial de profesores de matemáticas de primaria en España, la comparará con la de otros países y establecerá posibles líneas de acción que contribuyan a la mejora de la política y la práctica de la formación inicial de profesores de matemáticas en nuestro país. El Proyecto de Excelencia *TEDS-M* ha logrado un incentivo de 321.000 euros por parte de la Junta de Andalucía.

El *Teacher Education Study in Mathematics* (TEDS-M) es un estudio internacional sobre la formación inicial del profesorado de matemáticas en Educación Primaria y en Secundaria Obligatoria de la *International Association for the Evaluation of Achievement* (IEA). Este trabajo nace desde la constatación de las diferencias y deficiencias en el rendimiento matemático de los escolares de distintos países, de acuerdo con los resultados del estudio internacional *Trends in Mathematics and Science Study* (TIMSS). TEDS-M Internacional ha recibido financiación de la *National Science Foundation* en Estados Unidos. Alemania, Botswana, Canadá, Chile, China Taipei, España, Estados Unidos, Filipinas, Georgia, Malasia, Noruega, Omán, Polonia, Rusia, Singapur, Suiza y Tailandia participan en este trabajo, coordinado por la Michigan State University (East Lansing, Estados Unidos); el Australian Council for Educational Research (Camberwell, Australia) y la IEA (Amsterdam, Países Bajos).

Numerosos informes vienen constatando las deficiencias y las diferencias (entre países) en la formación matemática de los escolares de acuerdo con los resultados de este último estudio. Así, se parte del supuesto de que un factor que puede explicar las diferencias en el rendimiento de los escolares de distintos países tiene que ver con diferencias en cómo los profesores aprenden a enseñar y a transmitir el conocimiento. Hay evidencias de que diferencias sustanciales entre los países con respecto a la formación de profesores. Pero no hay evidencia de

cómo éstas se relacionan con el rendimiento de los escolares.

El estudio consta de tres componentes: en primer lugar, estudios sobre la política educativa del profesorado para los profesores de matemáticas de primaria y secundaria obligatoria y sus contextos culturales y sociales; estudios de las vías de preparación, programas, niveles y expectativas para el aprendizaje del profesorado de matemáticas de primaria y secundaria obligatoria; y, por último, estudios sobre el conocimiento que tienen los futuros profesores de educación primaria y secundaria obligatoria sobre matemáticas y de los aspectos pedagógicos relacionados con éstas.

Precisamente, el grupo FQM-193 del PAIDI, liderado por el catedrático Luis Rico Romero de la Universidad de Granada, ha iniciado el Proyecto de Excelencia denominado TEDS-M España para analizar la formación inicial del profesorado español en matemáticas y aprender de los enfoques con que ésta se aborda en otros países.

España participa en este estudio internacional con la intención de analizar y caracterizar, sobre una sólida base empírica, cómo es la formación inicial del profesorado de matemáticas de primaria, compararla con la de otros países y establecer propuestas de trabajo y posibles líneas de acción que contribuyan a mejorar dicha formación inicial. La coordinación global del estudio TEDS-M en España corresponde a la Secretaría de Estado de Educación y Formación del Ministerio de Educación, a través del Instituto de Evaluación. La coordinación insti-

Centro:  
Universidad de Granada

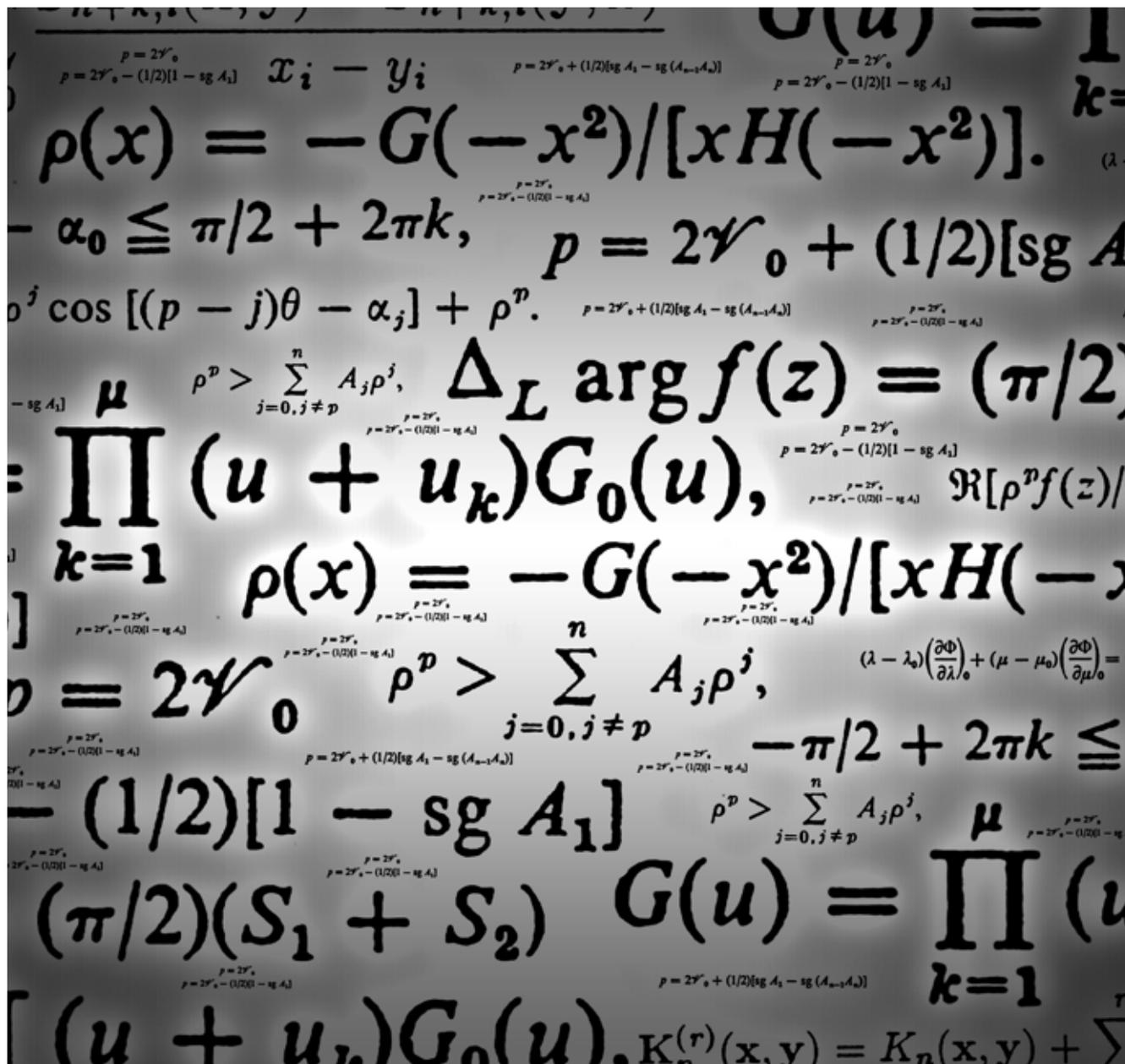
Área:  
FQM

Código:  
FQM 3244

Nombre del proyecto:  
TEDS-M España

Contacto:  
Luis Rico Romero  
lrico@ugr.es  
(+34) 958 241 503

Dotación:  
321.958 euros



tucional con las universidades y la gestión de los datos corresponde a la Secretaría General del Consejo de Coordinación Universitaria del Ministerio de Ciencia e Innovación.

La coordinación de la investigación corresponde al Instituto Superior de Formación y Recursos en Red para el Profesorado que ha designado al profesor Luis Rico Romero como Coordinador Nacional de Investigación y responsable de la dirección científica del estudio en España. “Aunque en la descripción del proyecto se hace referencia a educación primaria y secundaria, diversas razones han aconsejado evaluar en este primer estudio sólo la formación inicial del profesorado de primaria en España, con la inten-

ción de extenderlo también a la formación del de secundaria en sucesivas ediciones del estudio TEDS-M. Pretendemos describir y caracterizar la formación inicial de profesores de matemáticas de Primaria y Secundaria obligatoria en España, compararla con la de otros países y establecer posibles líneas de acción que contribuyan a la mejora de la política y la práctica de la formación inicial de profesores de matemáticas en España”, afirma el investigador.

El estudio se realizará en tres fases. En la primera, el equipo dirigido por Rico Romero se hará cargo de la organización y realización del trabajo de campo correspondiente al estudio piloto y al estudio definitivo del TEDS-M Internacional en Espa-

ña. En una segunda fase, este mismo equipo producirá informes para la difusión de los resultados que surjan del TEDS-M y analizará los datos específicos a la situación española. En una tercera fase, producirá informes y reportes de investigación sobre la formación inicial de profesores de matemáticas en España para su consideración y difusión por el Instituto de Evaluación del Ministerio de Educación y Ciencia y eventualmente por el Instituto Superior de Formación de Profesorado, instancias que difundirán dichos informes a la opinión pública, las comunidades de formación de profesores, las diversas administraciones educativas y las comunidades de investigación nacionales y extranjeras.

# Contadores de rayos para predecir terremotos

Investigadores de la UGR han iniciado un Proyecto de Excelencia con el que pretenden mejorar herramientas actuales de predicción de terremotos a partir de perturbaciones electromagnéticas en la atmósfera. El trabajo *Estudio de fenómenos electromagnéticos naturales para el diagnóstico del Medio Ambiente* ha recibido un incentivo de 393.000 euros.

¿Es posible la predicción fiable y a corto plazo de un terremoto? ¿Existe un termómetro que nos mida el calentamiento global del planeta?. La respuesta afirmativa a estas preguntas sería un avance muy importante para las Ciencias medio-ambientales y en la prevención de desastres.

Las predicciones actuales son vagas hasta el punto de que usando estudios históricos junto a determinaciones vía satélite de movimientos de la corteza terrestre y medidas de tensiones en su interior, los científicos pueden determinar con gran probabilidad la ocurrencia de un terremoto (en un plazo de tiempo de 30 años) a largo plazo. Sin embargo, la predicción a corto plazo no provendrá del estudio de movimientos de la corteza terrestre sino de fenómenos electromagnéticos que ocurren en la atmósfera terrestre y sus capas limítrofes, la corteza terrestre y la ionosfera.

En 1992 apareció en Science un artículo en el que se propone un mecanismo de detección de la temperatura global del trópico basado en el estudio de otro fenómeno electromagnético de origen natural: las resonancias de Schumann.

Estudios llevados a cabo por Williams durante seis años demostraron la correlación entre las variaciones anuales de las amplitudes de las primeras resonancias de Schumann y la temperatura del trópico evaluada a través del promedio temporal del número de rayos en la Tierra.

Las constantes descargas que se producen de forma simultánea son fuentes de campos electromagnéticos que se propagan a través de la atmósfera rebotando sucesivamente en la ionosfera y en la superficie

## Un satélite para trabajar con los fenómenos

Respecto a las observaciones experimentales de señales provenientes de movimientos sísmicos, además del satélite DEMETER puesto en órbita con participación mayoritaria del gobierno francés, el gobierno japonés ha puesto en marcha sendos proyectos de investigación basados en una red de observatorios terrestres: Frontier/RIKEN para estudiar los efectos seismo-electromagnéticos en el interior de la Tierra, y Frontier/NASDA para estudiar los producidos en la atmósfera y/o ionosfera

terrestre. En la banda ELF y debido a la conductividad de la atmósfera, las ondas pueden dar varias vueltas a todo el perímetro terrestre dando lugar a la aparición de resonancias. “Las ondas electromagnéticas se propagan a través de la atmósfera, que en definitiva es una cavidad situada entre dos paredes: la tierra y la ionosfera”, asegura Alfonso Salinas Extremera, responsable del Proyecto de Excelencia Estudio de fenómenos electromagnéticos naturales para el diagnóstico del Medio Ambiente, dotado con 392.836 euros por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia.

Los fenómenos electromagnéticos que ocurren de forma natural en nuestro entorno se pueden clasificar en tres categorías: aquéllos asocia-

Centro:  
Universidad de Granada

Área:  
FQM

Código:  
FQM.3280

Nombre del proyecto:  
Estudio de Fenómenos  
Electromagnéticos Naturales  
para el diagnóstico del  
Medio Ambiente

Contacto:  
Alfonso Salinas Extremera  
asalinas@ugr.es  
(+34) 958 242 312

Dotación:  
392.836 euros



dos con los rayos en la atmósfera, los que tienen lugar en el plasma de la ionosfera y magnetosfera, y los generados en la litosfera. Esta última categoría es totalmente nueva y acumula evidencias de que los fenómenos seísmo-electromagnéticos podrían ser la vía de predicción a corto plazo de los terremotos. “Se han

La Resonancia Schumann está formada por un conjunto de picos en la región del espectro electromagnético conocida como banda de frecuencias extremadamente bajas (ELF), formados por resonancia en la “cámara” creada entre la superficie terrestre y la ionosfera, actuando como guía de ondas y a modo de cavidad resonante. El origen de este “ruido” de fondo se localiza en la excitación natural que en la atmósfera se produce por los rayos que continuamente se originan en tormentas de todo el planeta, fácilmente cartografiables y registrables con el equipo adecuado.

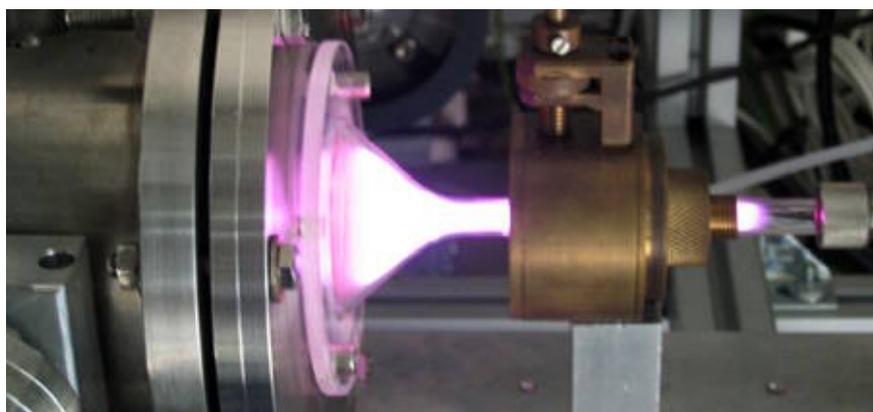
detectado emisiones en el rango de frecuencias de ULF hasta VHF (incluyendo DC) originadas en la litosfera, y medido perturbaciones en la atmósfera e incluso en la ionosfera debidas a terremotos”, asegura Salinas. Sin embargo los mecanismos de generación de dichas emisiones y del acoplamiento litosfera-atmósfera-ionosfera son actualmente muy poco entendidos. Es evidente que los modelos analíticos son incapaces de recoger la complejidad del sistema y son necesarios métodos numéricos para corroborar hipótesis mediante la concordancia entre resultados obtenidos y medidas experimentales. “Cuando se produce un seísmo, se producen variaciones en las características de las resonancias de Schumann, aunque es un fenómeno poco estudiado. Los rayos actúan como generadores de campos electromagnéticos de frecuencia baja y media. Los primeros se propagan a través de la atmósfera y rodean toda la Tierra. Son ondas que tienen un espectro muy definido, resuenan a frecuencia de 7.8, 14, 20 y 26 Hz”, prosigue. Precisamente, antes de un terremoto,

se han encontrado anomalías en las resonancias de Schumann.

“Es decir, se han registrado variaciones que han propiciado la creación de un modelo que nos permitiría predecir los temblores”. El estudio incluye una simulación numérica y medidas experimentales. “Sin embargo -apunta el investigador- el problema que tenemos en la medición es que son campos extremadamente débiles y con muchísimo ruido. Es como encontrar una imagen en la televisión con muchas interferencias”. El Proyecto de Excelencia tiene por objetivo mejorar las herramientas de cálculo y de medición, situándolo por debajo del 5%. Por otro lado, los investigadores de la UGR pretenden instalar dos observatorios un observatorio en Sierra Alhamilla de medida de ondas electromagnéticas en ELF comunicado por radioenlace digital con una unidad central de procesamiento en tiempo real situada en la Universidad de Almería, conectada a su vez vía Internet con la Universidad de Granada, con el que recoger toda la información disponible.

# Materiales inteligentes con plasma de nitrógeno

El plasma está considerado como un estado de la materia, el cuarto junto al sólido, el líquido y el gaseoso. Cuenta con características singulares, que pueden ser aprovechadas para conseguir ciertas reacciones químicas útiles. Ése es precisamente el objetivo del grupo de investigación del que forma parte José Cotrino Bautista, catedrático de física atómica, molecular y nuclear en la Universidad de Sevilla: aprovechar el plasma de nitrógeno para crear materiales inteligentes, como cristales que repelen el agua o implantes corporales que no producen rechazo. Unas experiencias que la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia han incentivado con 96.200 euros, en calidad de Proyecto de Excelencia.



Centro:  
Centro de Investigaciones  
Científicas Isla de la  
Cartuja (CSIC)

Área:  
FQM

Código:  
FQM 3298

Nombre del proyecto:  
Plasmas de nitrógeno para  
funcionalización superficial  
de materiales (PlasNitro)

Contacto:  
José Cotrino Bautista  
cotrino@us.es

Dotación:  
96.200 euros

“El plasma se consigue aportando la suficiente energía a un gas inerte. Mediante este aporte, que puede ser eléctrico, en forma de microondas, etc... los átomos del gas aumentan la velocidad de su movimiento, hasta el punto de que las colisiones entre ellos desprenden electrones. Aparecen entonces muchas partículas cargadas eléctricamente, y con ello el gas entra en estado de plasma”. Este fenómeno, que esboza el catedrático y miembro del Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla José Cotrino, es más frecuente en la vida cotidiana de lo que en principio puede parecer, pues objetos como las lámparas fluorescentes, las bombillas de bajo consumo o las propias televisiones de plasma están basados en él.

Dotar de cualidades específicas a una superficie mediante técnicas de plasma es una tecnología actual plenamente vigente, a la que el equipo, un grupo mixto del CSIC y la universidad Hispalense, quiere aportar nuevos hallazgos. El desarrollo de superficies bioactivas o biocidas (que favorecen o contrarrestan a un organis-

mo determinado, respectivamente), o la mejora y control de la adherencia de las mismas, son algunos de sus ámbitos de actuación.

“Frente a la química tradicional, los plasmas presentan la ventaja de darnos acceso a muchas especies (iones, átomos, moléculas, etc...) y partículas que no podríamos usar de otra forma, nos abre una química nueva”, señala José Cotrino. Aparece por tanto la posibilidad de formar nuevas sustancias, al fraccionarse los átomos presentes en el gas en condiciones normales.

“De esta forma, en el plasma aparecen radicales sueltos, que podremos combinar químicamente con otras sustancias en ese entorno”, explica Cotrino. Según añade el científico, “en el caso del nitrógeno, formado por moléculas de dos átomos ( $N_2$ ) en su forma gaseosa, al darle estado de plasma se obtienen, por ejemplo, átomos sueltos ( $N + N$ ) o iones  $N_2^+$ , quedando la molécula con carga positiva tras perder algunos electrones. Estas especies resultantes pueden combinarse así con otras sustancias”, señala.



En este contexto, los plasmas de nitrógeno y amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), ya sean puros o mezclados con gases nobles, se están usando para la incorporación de grupos de nitrógeno en la superficie de los materiales de partida. “Se han elegido debido a los diferentes procesos que tienen lugar en la interacción entre plasma y superficie”, indica Cotrino.

Éste es el fundamento de las experiencias que está llevando a cabo el grupo, encaminadas a crear materiales inteligentes capaces de realizar ciertas tareas de forma natural, inherente a su propia composición. De esta forma, el grupo está desarrollando unos vidrios que repelen -o atraen, según se prefiera- el agua y los líquidos en general. Por otro lado, una segunda línea de experimentación trabaja con materiales poliméricos, tales como polietileno o polipropileno, a los que se dota de la capacidad de alejar o atraer a determinadas células vivas, o de conformar implantes que no produzcan problemas de rechazo en los pacientes. En ambos casos los nuevos materiales utilizan plasmas de nitrógeno en su fabricación.

En el trabajo con vidrios, que a su vez es un amplio proyecto que posee múltiples aplicaciones, se está combinando el nitrógeno monoatómico (N) presente en el plasma con un pigmento blanco, el dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ). El material resultante presenta nuevas

La mayor parte de la materia del universo visible se encuentra en estado de plasma. Esto es debido a que las estrellas, como el Sol, acumulan la mayor parte de la materia existente, y se encuentran en estado de plasma. El medio interestelar también es fundamentalmente plasma. Ya en la Tierra, se usa el plasma en muchos aparatos, como en los televisores o monitores con pantalla de plasma, o en el interior de los tubos fluorescentes y bombillas de bajo consumo, debido a que conduce bien la electricidad y es fácil manipularlo mediante campos magnéticos.

cualidades. “Por un lado, conseguimos que el dióxido de titanio reaccione ante todo el espectro de luz visible”, señalan los miembros del equipo, refiriéndose a la capacidad de esta sustancia ampliamente utilizada en la industria para absorber los rayos UV (luz ultravioleta), que queda así ampliada “drásticamente”.

Paralelamente, con este dióxido de titanio se puede obtener un vidrio que repele el agua, como, por ejemplo, la procedente de la lluvia o el rocío matinal. Pensado para cristales de ventanas o celdas de paneles solares, este material “podría limpiarse prácticamente por sí mismo, pues la propia hu-

medad ambiental arrastraría el polvo y la suciedad que se depositase en su superficie, altamente deslizante para todos los líquidos”, indica el grupo investigador.

La segunda vía de experimentación, totalmente diferente a la anterior, incide principalmente sobre polímeros sintéticos, plásticos muy comunes con los que se fabrican envases de agua, botellas de refrescos, etc... El objetivo es crear, gracias al nuevo material, implantes que no produzcan rechazo en los pacientes, y que cumplan además determinadas funciones biológicas. “Trabajamos en un polietileno o polipropileno que, al combinarlo con nitrógeno monoatómico y otros grupos químicos presentes en el plasma, adquiera cualidades favorables para determinadas células, así como lo contrario. Es decir, un material que sea ‘amigo’ o ‘enemigo’ de unas células concretas”, señala José Cotrino.

Esta línea de experimentación se relaciona directamente con las ciencias de la salud, y cuenta con la participación de un equipo más amplio e interdisciplinar. “Médicos y bioquímicos pueden señalarnos las sustancias que, por su participación en un determinado proceso fisiológico, hemos de tener como objetivo a la hora de crear nuestros materiales, ya sea de cara a favorecer su presencia o justo lo contrario”, explica el responsable de la investigación.

## Nuevos usos de los gases inertes

Para conseguir los materiales inteligentes que se proyectan conseguir, el equipo emplea gases inertes, principalmente el nitrógeno (aunque también otros como el argón, el amoníaco, etc...). Estos gases se caracterizan por su nula reactividad en condiciones normales: el nitrógeno difícilmente reaccionará a temperatura ambiente en un entorno natural, y en el caso de los gases nobles (como el argón) se trata de elementos aún más inertes todavía. Contrastan con el caso del oxígeno, que interactuará fácilmente con una gran variedad de sustancias de forma natural. Por este motivo, para utilizar estos gases de cara a combinarlos con otras sustan-

cias se han de alterar las condiciones naturales. Si además se quiere cambiar su estado de gaseoso a plasma, como es el caso de las experiencias que están llevando a cabo los científicos del grupo de investigación del que forma parte José Cotrino, es necesario incrementar su temperatura mediante aparatos especializados.

Para esta tarea el equipo del centro mixto (Universidad de Sevilla- CSIC) está usando unos dispositivos denominados reactores de plasma. Estos aparatos aportan energía a los gases inertes, de forma que la temperatura de éstos empieza a aumentar, y con ella la velocidad de movimiento

de sus átomos. En los choques que se producen, llega un momento en que se desprenden electrones, apareciendo el estado de plasma, lleno de partículas cargadas eléctricamente, fotones y especies excitadas.

El grupo cuenta con varios tipos de reactores de plasma: unos que aportan energía mediante microondas en condiciones de vacío y otros denominados “de descarga de barrera dieléctrica”. Este último dispositivo se emplea para obtener el plasma a la presión normal de la atmósfera, y requiere de este sistema pulsado o “encendido y apagado” para evitar su sobrecarga.

# Análisis de explosivos por control remoto

Investigadores de la Universidad de Málaga, liderados por Javier Laserna, abordan el análisis de explosivos y sustancias con potencial uso terrorista mediante técnicas analíticas de desarrollo o aplicación exclusiva en Andalucía. Las técnicas usadas van a permitir enfrentarse al análisis desde dos perspectivas distintas pero igualmente importantes: el análisis de objetos expuestos a explosivos y por tanto, potencialmente explosivos; y el desarrollo de técnicas que permitan su determinación o confirmación una vez producida una explosión. El Proyecto de Excelencia *Análisis de discriminación, forense y confirmación de explosivos mediante técnicas espectrométricas de excitación focalizada* ha sido dotado con 576.000 euros por parte de la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia.

Con el resurgir del terrorismo internacional y el creciente uso de explosivos en ataques terroristas, las agencias encargadas de hacer cumplir la ley en todo el mundo tienen que enfrentarse con los problemas de detectar materiales explosivos en equipaje, correo, medios de transporte y en personas. Las dimensiones sociales del problema también se ven reflejadas en la metodología de análisis, que requiere sistemas más rápidos, sensibles y selectivos para aplicar soluciones adecuadas.

Otro problema relacionado, también a escala mundial, es el de la detección de explosivos ubicados en minas subterráneas (las conocidas como minas anti-persona). Según estadísticas de la ONU, millones de minas aún no detonadas (y la gran mayoría no señalizadas) se encuentran enterradas y repartidas entre 70 países. Queda claro que el desarrollo de sistemas eficientes y efectivos de detección de explosivos representa un problema a escala mundial que debe solucionarse de modo urgente. El grado de desarrollo y sofisticación de la tecnología de explosivos contrasta con el uso del extraordinario sistema olfativo de los perros como principal sistema de detección, que se ha extendido hasta nuestros días.

Por este motivo, se hace necesario el desarrollo de técnicas más sensibles y rápidas en las que el operario no deba acercarse al posible objetivo. Además del análisis en situaciones de un posible objeto sospechoso,

una de las áreas más interesantes y en el análisis de explosivos es la identificación forense, esto es, la que se produce tras la explosión. Investigadores de la UMA, dirigidos por Javier Laserna, considera que el propósito de tal análisis será doble: Por un lado, servir como evidencias en los sumarios establecidos. “Obviamente, nunca hay necesidad de probar que se ha producido una explosión. Sin embargo es de crítica importancia explicar su origen, lo que incluye la reconstrucción del dispositivo explosivo y la identificación del explosivo o mezclas de explosivos empleados”, aclara. Por otro lado, ayudará en el establecimiento de una conexión entre autores de la explosión y otros datos importantes como el país de origen o el fabricante.

El análisis de los residuos resultantes de la explosión resulta extraordinariamente difícil ya que exige encontrar e identificar los residuos del explosivo original que han permanecido intactos tras la explosión, no los productos que se han generado como resultado de la misma.

“Huelga decir que la cantidad de residuo que permanece es muy pequeña, y debe aislarse desde restos numerosos y muy extendidos. Dada esta dificultad, no debe sorprender que hasta la fecha no se haya desarrollado un método científico que haya permitido determinar selectivamente en qué restos de los encontrados se encuentran los explosivos originales”, apunta Laserna. Por

Centro:  
Universidad de Málaga

Área:  
FQM

Código:  
FQM 3308

Nombre del proyecto:  
Análisis de discriminación,  
forense y confirmación  
de explosivos mediante  
técnicas espectrométricas  
de excitación focalizada

Contacto:  
Jose Javier Laserna Vazquez  
laserna@uma.es  
(+34) 952 131 881

Dotación:  
576.000 euros



## Un sistema portátil de detección

El grupo de Laserna participa en el proyecto europeo 'Optix', dirigido al diseño de un analizador portátil para la detección de explosivos, ya sean de naturaleza líquida o sólida, en un radio de, al menos, 20 metros de distancia. Los expertos aplicarán la tecnología LIBS para el desarrollo de este sistema, con el que los usuarios finales podrán anticiparse a cualquier amenaza de esta naturaleza de forma segura. Participado por cinco países europeos, 'Optix' se servirá de otras dos tecnologías complementarias -Raman e IR- para detectar sustancias explosivas en estado líquido o bajo determinadas condiciones, o incluso a terroristas que porten elementos sospechosos. El director científico del proyecto, Javier Laserna, validará junto a su grupo de trabajo los sensores que acompañarán una de las líneas de investigación, concretamente la que empleará técnicas de espectroscopia de plasmas inducidos por láser, la citada tecnología LIBS. Una de las ventajas de la herramienta, según la Consejería, radica en la posibilidad de analizar cualquier sustancia independientemente del estado de agregación, ya sean sólidos, líquidos o gases, e incluso en aerosoles y geles. "La herramienta más demandada por aquellos profesionales que se dedican a la detección de explosivos es aquella que permita afrontar una amenaza, detectarla e identificarla, a fin de poder anticiparse y evitar que sea irreversible", subrayó Laserna.

cercanía con el objeto del análisis y que permite discriminar entre compuestos explosivos o posibles explosivos; y una configuración para análisis localizado portátil que permita el examen forense de los fragmentos generados tras una explosión.



este motivo, disponer de métodos de cribado rápido que permitan bien descartar los residuos en los que no existen trazas de explosivos o aislar aquellos en los que es posible encontrar residuos resulta de gran interés. Hasta la fecha, esta metodología se lleva a cabo mediante técnicas de limpieza, extracción y preconcentración bien establecidas en el laboratorio.

Si bien algunas técnicas es posible acercarlas al sitio de la explosión mediante laboratorios móviles, en la gran mayoría de las ocasiones se hace necesario disponer de técnicas que tengan capacidad de analizar en el escenario de la explosión los residuos generados. Aunque estas técnicas no tengan capacidad confirmatoria, si deben permitir al menos el establecimiento de un primer nivel de discriminación en las muestras analizadas que permitan definir varias categorías iniciales: mues-

tras positivas, muestras negativas, posibles positivos y posibles negativos. En función de la técnica y del escenario de trabajo, el intervalo de incertidumbre será mayor o menor. Las muestras claramente positivas en el escenario de la explosión, podrán ser inmediatamente llevadas al laboratorio móvil o al laboratorio central en donde podrán ser sometidas a un análisis detallado. Esta categorización inicial ahorra tiempo y permite al equipo de patólogos forenses entrarse en aquellas muestras que pueden proporcionar información de utilidad.

Este proyecto incorpora la técnica de análisis atómico conocida como espectrometría de plasmas inducidos por láser (*laser-induced breakdown spectrometry, LIBS*) en dos configuraciones diseñadas específicamente para situaciones analíticas distintas: una configuración para análisis remoto en la que no se exige

# Química combinatoria, un oasis para la farmacéutica

Un Proyecto de Excelencia concedido por la Junta de Andalucía permitirá a científicos de la Universidad de Málaga establecer nuevos procesos sintéticos dirigidos hacia la preparación de ciertos productos naturales y análogos de interés en el tratamiento de enfermedades infecciosas y cáncer. Los productos que pretenden sintetizar son antibióticos y agentes antitumorales. Con el desarrollo de sus síntesis y con el objetivo de generar librerías de productos que cumplen la misma función que los productos naturales, estos investigadores pretenden explorar nuevas metodologías y tecnologías sintéticas. Para completar los estudios de Química y Biología de tales productos, evaluarán la actividad biológica de los análogos producidos resultantes de la ejecución de la estrategia diseñada.

En la búsqueda de nuevos fármacos, la Química Combinatoria representa un potente método que en sus comienzos por los años 90 fue anunciado como una revolución científica en la investigación farmacéutica. Desafortunadamente, las expectativas iniciales de esta importante herramienta química se tornaron en una desalentadora sensación, al comprobar los pobres resultados obtenidos hasta ahora en la búsqueda y descubrimiento de compuestos cabezas de serie o de utilidad biológica.

Como consecuencia de esto, fue rápidamente reconocido que la calidad de una librería de compuestos generados desde la Química Combinatoria no está determinada por la 'cantidad', como inicialmente fue diseñada, sino por lo que podríamos definir como 'compuestos tipo fármacos', diseñados desde moléculas ya biológicamente activas como un válido punto de partida. En este nuevo contexto, los productos naturales han ocupado una posición central en esta búsqueda, siendo considerados como "estructuras privilegiadas". Así, asumiendo que la naturaleza ya ha identificado los productos naturales como estructuras cabezas de serie de relevancia biológica, la consideración de diseñar librerías basadas en estas estructuras, es un argumento sin fisuras sobre el que pueden apoyarse líneas de investigación para tratar de imitarlo. Por este motivo, un grupo de investigadores de la Universidad de Málaga está desarrollando nuevos métodos sinté-

uticos con los que sintetizar, por una parte, la platensimicina (producto natural aislado de la bacteria *Streptomyces platensis*) y micobactinas (producto natural producido por la bacteria *Mycobacterium tuberculosis*) en el campo de los antibióticos; y por otra parte, fostriecina (producto natural aislado de *Streptomyces* sp.) y productos relacionados en el campo de los agentes antitumorales.

Este proyecto de investigación explorará la química y la biología de estos productos naturales, seleccionados escrupulosamente en base a criterios estructurales y biológicos. En particular, esta selección ha sido realizada de acuerdo a una serie de prioridades como son la importante actividad biológica o implicación en procesos biológicos esenciales, o el hecho de que sean compuestos poco explorados y estudiados de acuerdo a la bibliografía, entre otros, que invita al descubrimiento de una química y biología novedosas con el estudio de estos compuestos seleccionados.

En un principio, el grupo de la UMA desarrollará nuevas metodologías para ponerlas al servicio de las síntesis totales de las moléculas diana (platensimicina, micobactinas y fostriecina), es decir, la producción de estas moléculas orgánicas complejas partiendo de moléculas simples comercialmente asequibles. Posteriormente realizarán las síntesis totales en disolución de los productos del estudio (platensimicina, micobactinas y fostriecina), con el

Centro:  
Universidad de Málaga

Área:  
FQM

Código:  
FQM 3329

Nombre del proyecto:  
Biología Química de Productos Naturales Seleccionados para Nuevos Avances en Enfermedades Infecciosas y Cáncer: Síntesis Total, Química Combinatoria y Actividad Biológica de Análogos

Contacto:  
Francisco Ramón Sarabia García  
frsarabia@uma.es

Dotación:  
247.668 euros



objeto de validar la estrategia sintética previamente diseñada. Un vez hecho esto, procederán a la generación de librerías de algunos de los productos sintetizados. Finalmente, realizarán la evaluación biológica de dichos productos. “Los resultados de estos estudios abrirán nuevas perspectivas hacia la búsqueda de nuevos agentes antibióticos y antitumorales”, afirma Francisco Sarabia García, investigador jefe del proyecto.

Con esta investigación, los científicos de la Universidad de Málaga pretenden cubrir la biología química de ciertos productos de interés farmacéutico, aportando aspectos innovadores tanto en la química, con nuevas síntesis totales, nuevas metodologías y tecnologías de síntesis; como en la biología, con la exploración de agentes producidos por bacterias en el tratamiento de enfermedades infecciosas, así como la exploración de nuevos agentes antibióticos y antitumorales con nuevos mecanismos de acción no explorados aún.

Las tecnologías sintéticas alternativas que proponen estos inves-

tigadores permitirán la producción de grandes librerías de compuestos bioactivos de una forma fácil y eficiente. En estas librerías se dispondrá de una colección de compuestos que puede estar formada por unos 100 productos diferentes. Lo normal es que las librerías contengan del orden de 1.000 a 10.000 compuestos pero, dada la complejidad estructural de los productos del estudio (platensimicina, micobactinas y fostriecina), las librerías que pretende generar este grupo de investigación serán del orden del centenar de productos. Las contribuciones científicas que esperan estos investigadores serían de un elevado impacto para las ciencias químicas y también para la biología química, con la preparación de compuestos bioactivos.

Estos investigadores de la Universidad de Málaga se han centrado en el uso de la síntesis total, puesto que se trata de una síntesis completa de un producto natural desde materias primas simples que son comerciales. La importancia de preparar en el laboratorio un producto que

la naturaleza es capaz de hacer se debe a que muchas veces estos productos naturales, que pueden ser de interés por su actividad biológica, se encuentran en cantidades muy pequeñas o su aislamiento desde esas fuentes naturales resulta muy complicado, de forma que la única forma de disponer de tal producto es a través de su preparación en el laboratorio. Esto es lo que abordaría la síntesis total, que permite, si se realiza con éxito, disponer de cantidades suficientes para ensayos biológicos, demostrar su estructura o poner a punto un método para poder preparar compuestos parecidos al natural pero que no son exactamente los mismos y comprobar la actividad de estos nuevos productos que se denominan análogos.

Por otro lado, el potencial biológico de los compuestos que esperan preparar se extenderá no solo a evaluaciones de relaciones estructural-actividad, sino también al estudio de procesos biológicos como adecuadas sondas, tanto en procesos de transducción de señales como en enfermedades.