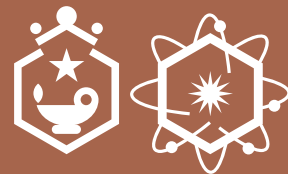




# enlace

de los químicos de Madrid

REVISTA DEL COLEGIO Y ASOCIACIÓN DE QUÍMICOS DE MADRID



N.º 45 | JUNIO 2021

## CEREBRO

La química que nos hace humanos

Entrevista con Laura Lechuga:  
**“Nuestro biosensor del coronavirus es más rápido  
y sensible que la PCR y se puede hacer en ambulatorio”**

**La geoquímica, el cambio climático  
y las tecnologías limpias**

# MÁSTER EN INDUSTRIA QUÍMICA

(XXIII EDICIÓN)



¿Conoces  
las **salidas profesionales**  
que te ofrecen tus estudios  
en **QUÍMICA?**

Titulación propia:



CEU | *Universidad  
San Pablo*

## Fórmate en Gestión Técnica de Empresas Químicas

ÚLTIMAS PLAZAS

Infórmate del resto de nuestra  
oferta formativa en industria  
farmacéutica, alimentaria,  
biotecnológica y cosmética



Profesores en Activo  
+ 1.000



Ofertas Bolsa Empleo  
+ 800



Antiguos Alumnos  
+ 9.500

Madrid  
+34 915 938 308  
madrid@cesif.es



Barcelona  
+34 932 052 550  
barcelona@cesif.es

# Un Colegio activo frente a la pandemia



Queridos compañeros: Encaramos el segundo semestre de 2021 con mejores perspectivas sobre la crisis sanitaria y económica que asola nuestro país. Las vacunas han llegado, pero la vacunación todavía no ha llegado a un suficiente número de personas como para que se pueda garantizar la inmunidad de grupo. Desde el Colegio de Químicos de Madrid, y durante todo el tiempo de pandemia, hemos participado en cuantas iniciativas han surgido para colaborar con la Comunidad y el Ayuntamiento de Madrid, aportando nuestra capacidad y conocimientos, tanto en labores de asesoramiento como en poner en contacto a diferentes agentes sociales involucrados en la lucha contra el covid-19 y en la recuperación económica de nuestra región.

A iniciativa propia, y en la persona del decano, nuestro Colegio ha ofrecido conferencias *online* gratuitas a las AMPAS madrileñas y a los directivos de centros escolares y formativos, para instruirlos en la mejor forma de renovar el aire de las aulas manteniendo una temperatura compatible con la actividad docente.

Resulta obvio que la pandemia ha producido un efecto de catálisis, acelerando procesos de cambio en nuestros hábitos y en nuestra vida laboral. Tal es el caso de la aplicación de las nuevas tecnologías en el ámbito del teletrabajo. Cumplir nuestro horario laboral y llevar a cabo parte de nuestras tareas desde nuestro hogar requiere de un aprendizaje por parte del empleador y del empleado. Es necesario que este sea riguroso en las tareas y objetivos a cumplir, de la misma manera que es imprescindible que aquél demuestre un respeto escrupuloso en los horarios de comunicaciones con sus subordinados.

El teletrabajo ha venido para quedarse y va a mejorar la conciliación familiar y, al reducir el número de traslados al puesto

de trabajo, un enorme ahorro económico. Además, reducirá las emisiones de gases a la atmósfera procedentes de combustibles fósiles y aumentará considerablemente la eficiencia en el tiempo dedicado al trabajo. Pero se requiere un compromiso por parte de las empresas para dotar de los equipamientos ergonómicos y tecnológicos necesarios para que sus empleados trabajen desde casa con todas las garantías.

Otro aspecto de cambio importante que ha señalado la pandemia ha sido el de la calidad del aire en lugares cerrados y de pública concurrencia, como son los centros de trabajo, colegios, uni-

« La labor de divulgación del Colegio entre los medios de comunicación marca un antes y un después en la percepción social de nuestra institución »

versidades, cines, teatros, transportes públicos, etcétera. Hace quince años entró en vigor una ley, entonces controvertida, que prohibía fumar en espacios públicos cerrados. Hoy nos parece aberrante contaminar así dichos espacios. Del mismo modo, la pandemia ha logrado poner en el punto de mira la calidad del aire que respiramos en entornos cerrados. Los prevenciónistas y las mutuas del trabajo conocen bien los efectos en la salud de la baja calidad del aire o de su insuficiente renovación en lugares cerrados. Este déficit ha causado siempre las típicas epidemias de gripe y las consiguientes bajas por contingencias comunes, por las que se pierden muchísimas horas de trabajo.

No es menos cierto que esta pandemia ha popularizado el interés por la ciencia

en nuestra sociedad. La labor de divulgación que hemos desarrollado desde el Colegio de Químicos de Madrid atendiendo a los medios de comunicación de prensa escrita, radio y televisión ha sido de tal magnitud que me atrevo a indicar que se ha marcado un antes y un después en la percepción social que se tiene de nuestra institución y de las competencias profesionales de los químicos.

En muchos casos, nuestra labor divulgativa ha sido solicitada para desmentir bulos que circulan en redes sociales y canales de comunicación privados como WhatsApp. En otras ocasiones, hemos señalado la necesidad de aplicar los principios de prudencia y los métodos de asepsia como las mejores herramientas para evitar los contagios.

Desde el inicio de la pandemia, el Colegio también ha estado en la vanguardia solicitando la implicación de los departamentos de PRL y mutuas del trabajo en los controles epidemiológicos, tanto en la realización de pruebas diagnósticas (PCR y test) como en la administración de vacunas. Ahora, la Comunidad de Madrid ha anunciado que las mutuas del trabajo podrán suministrar vacunas a los trabajadores.

Todo ello, no hace más que poner de relieve la importancia del papel que los profesionales de la química y sus instituciones han desarrollado durante esta etapa histórica donde nuestra tarea y propuestas están ayudando a superar esta crisis sanitaria y económica.

Aprovecho para felicitar y agradecer a todos los compañeros de la Junta Directiva que han hecho posible el buen funcionamiento de nuestro Colegio y de nuestra querida revista Enlace, desde la que tengo el honor de dirigirme a vosotros de manera periódica.

Un afectuoso saludo de vuestro amigo y compañero

Ricardo Díaz Martín, decano



# índice

## 3 presentación

## 5 el núcleo

Cerebro: el laboratorio que nos hace humanos  
La química gobierna el órgano central de nuestro organismo  
y es la que puede atajar los problemas de salud mental

## 12 materia

La geoquímica, el cambio climático  
y las tecnologías limpias

## 16 sociedad Q

Apuntes sobre las vacunas contra la covid-19

## 18 educación Q

Instrucciones para salvar el mundo

## 20 industria Q

La innovación química,  
estratégica para la recuperación económica

## 22 entrevista

Entrevista a Laura Lechuga Gómez,  
Premio Rei Jaume I de Nuevas Tecnologías:  
“Nuestro biosensor del coronavirus  
es más rápido y sensible que la PCR  
y se puede hacer en ambulatorio”

## 25 noticias

## 29 iones

## 32 arte Q

El Pórtico de la Gloria: restauración, historia y ciencia

## 34 agenda



**Ilustre  
Colegio Oficial  
de Químicos  
de Madrid**



**Asociación  
de Químicos  
de Madrid**

### Enlace

Número 45. Junio 2021

**Edita:** Ilustre Colegio Oficial de Químicos de Madrid y Asociación de Químicos e Ingenieros Químicos de Madrid.  
C/ Lagasca 27, 1.º E  
28001 Madrid  
Tel. 91 4 35 50 22  
Fax 91 5 77 51 37  
colquim@quimicosmadrid.org  
www.quimicosmadrid.org

**Dirección:** Lourdes Campanero Campanero

**Comité editorial:** Ricardo Díaz Martín y Valentín González García

**Consejo de redacción:**  
Lourdes Campanero Campanero  
Ricardo Díaz Martín  
Emilio Gómez Castro  
Valentín González García  
Antonio Gutiérrez Maroto  
Donato Herrera Muñoz  
Íñigo Pérez-Baroja Verde

**Producción:** Divulga S.L.

**Coordinación:**

Ignacio Fernández Bayo

**Diseño y maquetación:**  
José María Cerezo

**Impresión:**

BtoB Print Management  
Outsourcing

**ISSN:** 2174-4653

**Depósito Legal:** M-26296-2011

Enlace no se hace responsable de los artículos firmados ni comparte necesariamente la opinión de los colaboradores.

# el núcleo

Pensar, recordar, sentir, decidir, crear, resolver, amar, ver, oír, sufrir, emocionarse, disfrutar... mil verbos más podrían añadirse para definir las tareas que el cerebro humano lleva a cabo, y que son producto de reacciones químicas. Ese kilo y medio de materia gris albergado bajo el cráneo es un complejo laboratorio por el que circulan sustancias químicas llevando mensajes de unas neuronas a otras para cumplir sus funciones. Muchas de esas tareas son exclusivas de los humanos y nos definen como especie. La ciencia, otro fruto de la actividad mental, intenta entender cómo funciona el propio órgano del entendimiento. ¿Puede el cerebro comprenderse a sí mismo? Lo hace por satisfacer su eterna curiosidad y para hallar solución a las enfermedades mentales, esa plaga eterna ahora en expansión por la pandemia. Alteraciones químicas se encuentran en el origen de esas patologías y sustancias químicas tienen, con frecuencia, la llave de su control y, tal vez, de su curación.

La química gobierna el órgano central del organismo

## CEREBRO El laboratorio que nos hace humanos

Teresa Méndez Pérez, bióloga y periodista científica.

“**N**uestra sociedad está traumatizada. La pandemia, el confinamiento y la crisis han causado un dolor psicológico enorme. El 65 % de la población española muestra síntomas de ansiedad o cuadros depresivos; el sistema de emergencias médicas ha registrado un 130 % más de consultas por depresión, malestar emocional y ansiedad; y se ha disparado el consumo de medicamentos al respecto. Señor Sánchez, ¿Sabe cuánta gente sufre? ¿Cuánta gente necesita pastillas para la ansiedad?” El presidente del Gobierno español era así interpelado hace unos meses por el diputado Íñigo Errejón, en una extraña sesión del Congreso; extraña por lo inusual de tratar en la sede parlamentaria la salud mental, un tema casi tabú. El orador terminaba presagiando que la cuarta ola de la pandemia iba a ser la de los problemas mentales y pidiendo que el sistema público se anticipase a ella

multiplicando el número de especialistas y proveyendo los medicamentos capaces de atajar el problema.

La pandemia del covid-19 ha puesto de manifiesto que hay situaciones que nos pueden llevar al límite y los datos



indican que ha tenido un efecto importante en nuestro cerebro y su salud. Según el reciente informe *The Mental State of the World*, cerca del 60 % de la población mundial ha visto cómo empeoraba su índice de salud mental. En EE UU el número de personas con ansiedad y depresión se ha multiplicado por cuatro, y se ha visto un incremento del 12 % en el consumo de alcohol y otras drogas.

En España la situación difiere. En el pasado *XXIX Curso Nacional de Actualización de la Psiquiatría*, de marzo de 2021, se presentaron unas estadísticas sorprendentes: los casos de enfermedades mentales no se habían disparado durante la pandemia en nuestro país. Quizás la explicación la tenga la Agencia Europea del Medicamento, que afirma que España es el segundo país de la Unión Europea que más psicofármacos consume habitualmente: ansiolíticos, antidepresivos, somníferos y sedantes, entre otros. Y el consumo de estos psicofármacos aumentó un 15 % en España durante 2020. Al parecer hemos tirado de las sustancias químicas para aguantar.

Una encuesta reciente del Ministerio de Sanidad constata que una de cada diez personas toma habitualmente algún tipo de psicofármaco, incluso a diario, y todos tenemos cerca a alguien que está familiarizado con medicamentos para calmar el estrés o la ansiedad. Casi cualquier persona es capaz de nombrar al menos un par de compuestos “para los nervios”, como el Orfidal o el Valium.

Estos dos medicamentos llevan más de 50 años entre nosotros y se utilizan con asiduidad para combatir problemas de ansiedad. Sus compuestos químicos son el lorazepam y diazepam respectivamente y pertenecen a la familia de las benzodiazepinas. Clínicamente se considera que son seguras a corto plazo; es decir, no más de dos semanas. Pero después empiezan los problemas, las benzodiazepinas dejan de funcionar, y es necesario aumentar la dosis. Si no se controla su administración crean adicción, con síndrome de abstinencia incluido.

Tal y como explica Juan Lerma, profesor de investigación en el Instituto de Neurociencias de Alicante (CSIC-UMH), históricamente hemos combatido las enfermedades neuronales de dos maneras. La primera es pura serendipia; esto es, el mecanismo de prueba y error con distintos fármacos y la observación de sus efectos. De esta manera, haciendo cribado de sustancias, se llega a obtener un fármaco eficaz para mejorar el

DEPOSITPHOTOS

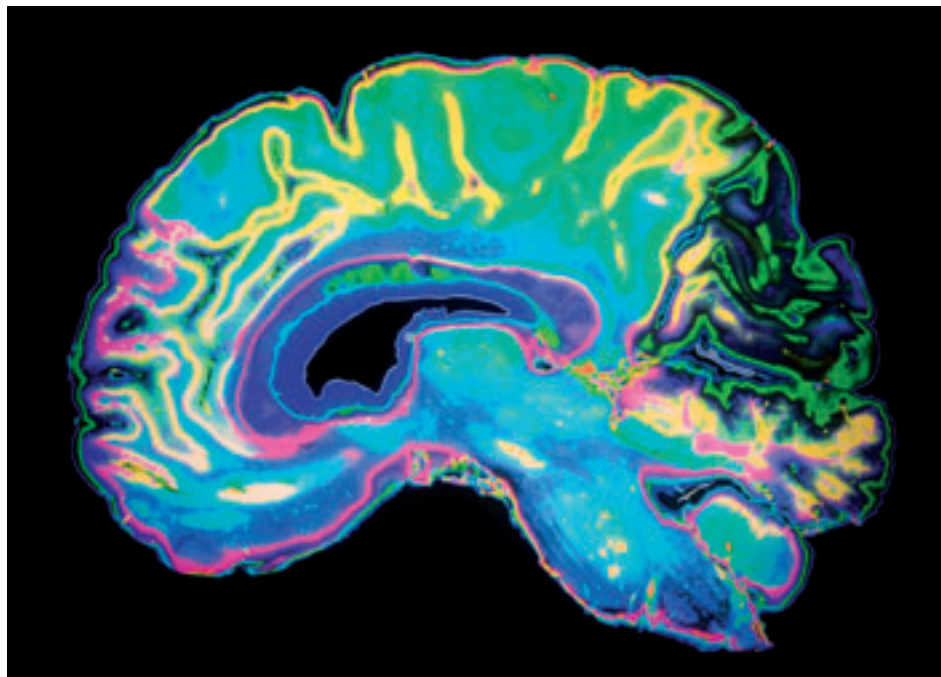


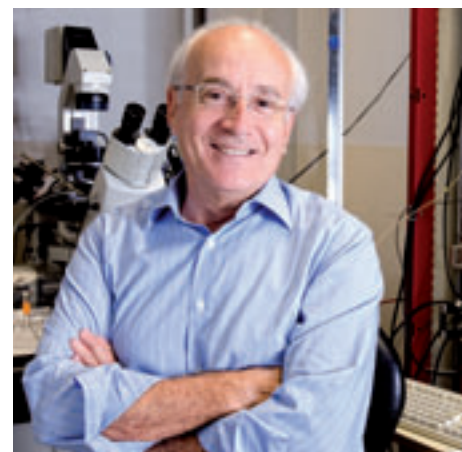
Imagen del cerebro obtenida mediante resonancia magnética.

síntoma que estamos tratando. Así sucedió en su día con el Valium.

La segunda manera de abordar el combate contra las dolencias neurológicas es hacerlo de una forma más estructurada y racional. Es decir, estudiar los sistemas biológicos y su funcionamiento para entender los fallos que provocan las patologías. Por ejemplo, en el estudio de las enfermedades neurodegenerativas se están realizando estudios de la transmisión sináptica para encontrar un fármaco que evite la degeneración de las conexiones neuronales del cerebro. El problema es la complejidad de este órgano, compuesto por 80.000 millones de neuronas formando miles de circuitos. Conocerlo es el camino adecuado, aunque es un proceso extremadamente lento.

Un camino que inició el español Santiago Ramón y Cajal. Considerado el padre de la neuroanatomía moderna, sin microscopios de alta resolución, como los actuales, aplicó los métodos de tinción del médico italiano Camillo Golgi, con quien compartió el premio Nobel, para observar las enmarañadas ramificaciones de las neuronas y descubrir algo esencial: que cada neurona es una célula distinta, separada de todas las demás por un minúsculo espacio, la sinapsis.

Cajal produjo 2.900 dibujos neurológicos en cinco décadas en los que explicaba el cerebro como si fuera un bosque de cien mil millones de árboles —que es más o menos el número de neuronas en el cerebro— para concluir que, aun-



Carlos Belmonte.

que se dibujaran o fotografiaran unos cuantos cientos o miles de árboles, nunca se llegaría a entender el bosque.

### Cerebros en tres dimensiones

La técnica avanza y ahora el neurocientífico Jeff Lichtman, actual titular de la cátedra Ramón y Cajal de la Universidad Harvard, está creando minuciosas imágenes tridimensionales de las neuronas, que permiten apreciar cada ramificación. Sin embargo, en este retrato tridimensional del cerebro, exquisitamente detallado, las neuronas representadas son modelos huecos, mientras que las neuronas auténticas están llenas a reborso de ADN vivo, proteínas y muchas otras moléculas.

Conocer la geografía de las neuronas y el transitar de las proteínas y otras sustancias químicas por ella, es esencial para comprender el funcionamiento del cerebro y las razones por las que a veces


## Las letras del pensamiento

“Con las mismas 28 letras puedes escribir el Quijote o La Divina Comedia”, dice el neurobiólogo Carlos Belmonte para explicar que la complejidad no nace necesariamente de la abundancia de elementos sino de sus posibles combinaciones. Una paleta de unos pocos neurotransmisores, las letras de la actividad cerebral, llevando mensajes dentro de un circuito de varios millones de neuronas, cada una con un millar de conexiones pueden dar lugar a efectos completamente diferentes según activen unas u otras de estas conexiones, explica.

“El gran desafío de la neurociencia es identificar todos los neurotransmisores y determinar los mecanismos que subyacen a su acción, que son procesos moleculares, y por tanto los tiene que estudiar y clarificar la química”, añade Belmonte.

Los neurotransmisores son la clave del funcionamiento del sistema nervioso y de su órgano más importante, el cerebro, aunque necesitan una estructura física sobre la que actuar: las neuronas y las conexiones sinápticas. Existe un centenar de neurotransmisores, aunque la mayor parte de las funciones mentales son ejecutadas por apenas media docena de ellos: acetilcolina, serotonina, norepinefrina, glutamato, dopamina y GABA. Emanan de una neurona y cruzan el estrecho surco de la sinapsis para atracar en el receptor específico de cada neurotransmisor de la neurona adyacente, provocando un cambio en su estado. Hay neurotransmisores que activan una respuesta y otros que la inhiben.

Según Belmonte, que preside la International Brain Research Organization, “en la identificación de neurotransmisores estamos ya muy avanzados, conoces ya en torno al 90 % de ellos y se han identificado químicamente. Pero en la identificación de sus mecanismos de actuación, entre una neurona y otra, debemos estar en torno al 50 %, que es un gran avance”. Y en este punto explica el principal problema para avanzar: “Una característica que dificulta mucho controlar los neurotransmisores es que son moléculas inespecíficas. No podemos hacer que actúen solamente sobre unas neuronas concretas y en otras no, porque no podemos discriminar como van a funcionar. Por otra parte, si se estropean, repercuten en el funcionamiento completo del circuito”.

El sueño de la neurociencia es llegar a conocer en profundidad esos mecanismos de acción para conseguir modular la actividad de estas moléculas mediante fármacos que estimulen la síntesis, producción y liberación de los neurotransmisores para que realicen su trabajo adecuadamente. Junto con la estrategia de modificaciones genéticas, podrían ser los mecanismos de tratamiento de las patologías neurológicas. 

no funciona adecuadamente. Las neuronas envían las señales químicas a través de unas prolongaciones llamadas axones, y las reciben a través de las prolongaciones receptoras, denominadas dendritas. Entre el extremo de los axones y el de las dendritas hay un pequeño espacio: la hendidura sináptica o sinapsis. Cada neurona tiene un promedio de 10.000 sinapsis (conexiones con otras neuronas) aunque no se conoce con detalle cómo están organizadas.

Estas sinapsis intercambian información utilizando compuestos químicos denominados neurotransmisores para desencadenar una señal en la neurona vecina. Si se observa de manera individual puede parecer que entre las neuronas hay un sencillo intercambio de información química, sin embargo, no están aisladas sino que forman circuitos muy complejos de millones de células conectadas. Entender el papel de estos circuitos es el secreto para poder llegar a controlar el cerebro y la cura de las enfermedades neuronales.

Conocer a fondo toda esta circuitería cerebral y su funcionamiento no es una tarea fácil. Se han llegado a detectar unas 100.000 reacciones químicas por segundo, y sin embargo esta medida no da una idea real de lo que sucede; en realidad ocurren muchas más reacciones de las que podemos observar con la tecnología existente. Hasta hace unos años sólo podíamos captar las señales eléctricas que tienen lugar entre las neuronas, pero hay muchos más tipos de células en el cerebro que no tienen capacidad de provocar dichos impulsos eléctricos y son células muy importantes en el funcionamiento del cerebro.

### Más allá de las neuronas

Según Marta Navarrete, química y directora del laboratorio de plasticidad sináptica e interacciones entre astrocitos y neuronas del Instituto Cajal (CSIC), “el cerebro no es tan simple como lo hemos estudiado hasta ahora”. Y explica que las limitaciones técnicas nos han llevado durante años a pensar que el cerebro

funcionaba solo con neuronas, pero hoy sabemos que las células de glía, otro tipo de células presentes en el cerebro, también tienen un papel crucial.

En la descripción de las células gliales, que Rudolf Virchow hizo en 1846, se le atribuía la función principal de ser el aglutinante (el significado en griego de glía) del sistema nervioso. Investigaciones posteriores subdividieron las células gliales en varios grupos: oligodendrocitos y células de Schwann (responsables de la formación de la vaina de mielina que envuelve los axones neuronales en el sistema nervioso central y periférico, respectivamente), microglía (con funciones fagocíticas implicadas en procesos inflamatorios) y astrocitos (con funciones de soporte y de homeostasis), que es el subtipo glial más abundante del sistema nervioso central.

Desde el inicio, se pensó que las neuronas eran los elementos celulares responsables de la elaboración y transmisión de la información debido a que son eléctricamente excitables y por lo tanto la actividad nerviosa tiene un sustrato eléctrico observable. Y a la neuroglía, formada por células sin capacidad potencial de acción, se le reservaba la misión secundaria de soporte trófico, metabólico y estructural de las neuronas. Sin embargo, la abundante presencia de estas células de glía en el sistema nervioso hacía cuestionarse a los científicos su verdadera función. Ya en su época Cajal razonaba que si el sistema nervioso empleaba tanta energía en generarlas debían de ser mucho más importantes de lo que entonces se pensaba, y fue Pío del Río Hortega quien avanzó en ese conocimiento. Con el tiempo se ha comprobado esta hipótesis y los hallazgos indican que las células de la glía, si bien no tienen potencial de acción, intervienen de una manera activa y totalmente decisiva en el procesamiento cerebral de la información. ¿Y cómo funcionan? Únicamente con química.

Para estudiarlas ha sido necesario desarrollar una tecnología que permitiera marcar neurotransmisores con fluorescencia y microscopios que hacen accesible la monitorización de esos cambios luminosos, además de los cambios eléctricos, para saber de dónde vienen y a dónde van dichos compuestos.

### El impulso de la optogenética

La optogenética es una revolucionaria técnica experimental que combina procedimientos de ingeniería genética y de

física óptica para marcar células específicas del cerebro y poder modificar su funcionamiento a voluntad, mediante luz de una determinada frecuencia.

Se calcula que el 84 % del total de los genes presentes en nuestro ADN se activan en algún lugar del cerebro adulto y quizá la solución a muchas enfermedades neurológicas se encuentre en la activación o la desactivación de algunos de ellos. Cada neurona emplea un conjunto de genes para construir la maquinaria molecular que necesita para realizar su función. El disponer de estas herramientas sensibles a la luz para manipular selectivamente neuronas y astrocitos es fundamental para poder evaluar sus efectos sobre la actividad de estas redes celulares. Hoy día se han conseguido acciones tan sorprendentes como crear recuerdos o modular la actividad del sueño.

Luis de Lecea, director del Laboratorio de Neurobiología de Estados Cerebrales del Departamento de Psiquiatría y Ciencias del Comportamiento de la Universidad de Stanford, es pionero en el desarrollo de métodos de optogenética in vivo. En un trabajo publicado en la revista *Nature*, de Lecea localizó el circuito neuronal que hace dormir y despertar a los ratones y consiguió controlarlo como si fuera un interruptor. Dando milisegundos de luz directamente al cerebro de un ratón conseguía que estuviera despierto o dormido.

Para ello primero identificó determinados marcadores genéticos en las neuronas del circuito del sueño del ratón y después, utilizando un virus como vehículo, llegó hasta ellas y allí produjo un canal iónico sensible a la luz. Al iluminar ese grupo de neuronas, usando un láser con una longitud de onda concreta, se estimulaban las que tenían el canal sensible a dicha luz y no las neuronas vecinas. Estas técnicas están ayudando a localizar y elaborar un mapa de los circuitos del cerebro que regulan distintos aspectos del comportamiento y el siguiente objetivo será aplicarlas en el tratamiento de las enfermedades.

Los últimos avances prometedores son los del ensayo PIONEER, cuyos responsables publicaron en mayo de 2021 en la revista *Nature Medicine*, que habían sido capaces de devolver la visión parcial a un paciente con retinosis pigmentaria, una enfermedad hereditaria degenerativa sin tratamiento alguno, utilizando técnicas optogenéticas. Para ello, los científicos inyectaron en

el ojo del paciente un virus que portaba genes de unas proteínas de algas fotosensibles y tras un tiempo de adaptación y entrenamiento, recuperó la visión, aunque de una manera parcial.

### Sinapsis tripartita

De entre las células de glía, los astrocitos son uno de los tipos celulares más importantes. De hecho, su estrecha relación con las neuronas indica que su actividad es básica en el metabolismo y las patologías del sistema nervioso. Además, se ha descubierto que los astrocitos no sólo reciben instrucciones, también pueden enviar señales utilizando neurotransmisores a las neuronas, porque mantienen una comunicación activa, constante y bidireccional con ellas. Es la estructura conocida como *sinapsis tripartita*, concepto desarrollado por el Alfonso Araque, profesor de investigación del CSIC y catedrático de Neurociencia de la Universidad de Minnesota (EE UU).

En una disposición que ya fue dibujada *grosso modo* por Cajal, los astrocitos abrazan literalmente a las neuronas y aunque presentan un soma pequeño comparado con las neuronas, son muy ramificados y capaces de modular a la vez unas 140.000 sinapsis. Otra característica muy importante de los astro-



Marta Navarrete.

cititos, que apunta la doctora Navarrete, es que tienen capacidad de dividirse (algo que las neuronas no hacen) y sus ramificaciones se encuentran en constante movimiento. En ese transitar entre neuronas detectan cuáles necesitan aporte de transmisores.


Los astrocitos liberan, al igual que las neuronas, sustancias como el glutamato, la adenosina, la acetilcolina y la serotonina, pero aún tenemos una gran dificultad para discernir con precisión los procesos sinápticos en los que partici-

### Un coronavirus en el cerebro

Aunque el SARS-CoV-2, causante de la covid-19, afecta fundamentalmente al sistema respiratorio, el cuadro clínico completo se extiende por muchos otros órganos, incluido el sistema nervioso central, lo que ha preocupado a la Sociedad Española de Neurología, que ha publicado un manual donde se proponen algunas hipótesis sobre dicha afectación.

Alrededor de un tercio de los infectados presenta algún grado de efectos neurológicos, como dolor de cabeza, desorientación y delirio. También se han descrito otros síntomas muy comunes en el sistema nervioso periférico como la pérdida del gusto y del olfato, que persiste pasada la enfermedad.

Aún no se sabe con certeza el mecanismo por el que el coronavirus llega al cerebro, pero se piensa que hay dos vías principales, a través de la sangre o a través de las células nerviosas. Un estudio reciente del Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad Estatal Shreveport de Luisiana (EEE UU) en el que han colaborado investigadores de la Universidad de Castilla-La Mancha, ha demostrado que precisamente los astrocitos son la vía fundamental para que la covid-19 provoque daños neurológicos en algunos pacientes.

Los astrocitos forman parte de la barrera hematoencefálica y son la puerta de entrada principal al cerebro y responsables de transportar nutrientes desde el torrente sanguíneo a las neuronas, mientras mantienen alejadas de estas a las partículas dañinas. Al resistir la infección, estas células podrían ayudar a mantener la covid-19 fuera del cerebro, pero una vez infectadas transmiten fácilmente el virus a todo el sistema nervioso central, según estos investigadores. 

pan dado que estos compuestos son exactamente los mismos que los que liberan las neuronas.

El otro gran desafío es que no tenemos identificados todos los circuitos neuronales que subyacen a las distintas funciones mentales, motoras y viscerales del cerebro. Apenas conocemos entre un 10 % y un 20 % de dichos circuitos neuronales, aunque avanzamos a gran velocidad gracias a la investigación con ordenadores que funcionan de manera semejante. El problema con el cerebro es que las conexiones de los circuitos

neuronales no son rígidas, cambian constantemente.

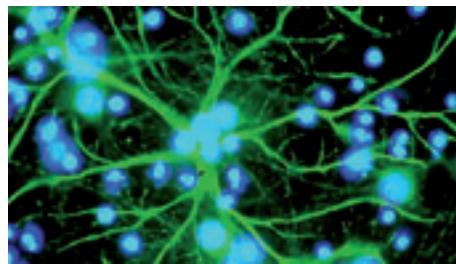
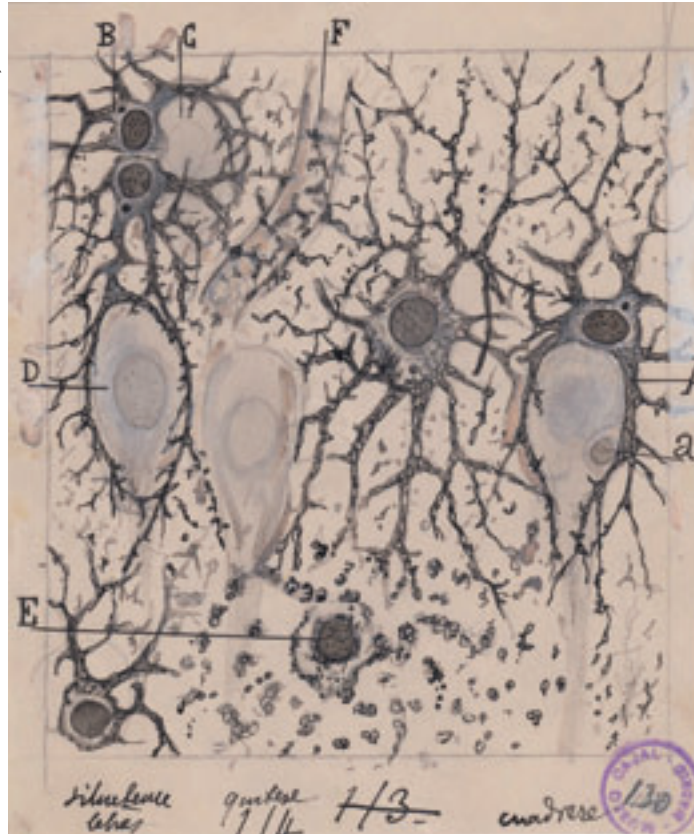
Según Rafael Yuste, neurocientífico español, catedrático de la Universidad de Columbia (EE UU) se podría considerar al cerebro como un “ordenador líquido”, ya que, a diferencia de los ordenadores, las conexiones del cerebro están siempre cambiando. Y es que cada hecho que vivimos cambia estructuralmente al cerebro y hace que “fluya como el agua de un río”.

### Conocer para curar

Cabe preguntarse si todo el esfuerzo investigador por desentrañar las claves de la estructura celular del cerebro y su funcionamiento puede ayudarnos a prevenir y curar enfermedades neurológicas. Según el neurocientífico Carlos Belmonte, actual presidente de la International Brain Research Organization, es difícil englobar todas las patologías bajo un solo nombre, porque son muy heterogéneas en sus causas. Las enfermedades se pueden deber a malformaciones en los circuitos neuronales, a mutaciones que modifican su funcionamiento, a alteraciones en la síntesis de determinados neurotransmisores o a un sinfín de razones que solo podremos atajar cuando conozcamos los circuitos que subyacen a las conductas complejas y la acción específica de los neurotransmisores en ellos.

Hoy día existen dos grandes tipos de enfermedades relacionadas con el cerebro. Por una parte, las enfermedades que se producen por el mal funcionamiento de las células (neuronas o de glía), de los neurotransmisores y de su metabolismo; y, por otra parte, las enfermedades neurodegenerativas, que son consecuencia del aumento de la longevidad en las personas. En palabras de Juan Lerma, “el origen de la neurodegeneración asociada a estas enfermedades es múltiple y, por tanto, no podemos imaginar una sola diana terapéutica. Ciertamente, en la actualidad es claro que las enfermedades neurodegenerativas tienen mecanismos multifactoriales de patogénesis, lo que hace que la intervención terapéutica sea un gran reto”.

La investigación de nuevos tratamientos farmacológicos para tratar las enfermedades mentales más habituales se ha ralentizado en los últimos años porque no consiguen evolucionar y los efectos secundarios pueden resultar peores que la patología que intentan resolver. La esquizofrenia es un claro ejemplo. Se puede tratar con fármacos



Arriba, dibujo de Cajal de astrocitos del hipocampo del cerebro humano. Izquierda, imagen de astrocitos obtenida por microscopía electrónica.

y suprimir las situaciones ilusorias en las que los enfermos piensan que pueden volar o que están rodeados de enemigos que les atacan. Sin embargo, como efecto secundario, su vida se convierte en un páramo emocional en el que sienten una absoluta indiferencia y están constantemente deprimidos.

En la depresión, otra enfermedad muy prevalente en nuestra sociedad, los



Juan Lerma.

científicos parecen también haber dejado de buscar nuevos fármacos y se están investigando los mecanismos de funcionamiento del cerebro para tratar de atajarlas. Se ha descubierto que los astrocitos, células hasta ahora menos estudiadas, parecen ser elementos clave, según pone de manifiesto una reciente investigación publicada en *Frontiers in Psychiatry*, que ha demostrado que en aquellas personas aquejadas de depresión se reduce el número de astrocitos del cerebro.

Utilizando un nuevo método de tinción de proteínas específicas que se encuentran en la estructura de los astrocitos —vimentina y GFAP— los científicos com-

pararon secciones de cerebros sanos y cerebros deprimidos y observaron de manera sin precedentes un número menor de estas células. La relación entre astrocitos y depresión parece estar clara. La parte prometedora de este descubrimiento es que, a diferencia de las neuronas, los astrocitos sí se pueden regenerar en el cerebro humano y esta parece ser la mejor opción para buscar nuevos tratamientos.

Por su parte, las enfermedades neurológicas que son consecuencia del estrés, como las migrañas y la ansiedad, también parecen estar relacionadas con los astrocitos. En una reciente publicación en *The Journal of Neuroscience*, un equipo internacional de científicos vio que al someter a ratones a situaciones de estrés se producía un cambio permanente en la comunicación entre los astrocitos y las neuronas que afectaba a su función. Al parecer, los animales secretaron la hormona del estrés, norepinefrina, lo que suprimió una vía molecular que activa unos receptores

## La química de la adicción

Algunas drogas, como la marihuana y la heroína, activan las células porque su estructura química imita la de un transmisor natural. Esta similitud en la estructura **engaña** a los receptores y permite que las drogas se adhieran a las células y las activen. Otras sustancias, como las anfetaminas o la cocaína, provocan que las neuronas liberen cantidades enormes de neurotransmisores naturales o alteren el reciclaje normal de estas sustancias químicas del cerebro. Esta alteración produce un mensaje amplificado que al final interrumpe los canales de comunicación.

Las adicciones son un trastorno del sistema nervioso central consecuencia del mal funcionamiento de las estructuras y los circuitos cerebrales implicados en la motivación, la recompensa y la conducta. Pueden comenzar en cualquier etapa de la vida y estar asociadas a diversas sustancias, como las descritas, pero también pueden relacionarse con situaciones de conducta como ocurre con los jugadores compulsivos, los adictos al sexo patológicamente o de forma desmesurada al trabajo. Se trata de situaciones en las que se activan de manera descontrolada los sistemas de gratificación del cerebro.

Determinados neurotransmisores muy importantes en los procesos normales del aprendizaje y la memoria también son determinantes para el funcionamiento patológico de la memoria asociado al consumo de las drogas. A través del sistema dopaminérgico generamos las adicciones en primera instancia. El sistema de recompensa mediado por la dopamina es el que estabiliza las conductas que llevan al consumo de las drogas. Existen factores biológicos de vulnerabilidad individual, y conviene tener en cuenta que interactúan con factores ambientales, que pueden incrementar dicha vulnerabilidad o bien atenuarla, en cuyo caso actuarían como factores protectores.

En cuanto al alcohol, recientes investigaciones internacionales coordinadas por Santiago Canals, investigador del Instituto de Neurociencias de Alicante (UMH-CSIC), han revelado que induce un cambio de las células de la microglía (un tipo de célula de glía), que pertenecen al sistema inmune aunque residan en el cerebro. El alcohol, como sustancia perjudicial, activa esas células de defensa, que cambian su forma y características bioquímicas. Esa activación altera la geometría del espacio extracelular y habilita rutas de difusión de sustancias que en ausencia de alcohol estarían limitadas. Ello produce un aumento de la capacidad adictiva del individuo. "Es un mecanismo de adicción totalmente nuevo, desconocido hasta ahora, que aún está en fase experimental", dice el investigador. Comprender y, en última instancia, revertir estos cambios puede ayudar al desarrollo de tratamientos



Santiago Canals.

alzhéimer, una enfermedad que afecta a la capacidad de aprender y memorizar del cerebro, dos de las características que precisamente nos hacen más humanos. "Hasta ahora como elementos típicos de la enfermedad de Alzheimer se han considerado dianas como el Beta-Amiloide y la proteína Tau, que no han dado los resultados esperados. En tiempos más recientes se está viendo que hay pequeños ARN reguladores, conocidos como microARN, que podrían tener funciones reguladoras clave en la neurodegeneración asociada al alzhéimer, el párkinson y modelos de ataxia, cuyo control podría ayudar a controlar la neurodegeneración. Otro fenómeno global, muy probablemente decisivo en los trastornos neurodegenerativos progresivos es la neuroinflamación crónica", dice Juan Lerma, quien asegura que es necesario adquirir una visión más global del problema que integre diferentes aspectos funcionales básicos para entender los mecanismos patogénicos de la enfermedad y, por tanto, su tratamiento.

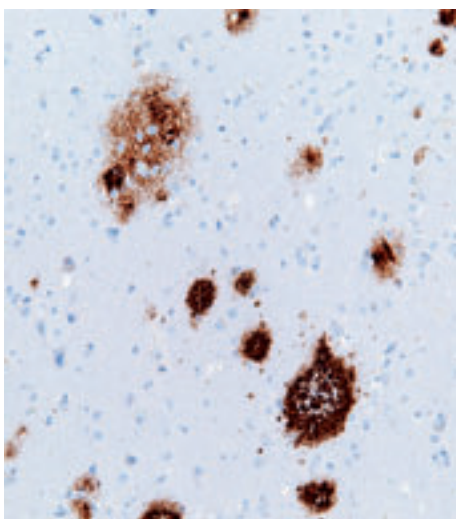
Para entender la base de esta enfermedad es preciso saber primero cómo se crean los recuerdos. Nuestro cerebro vive cada momento generando una representación única de todos ellos. Cuando recibimos nueva información, las neuronas refuerzan sus conexiones según una determinada fuerza sináptica, liberando una serie de neurotransmisores que provocan una información neuroquímica concreta. Estas situaciones específicas del cerebro se denominan engramas y consisten en una serie de cambios bioquímicos y estructurales (por ejemplo, un cambio de tamaño en las espinas dendríticas) que se producen en los circuitos neuronales durante la formación de un recuerdo. Y estos recuerdos se pueden volver a generar cuando recordamos una situación, porque el hipocampo recrea un determinado engrama y, 500 milisegundos después, el neocórtex se suma a esta actividad, según una investigación liderada por Daniel Pacheco, del Instituto de Bioingeniería de Cataluña (IBEC), publicada recientemente en Nature Communications.

Pero el cerebro también tiene la capacidad de deshacerse de aquella información que ya no es relevante y no necesitamos. Y esto sucede porque las conexiones sinápticas se debilitan. Esta

llamados GluA1, que controla la conformación y la plasticidad de los astrocitos. Los científicos observaron que los astrocitos se retraen en respuesta al estrés, alterando la comunicación con las neuronas. Esto hace que las conexiones sinápticas y, por lo tanto, el flujo de información, sean más difíciles o imposibles. El objetivo es encontrar nuevos fármacos que actúen previniendo o revertiendo los cambios que se producen en los astrocitos por el estrés.

## La enfermedad del olvido

La edad es el principal factor de riesgo para padecer alguna de las numerosas patologías neurodegenerativas y entre ellas destaca, por su prevalencia, el



Micrografía de placas beta-amiloides en un cerebro afectado por alzhéimer.

WIKIMEDIA COMMONS

## Los puntos y comas del libro del ADN

Entre genoma y entorno existe una sutil relación que hace que los factores ambientales aumenten la susceptibilidad de padecer enfermedades como la depresión y el trastorno bipolar. La parte positiva es que el mecanismo implicado, la epigenética, es reversible; por ello, las terapias génicas se han convertido en una prioridad de estudio para la neurociencia. La epigenética permite que ciertos genes se expresen o se silencien sin modificar su estructura original. Una célula debe silenciar o expresar sus genes y para ello utiliza ciertas moléculas químicas que o bien se adhieren a las bases nitrogenadas del ADN, obstaculizando la lectura de determinados genes, o bien alteran el *empacamiento* de la molécula dentro de la cromatina, haciendo accesibles genes que antes no podían leerse y, por tanto, tampoco expresarse. La epigenética explica por qué si todas nuestras células contienen exactamente el mismo genoma cumplen funciones tan distintas según la parte del cuerpo en que se encuentren. Dentro del cerebro, concretamente, estas moléculas químicas regulan y moldean quiénes somos y cómo seremos.

Científicos del MIT y de Cambridge consiguieron en 2009 tratar ratones que padecían síndrome de Rett, un trastorno neurológico que suele afectar más a las mujeres y que causa la pérdida de las habilidades motoras y del habla. Mediante el control de la epigenética se logró dejar de silenciar una serie de genes y estos ratones recupe-

raron su capacidad de producir niveles normales de MeCP2, una proteína implicada en ese síndrome cuyo déficit suele asociarse también al trastorno del espectro autista (TEA). Las modificaciones químicas por la epigenética explican muchos otros procesos neuronales, como la formación de los recuerdos y su relación con las alteraciones bioquímicas de la cromatina. También en la cromatina se producen cambios en la expresión de ciertos genes cuando un individuo es sometido a una situación de estrés o a la acción de un agresor; tanto la corteza prefrontal como el hipocampo sufren alteraciones en el ADN tras vivir estos eventos traumáticos. Estas áreas del cerebro son fundamentales para explicar la personalidad y las capacidades cognitivas de un ser humano, de ahí la importancia del estudio epigenético.

Debido a que la epigenética muestra la relación entre los genes y el ambiente, aspectos como la dieta, el ejercicio, la exposición a ciertas sustancias y el historial clínico afectan a los genes y, por tanto, en la salud. Incluso las vivencias que marcan a los progenitores pueden llegar también a su descendencia. El ambiente es el actor determinante de la epigenética y por eso, aunque dos gemelos monocigóticos tengan exactamente la misma información genética, lo más probable es que no padezcan las mismas enfermedades. El ADN contiene las instrucciones para la vida, pero, como dijo Manel Esteller, a este libro "le faltaban las comas y los puntos; es decir, la epigenética". (Lucía Casas)



podría ser, por ejemplo, la razón por la que normalmente recordamos dónde dejamos el coche aparcado hoy, pero no dónde aparcamos ayer o la semana pasada. Sin esta forma de borrado selectivo, almacenaríamos multitud de memorias innecesarias y contradictorias en el cerebro. Precisamente este mecanismo se agudiza en situaciones patológicas, como en el alzhéimer, y se relaciona con la pérdida de memoria. Por ello, entender los mecanismos del borrado y reescritura de los recuerdos puede ser importante para desarrollar nuevas estrategias terapéuticas contra la enfermedad de Alzhéimer.

En un reciente trabajo liderado por Marta Navarrete y José A. Esteban, del Centro de Biología Molecular Severo Ochoa (CSIC-UAM), publicado en *Nature Communications*, parece ser que los astrocitos son los responsables de debilitar las conexiones sinápticas en las neuronas del hipocampo, la región del cerebro implicada en procesos de memoria y flexibilidad cognitiva. Los experimentos demuestran que para debilitar las sinapsis primero las neuronas activan señales de calcio en los astrocitos. Esta activación induce la liberación de químicos por parte de los astrocitos, que a continuación esti-

mulan de nuevo a las neuronas, desencadenando una cascada de eventos moleculares que conduce al debilitamiento de las conexiones sinápticas.

Este hallazgo supone un cambio de paradigma para comprender los mecanismos celulares que subyacen al debilitamiento de las conexiones sinápticas que se producen durante la enfermedad de Alzheimer y otros tipos de demencia, e identifica una nueva diana terapéutica potencial contra estas enfermedades neurodegenerativas que provocan una pérdida de memoria.

Son solo algunas de las pistas que la ciencia va incorporando al conocimiento de las numerosas patologías que afectan al cerebro. Muchos otros procesos neuronales y el estudio de sus funciones están aún por descubrir y los químicos tienen mucho trabajo por hacer aún en este campo. Todos y cada uno de los componentes del cerebro tienen una base química y saber cómo están organizados es lo que nos llevará a conocer sus funciones. En los últimos años se está viendo un desarrollo creciente de los estudios aplicados en genética para actuar sobre las enfermedades y los procesos cerebrales. Estos estudios se centran en la biología molecular, que en última instancia es el estudio del funcionamiento de las moléculas ¿Y qué son las moléculas? Pura química.



DEPOSITPHOTOS



Las enfermedades neurodegenerativas están principalmente asociadas al envejecimiento.

## La geoquímica, el cambio climático y las tecnologías limpias

El cumplimiento del objetivo de calentamiento global de 2 °C como máximo, requiere una amplia adopción de tecnologías energéticas bajas en carbono. Muchas de estas tecnologías implican el uso de metales cuya concentración en la corteza terrestre es muy baja o que están muy dispersos, lo que dificulta su explotación. Los países más desarrollados, que son los que están implementando esas tecnologías limpias, bajas en carbono, no producen la mayor parte de esos elementos y dependen de su importación, lo que implica un riesgo en cuanto a la seguridad en el suministro y a la externalización de los impactos ambientales asociados a la obtención de esos materiales. La geoquímica es la herramienta para buscar dichos elementos, asegurar el suministro y controlar su impacto ambiental.

**Texto:** Juan Llamas Borrajo, ingeniero de Minas. Catedrático de Geoquímica, Análisis Instrumental y Química Ambiental en la Universidad Politécnica de Madrid

Los metales críticos en el camino hacia la descarbonización del sector energético de la UE es el título de un conocido informe de la Unión Europea (Moss R. et al., 2013). En realidad, son multitud los informes y artículos científicos sobre este tema a nivel mundial y todos llegan a conclusiones muy parecidas: los elementos necesarios para las tecnologías bajas en carbono son algunos de los más escasos y apenas los producimos en Europa; de hecho, en muchos casos, como sucede con las tierras raras (REE), nuestra dependencia del suministro chino es superior al 95 %. El nivel de dependencia es tan elevado, que, en términos de suministro europeo, el autoabastecimiento global de las veinte materias primas más críticas no llega al 3 %, con más de la mitad de ellas con producción cero o con una producción muy limitada dentro de la UE.

Puede decirse que somos especialmente indiferentes por conocer el origen de los *juguets* que más nos gustan: coche eléctrico, bicicleta eléctrica, patinetes, ordenadores, teléfonos móviles,

auriculares y las nuevas tecnologías; especialmente la fotovoltaica y la eólica, que parecen venir directamente del sol y del viento. En general, los europeos actuamos como niños ricos en Navidad, queremos los mejores juguetes, los más nuevos, pero preferimos no hacernos muchas preguntas acerca de cómo se han fabricado y de dónde proceden.

En estos tiempos uno tiene la sensación de que cuando alguien compra algo entiende que ya ha pagado por ello y que únicamente es responsable de las consecuencias derivadas de su uso. Por ejemplo, la gente considera que la energía solar y la eólica son muy limpias y que no producen emisiones. Ello se debe a que nos olvidamos de los procesos de fabricación y, cómo no, de los procesos de extracción de los minerales necesarios para fabricarlos (Pavel C.C., et al., 2016). La energía eólica utiliza generadores que necesitan cantidades importantes de tierras raras (neodimio, disprosio y praseodimio) que importamos casi en su totalidad de China. Con los paneles solares pasa lo mismo: se necesitan indio, selenio



Extracción minera a cielo abierto de minerales de especial interés en Australia.

## XIII Congreso Nacional y XIII Ibérico de Geoquímica

En la Agenda para 2030, en la que se da cabida a la problemática mundial en un intento de globalización, tiene un lugar preferente la creciente sensibilización de nuestra sociedad ante el uso de materias primas de minerales de gran interés para las tecnologías actuales y de futuro.

Así pues, la búsqueda, extracción y transformación, junto con el impacto que todo ello conlleva en el medio natural y en el ciclo geoquímico de estos elementos, justifican este encuentro de profesionales e investigadores del campo de la geoquímica.

Algunos autores llegan a señalar hasta 35 elementos químicos de gran interés estratégico y tecnológico para nuestro siglo XXI. La geoquímica estudia la abundancia, la distribución y las migraciones de los elementos químicos y sus compuestos en el medio natural. Suyo es el campo de la prospección, extracción y evaluación del impacto de esta actuación: detectando, previniendo y mitigando o corrigiendo muchos de los problemas ambientales que pueden surgir.

Esta inquietud y reto es un objetivo más a añadir a las secciones científicas, ya tradicionales, en la celebración de estos congresos de geoquímica ibéricos y nacionales.

Invitamos a todos los especialistas, españoles y portugueses, a participar con sus aportes científicos, sus exposiciones técnicas y su visión de futuro. A los jóvenes investigadores ofrecerles una ventana para mostrar los adelantos en sus proyectos, una ocasión para conectar con el mundo profesional y una aspiración a un reconocimiento de su trabajo mediante la obtención del premio al mejor trabajo presentado en la categoría junior.

El marco elegido, en una ciudad de Castilla La Mancha, Puertollano, aporta un ambiente singular. Su cuenca carbonífera, su base industrial petroquímica, su ejemplo de restauración impecable de minería a cielo abierto, su situación en el posible Geoparque de Castilla La Mancha, junto a Almadén, Valle del Alcudia, suelos volcánicos de Calatrava, etcétera la hacen digna de esta elección.

Las instituciones organizadoras esperan vuestra participación, agradecen vuestro apoyo y os esperan en la primavera de 2022.



y galio entre otros elementos, pero también preferimos comprarlos fuera y creer que, como consumidores, únicamente somos responsables de las consecuencias de su uso. En realidad, estamos mirando para otro lado y trasladando los problemas de nuestro bienestar a los países más desfavorecidos, como si esos problemas no fuesen cosa nuestra, lo que es mentira, y como si eso fuese ecologismo, lo que también es falso.

La pregunta que se plantea es si esta falta de producción se debe a que no existen los recursos en territorio de la UE o a que, por razones medioambientales y/o económicas, se prohíbe su explotación; la respuesta a esta pregunta es inmediata. Desde hace más de 20 años, los servicios geológicos de la UE

están coordinando esfuerzos dentro de su territorio y entre otros proyectos han desarrollado la iniciativa Mineral Intelligence for Europe (Mintell4EU) en el que se pueden visualizar los mapas con los recursos de las diferentes materias primas, en los cuales es fácil comprobar que existen recursos propios dentro de

la UE y que muchos de ellos están en territorio español. Otra herramienta pública muy poco conocida es el Mapa Geoquímico Nacional realizado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), que permite a cualquiera integrar fácilmente los datos geoquímicos dentro de Google Earth. En cualquier caso, son necesarios estudios geoquímicos más en detalle para poder evaluar la viabilidad económica y las implicaciones medioambientales de las zonas de interés ya identificadas.

Resta por lo tanto la segunda opción, que no se exploten esos recursos por razones medioambientales y/o económicas. Sobre las razones medioambientales bastaría decir que sean cuales sean no se sostienen, porque nosotros no nos planteamos dejar de utilizar el recurso, sino que queremos comprarlo fuera de la UE. El recurso se va a explotar de todas formas y además en un país que es seguro que tendrá una legislación ambiental mucho menos estricta que la europea; por lo tanto, lo que se está intentando hacer no es, en ningún caso, proteger el medio ambiente en general, sino prote-

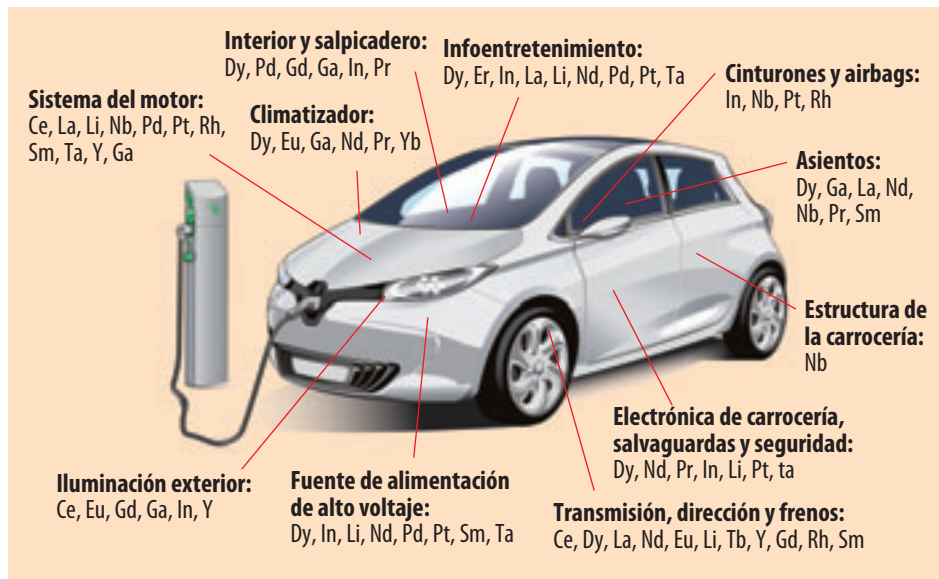


Muestras de diferentes elementos de interés tecnológico.

ger el medio ambiente de nuestro entorno, como si el medio ambiente supiera de fronteras. Este tipo de comportamiento es lo que se ha dado en denominar NIMBY (Not in My Back Yard), que fue el eje de la política exterior de EE.UU. en América y que no es más que un tipo de colonialismo de nuevo cuño, disfrazado en este caso de ecologismo. En cuanto a las razones económicas resulta claro que cualquier recurso explotado en la Unión Europea será más caro que si se importa de un país en vías de desarrollo, simplemente porque proteger el medio ambiente cuesta dinero, ya que las leyes obligan a su conservación y porque los salarios en la UE son más elevados. Quiero recalcar que el criterio económico para ir a buscar los recursos a terceros países no es más que una forma de ahorrar en la protección del medio ambiente y en la de los trabajadores, por mucho que ciertas posiciones políticas estén en contra de la exploración geoquímica y de la minería dentro de la Unión Europea.

**La cara oscura del coche híbrido**

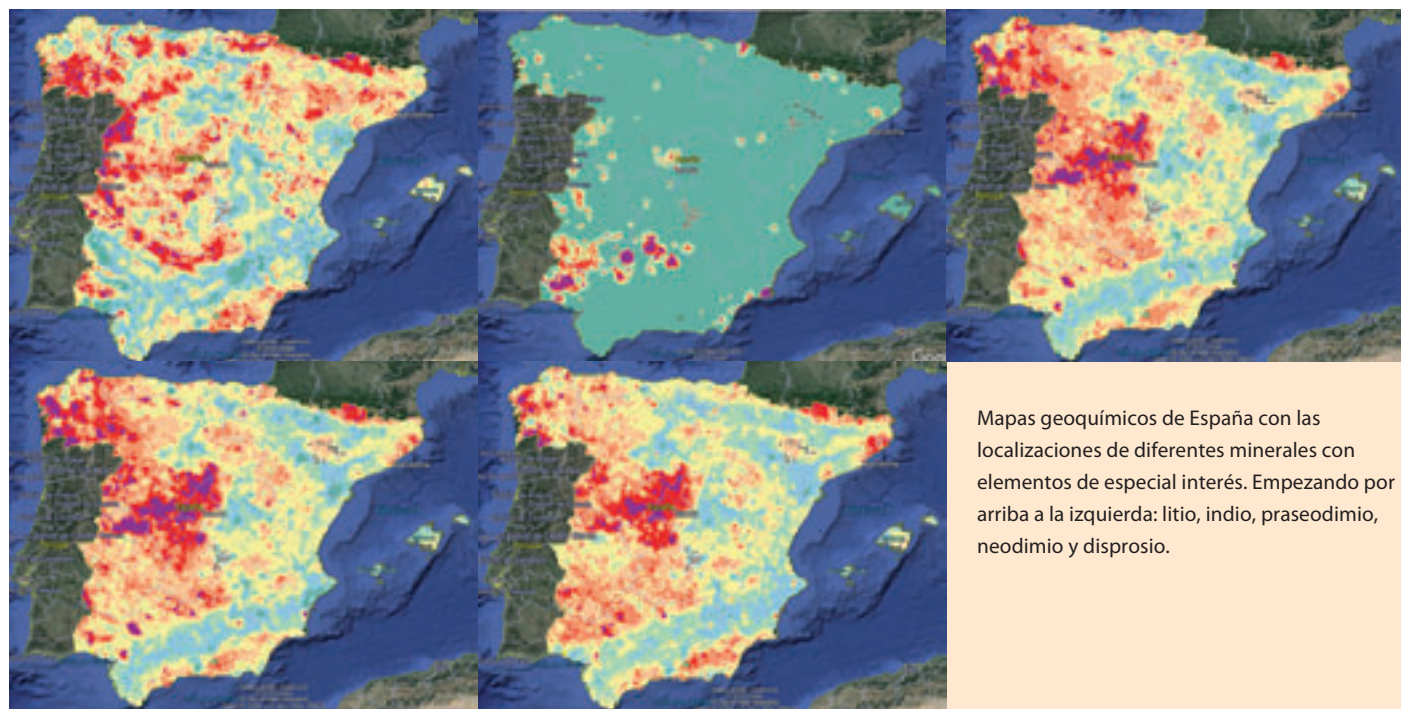
Los coches eléctricos e híbridos son el nuevo talismán ambiental, ya que contribuyen a reducir la contaminación de las ciudades y las emisiones de dióxido de carbono, pero a veces se oculta que su construcción y funcionamiento tienen otros costes ambientales. Así, para construir un coche híbrido se necesitan 60kg de Cu, 14kg de Mn, 9kg de Mg, 6kg de Li, 630g de Mo 530g de Nd, 130g de Dy, 110g



Materiales críticos utilizados en la fabricación de automóviles.

de Nb, 70g de Co, 50g de Ag, 20g de Tb, 12g de Ta, 8g de La, 7g de Au, 5g de Pt, etc. (Cullbrand K., Magnusson O., 2011). La mayoría de los coches híbridos que circulan por la Unión Europea y por el mundo son de origen japonés; pues bien, en un artículo (Nansai K., et al., 2015) en el que se analizan los casos del neodimio, el cobalto y el platino en Japón se puede ver claramente y de una forma gráfica que la huella de riesgo minero (MRF) en Japón es nula. Este sorprendente resultado se debe simplemente a que Japón no solo exporta los coches, también exporta, con mayor efectividad incluso, toda la huella ambiental que produce el conseguir los elementos químicos que necesita para fabricarlos.

Otro artículo (Widmer J.D., et al., 2015) muestra claramente los avances que ha significado el uso del neodimio en los materiales magnéticos y cómo ha influido en el desarrollo de los coches eléctricos. Pero, también en el mismo artículo, los autores calculan el coste ambiental que tiene esa mejora en los vehículos eléctricos y es ahí donde aparece la cara oscura que no queremos ver: “se puede calcular que los imanes de NdFeB pueden ser responsables de quizás el 25 % de las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con el material, a pesar de ser menos del 5 % del motor en masa”. Y este es el momento de decir que no solo los coches eléctricos utilizan este tipo de



imanés. Si hablamos de vehículos, en el año 2015 la demanda de NdFeB para la fabricación de bicicletas eléctricas era 8 veces superior que la destinada a la fabricación de coches eléctricos y unas 5 veces superior que para la fabricación de los coches híbridos (Pavel C.C. et al., 2017). Las previsiones de crecimiento de la demanda de Nd, Pr y Dy eran del 1200 % para el coche eléctrico, del 50 % para el híbrido y del 25 % para las bicicletas eléctricas. En el artículo de Pavel no se habla de los patinetes eléctricos que inundan las calles de las ciudades y que funcionan gracias al uso intensivo de estos elementos químicos.


Es posible que algunos se planteen que lo que tenemos que hacer es reciclar y cerrar las minas: la economía circular. Lo primero que hay que decir al plantear esa opción es que la economía circular, con un crecimiento global de la población y de su riqueza, no puede funcionar sin dos entradas: innovación y recursos minerales (Stahel W.R., 2016). Además, aparece otro problema, ya que existen dos tipos de reciclado: el del final de la vida del producto, que para la mayoría de los elementos críticos es muy bajo, y el reciclado del producto del que se extraen, que es muy superior. (Moss R. et al., 2013) En el primer caso es bajo porque en algunos productos, algunos elementos aparecen en concentraciones inferiores a las que están en la corteza terrestre y es prácticamente inviable su recuperación; en otros casos como el Nd, Pr y Dy, utilizados en los motores para la generación de energía eólica, aún no hay nada que reciclar porque están muy lejos de completar su vida útil.

Otra opción que se puede plantear es la sustitución de los elementos críticos por otros que no lo sean y a eso se están dedicando grandes esfuerzos y amplia financiación en la UE (Løvika, A.N., et al., 2018), pero los problemas y las dificultades para conseguir sustituir algunos elementos son muchas (Pavel C.C., et al. 2016b).

Algunos artículos (Hertwich E.G., et al., 2015) (Vidal O., et al., 2013) ponen en evidencia el impacto de los materiales en las diferentes tecnologías bajas en carbono y precisamente al final del segundo de dichos artículos se dice lo que puede ser el broche ideal antes de pasar a las conclusiones: "... Las tecnologías ecológicas deben incorporar la minería doméstica, lo que reduce los costes financieros y ambientales del transporte de metales desde fuentes remotas y disminuye la huella de carbono, al tiempo que proporciona empleos y riqueza a la comunidad local. Actualmente, gran parte de la contaminación asociada con la minería se subcontrata a regiones donde el impacto ambiental a menudo no se controla..."

### Conclusiones

Una solución a este problema y que depende únicamente de nosotros, de la Unión Europea, es que los metales críticos necesarios para las tecnologías limpias se consigan, dentro de lo posible, en los mismos países que los van a utilizar y que disponen de una legislación ambiental que asegura que el impacto será mucho menor que el actual. Esta opción implica un mayor esfuerzo en forma de estudios geoquímicos para

investigar la viabilidad técnica y económica de los recursos identificados y para analizar sus implicaciones medioambientales. El motor para conseguir el objetivo real de reducción global de las emisiones sería que todas las emisiones asociadas a cualquier producto se le imputen al país que lo consume y no, como hasta ahora, al país que lo produce. De esa manera quedaría claro cuáles son los países que más emiten (Steven, J.D. et al., 2011), y aquellos otros, por lo general más desfavorecidos, que simplemente fabrican lo que se les demanda y al precio que se lo demandan. 

### BIBLIOGRAFÍA

- Cullbrand K., et al., (2011). *Dep. of Energy and Environment. Chalmers University Of Technology. Sweden, Report No. 2012:13*
- Hertwich E.G., et al., (2015). *PNAS*
- Llamas J.F. (2020) *Recursos Minerales y Medioambiente: Una herencia que gestionar y un futuro que construir (2020) Universidad de Oviedo*
- Løvika, A.N., et al., *Sustainable Materials and Technologies*
- Moss R., et al., (2013). *JRC Scientific and Policy Reports; European Commission JRC82322*
- Nansai K., et al., (2015). *Environ. Sci. Technol.*
- Pavel C.C., et al., (2016). *JRC Scientific and Policy Reports; European Commission JRC103284*
- Pavel C.C., et al., (2016b) *Phys. Status Solidi A*
- Pavel C.C., et al., (2017). *Sustainable Materials and Technologies*
- Stahel W.R., (2016). *Circular economy. Nature*
- Steven, J.D. et al., (2011). *PNAS*
- Vidal O., et al., (2013). *Nature Geoscience*
- Widmer J.D., et al., 2015. *Sustainable Materials and Technologies*



PATROCINADOR DE LA  
VENTANILLA ÚNICA QUÍMICA



Arapiles 13 28015 Madrid (España)  
Tel. +34 91 592 03 00 Fax +34 91 592 03 97 [tr@tecnicasreunidas.es](mailto:tr@tecnicasreunidas.es)

[www.tecnicasreunidas.es](http://www.tecnicasreunidas.es)



## Apuntes sobre las vacunas contra la covid-19

Al 30 de abril los efectos de la pandemia denominada covid-19 había afectado ya a 150 millones de personas y provocado 3,16 millones de fallecidos, además de otras consecuencias sociales y económicas sin precedentes, con el colapso de los hospitales y especialmente de las UCI (con efectos laterales para enfermos de otras patologías), la crisis económica y de empleo y el cambio de nuestro estilo de vida, por la necesaria distancia social e incluso familiar. La pandemia, además, ha llenado los informativos con temas relacionados con la ciencia; algunos positivos, divulgativos, rigurosos, pero muchos otros mera propaganda, anunciando tratamientos terapéuticos que carecían de base científica, o infundiendo temores entre la población, con motivo de algunos efectos secundarios de las vacunas basadas en adenovirus, por casos de aparición de trombos, extremadamente raros (uno por millón).

**Texto:** Bernardo Herradón, investigador del IQOG-CSIC

Sabido es que todos los medicamentos tienen efectos secundarios, casi siempre más que estas vacunas. Además, según cálculos realizados teniendo en cuenta las tasas de infección y de fallecimientos por covid, la cifra de muertos por la enfermedad por millón de personas no vacunadas se estima en unos 10.000.

Cierta desconfianza se debe, precisamente, a una manifestación del poder de la ciencia actual: la rapidez con la que la comunidad científica ha sido capaz de desarrollar las vacunas contra el virus SARS-CoV-2. Lo cierto es que se han seguido todos los pasos necesarios para garantizar la eficacia y seguridad de las vacunas, en cuya consecución la química ha jugado un papel esencial.

Una vacuna es un fármaco que se suministra a una persona para estimular su sistema inmune, que combate a algún patógeno dentro de nuestro organismo.

La vacunación tiene las siguientes ventajas:

1. Proporciona más protección que haber pasado la enfermedad.
2. Si volvemos a contagiarnos, los síntomas son más leves.
3. Tiene un efecto social, pues evitamos la propagación del virus y es la fórmula que permitirá alcanzar la inmunidad de grupo para poder eliminar las medidas de distanciamiento social y uso de mascarillas.

Las vacunas son fármacos, y como tales se someten a las reglas, tanto reguladoras como científicas, usadas en el desarrollo de cualquier medicamento. Este proceso consta de las fases preclínicas y de las fases clínicas I, II, III y IV (esta última tras la comercialización del fármaco), que se realizan siguiendo el método científico. Las fases clínicas se llevan a cabo en hospitales de diversos

países usando cohortes de individuos con características diversas. En estos ensayos se usa el sistema de doble ciego: ni el paciente ni el médico saben si se ha suministrado el principio activo o un placebo. La única diferencia entre el desarrollo de una vacuna y el de otros tipos de fármacos es que en las fases clínicas II y III de estos últimos se tratan individuos enfermos, mientras que en los ensayos con las vacunas solo se tratan personas sanas. Los resultados de cada fase son evaluados por las autoridades regulatorias que conceden el permiso para acceder a la siguiente fase.

Normalmente el desarrollo de un fármaco suele llevar entre 8 y 15 años. Sin embargo, las vacunas contra la covid-19 se han desarrollado en menos de un año. Este rápido proceso ha generado suspicacias entre algunos sectores de la población, principalmente en lo que concierne a los posibles efectos secundarios a medio y largo plazo.

Hay varias razones que justifican la rapidez del proceso. En primer lugar, las fases preclínicas fueron cortas porque los laboratorios de las universidades y de las empresas han podido extrapolar los resultados que habían obtenido con los dos anteriores coronavirus, el SARS-CoV-1 y el MERS-CoV. Por otro lado, debido a la situación de emergencia mundial, los procedimientos burocráticos se han acelerado y se ha permitido el solapamiento de las diversas fases clínicas. Independientemente de la celeridad en el desarrollo de las vacunas, podemos estar seguros, pues las vacunas se han ensayado en decenas de miles de individuos durante las fases clínicas.

### Vacunas contra la covid-19

Las vacunas desarrolladas contra la covid se han diseñado para que reconozcan la proteína S (*spike*, espícula)



La vacunación es la fórmula para conseguir la inmunidad de grupo y eliminar las medidas impuestas para controlar la pandemia.

que está en la superficie de la cepa de Wuhan del SARS-CoV-2. Este rasgo estructural es común a los coronavirus, aunque su secuencia de aminoácidos puede variar en las diferentes cepas del virus. Si el virus cambia y modifica la estructura de esta proteína, la vacuna puede perder su eficacia, de ahí la inseguridad que nos puede transmitir la aparición de variantes del SARS-CoV-2, como la británica, la brasileña, la sudafricana y la india.

La proteína S dispone de un dominio de unión al receptor celular del organismo huésped. Esta es la *llave de entrada* del virus a nuestras células.

Las vacunas promueven la generación de anticuerpos capaces de reconocer la proteína S, especialmente su dominio de unión al receptor, evitando la interacción con la célula huésped y neutralizando al virus. Esta etapa inicial es seguida por la estimulación del sistema inmune a través de la generación de linfocitos como los B y los T, que destruyen las células infectadas.

### Tipos de vacunas

De forma esquemática, estas son las cuatro aproximaciones que se han realizado para el desarrollo de estas vacunas:

1. **Abordaje clásico.** Se usan dos tipos de virus:
  - a. *Atenuados.* El virus se ha debilitado genéticamente. La respuesta inmune

se dirige a genes virales, tanto estructurales como no estructurales

- b. *Inactivos.* El virus se ha inactivado por un proceso químico o a través de irradiación. La respuesta inmune es frente a todo el virus.

### 2. Uso de vectores virales.

- a. *Vectores de virus inactivados.* Se usa otro tipo de virus —generalmente un adenovirus o de influenza— que expresa la proteína S del coronavirus. Esta es la estrategia usada en la vacuna de Janssen, que usa un adenovirus humano.

- b. *Vectores activos de replicación.* Se usan cepas de virus atenuados que expresan un transgen (en este caso de la proteína S).

- c. *Vectores inactivos de replicación.* En este caso portan la proteína S en su superficie. Esta es la estrategia de la vacuna de Oxford (Astra-Zeneca), que usa un adenovirus de chimpancé.

3. **De proteínas recombinantes.** Se han generado dos tipos de vacunas: las que llevan la proteína S recombinante y las que llevan el dominio de unión al receptor.

### 4. Basadas en ácidos nucleicos.

- a. *Vacunas basadas en el ácido desoxirribonucleico (ADN).* Se usa ADN plasmídico, que contiene promotores de expresión en mamíferos de la pro-

teína S. En nuestro organismo se biosintetiza la proteína S, que provoca la respuesta de nuestro sistema inmune. El método de administración de este tipo de vacunas es complicado.

- b. *Vacunas de ácido ribonucleico mensajero (ARNm).* El método y el fundamento son similares al de las vacunas basadas en ADN. El ARNm lleva la información genética que permite la biosíntesis de la proteína S usando la maquinaria bioquímica de la célula huésped. La proteína S provoca la respuesta inmune. Esta vacuna se inyecta encapsulada en liposomas ('gotas de grasa'), que tienen dos funciones: permite su transporte a través de nuestro organismo y estabiliza el ARN, que es una molécula relativamente inestable, tanto desde el punto de vista químico como enzimático. Esta tecnología es la usada en las vacunas de Pfizer-BioNtech y de Moderna.

La tecnología basada en el ARNm ha sido uno de los grandes avances en biomedicina de la última década. La brevedad de este artículo no me permite profundizar en los aspectos básicos de esta tecnología y en el empeño de sus descubridores —Katalin Karikó y Drew Weisman— por hacer creíble esta estrategia. En mi opinión, estos dos científicos deben ser galardonados con el Premio Nobel de Medicina 2021.



Los ODS se han convertido en un instrumento para acercar la ciencia a las aulas

## Instrucciones para salvar el mundo

Hace cinco años, Naciones Unidas puso en marcha los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), 17 prioridades para alcanzar un bienestar planetario perdurable en 2030. Aunque hasta hace poco las siglas ODS eran poco reconocidas, hoy están presentes en un ministerio del Gobierno español, el de Asuntos Sociales y Agenda 2030. La ciencia es un elemento clave para alcanzar este horizonte. La conjunción entre ciencia y ODS, una meta tangible, puede dar lugar al mecanismo idóneo capaz de despertar la vocación científica en los jóvenes. Erradicar el hambre, asegurar el saneamiento del agua y garantizar la vida y los ecosistemas son propósitos que exigen perfiles científicos que lideren proyectos, y los estudiantes pueden encontrar en esta meta el estímulo para asumir ese liderazgo en un futuro cercano. Esa idea guía el proyecto que ha desarrollado un grupo de la Universidad Complutense de Madrid para llevar la ciencia a la escuela a través de los ODS.

No hay manera más directa de conectar con los estudiantes que contar la propia experiencia como tal. A esta conclusión han llegado los participantes de los proyectos de Aprendizaje-Servicio e Innovación Educativa de la UCM, quienes acercan la ciencia a estudiantes de ESO y Bachillerato mediante charlas divulgativas donde tratan problemáticas medioambientales. “Lo que queremos es divulgar lo que hacemos nosotros, y que los alumnos vean la aplicación práctica de la ciencia. Que sean conscientes de la importancia que tienen ellos como personas que se están formando a la hora de contribuir a lograr todos estos objetivos [de desarrollo sostenible]”, dice Emma Gracia Lor, profesora del Departamento de Química Analítica de la UCM y coordinadora de

ambos proyectos. Otros profesores y varios estudiantes de doctorado han impartido casi una treintena de charlas en diferentes centros de Madrid y han llevado su mensaje a más de 450 alumnos de entre 14 y 18 años; que la ciencia debe ser protagonista para atajar las problemáticas del mundo actual.

Esther Gómez Mejía, estudiante de doctorado, destaca la importancia de llegar a los alumnos a través del contacto con otros alumnos: “Hemos llevado a las charlas a estudiantes de trabajo de fin de grado y de fin de máster que tutorizamos porque también queríamos que ellos expusieran y transfirieran lo que están haciendo en sus trabajos de investigación.”. De este modo, si existen dudas sobre qué estudiar los alumnos pueden conocer de una forma



De izquierda a derecha: Riansares Muñoz Olivas, Esther Gómez Mejía, Emma Gracia Lor y Gustavo Moreno Martín, miembros del proyecto Aprendizaje-Servicio.

**Texto:** Lucía Casas, periodista científica

## Desconocido el mensajero, pero no el mensaje

Aunque las cuestiones relacionadas con el medioambiente ocupan un terreno nada desdeñable en la educación preuniversitaria, se desconocen de manera general cuáles son los objetivos pautados desde la esfera política para asegurarnos una calidad de vida a la altura de las expectativas actuales. “Los alumnos son plenamente conscientes de que tenemos un problema con la cantidad de residuos que se generan —comenta Esther Gómez Mejía—. Sin embargo, no tienen una idea clara de lo que esto implica o de qué ODS busca mejorar este aspecto concreto. Igual no saben del todo que están tratando estos objetivos, pero saben que están hablando de problemáticas”. Gustavo Moreno Martín, estudiante de doctorado, ha notado además que en aquellos centros donde se hace un trabajo previo con respecto a los ODS, los alumnos sí suelen identificarlos y son capaces de encuadrar ciertos temas en la Agenda 2030. En el CEIP Sostenible Los Rosales (Móstoles, Madrid) se han ido elaborando a lo largo del curso tabloneros sobre los distintos objetivos y sus fines, algo que hace que los jóvenes se vayan familiarizando con el contenido de estas pautas. Pese a ello, Moreno recuerda que “lo fundamental de las charlas no es tanto que sepan lo que es la agenda 2030 sino más bien identificar los problemas que hay y mostrar la idea de que la ciencia no solamente es estudiar o resolver problemas numéricos y matemáticos, sino que realmente es la que da salida y soluciones a todos los problemas globales que hay hoy en día, y que se ven reflejados en estos 17 objetivos”.



Gustavo Moreno Martín ofrece una charla en uno de los Institutos que participan en el proyecto.

más cercana cómo funciona la investigación en química, ¡y de primera mano! “Este es el ejemplo más claro de que lo que les estamos enseñando realmente tiene su aplicación directa —comenta Emma—. Intentamos dar una visión más real y amplia de lo que significa estudiar una carrera científica”. A menudo, la mención de la asignatura de química en la educación preuniversitaria evoca ciertas imágenes grabadas en los ganglios basales del cerebro: la tabla periódica, los ajustes y balances, las reacciones... pero para Emma, la química es mucho más amplia: “Queríamos enseñarles que lo que nosotros hacemos es algo que ellos también pueden hacer y probar; va mucho más allá de lo que ponen los libros y de lo que estudian para el examen”. Por eso intentan mostrar siempre datos procedentes de sus propias investigaciones, “para que así vean que no es solo un estudio

teórico realizado por personas desconocidas. ¡Somos nosotros quienes lo estamos estudiando!”.

### La química, elemento central

Contaminantes emergentes en el medioambiente, sustancias adictivas, antioxidantes en residuos de alimentos, nanomateriales... son las temáticas tratadas en las charlas, todas ellas englobadas en alguna de las metas de los 17 ODS. 3.9 “Reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo”. 2.4 “Lograr la gestión ecológica y racional de los productos químicos y de todos los desechos y minimizar sus efectos en la salud y en el medio ambiente. Es difícil imaginar cómo cumplir con estas metas sin la ayuda de la ciencia. Tanto Emma como Esther han comprendido durante el proyecto que

la preocupación por el medioambiente es una cuestión transversal en la educación; desde el currículo escolar, en asignaturas como biología y química, hasta las conversaciones informales entre los alumnos. Emma recuerda que en una charla donde advertía sobre el peligro de no tener en cuenta las consecuencias futuras de los contaminantes emergentes, un alumno puntualizó que no era solo el futuro, sino que también afectaba al presente, “porque ya estamos viviendo las consecuencias”.

### Otra perspectiva

El IES Luis García Berlanga de Coslada, donde María del Carmen García González imparte la asignatura de biología, lleva años participando en estas actividades. Campañas de donación de sangre, jornadas medioambientales y de plantación, proyectos de recuperación de zonas... ahora disfrutan de las charlas que imparten los químicos del equipo, como Emma, Esther y Gustavo. González considera muy importante que se lleven a cabo actividades así en los institutos: “Con estas charlas ven que la ciencia puede ser una vía de futuro para ellos, y estar tratando con estudiantes les atrae mucho más. También nos ayuda a mostrar la vertiente más laboral”.

Pese a la incertidumbre sobre el futuro laboral, los estudiantes muestran interés y aportan soluciones ante los problemas. “Recuerdo que una de mis alumnas de 3º de ESO nos pidió que quitásemos las tiras de la mascarilla una vez que la tirásemos a la papelera”, dice González. Si no, acabarían apareciendo merluzas y tortugas atrapadas entre los restos. Es solo un ejemplo, pero este razonamiento no es más que el resultado de la impronta de buenos profesores y un poco de suerte: la semilla de la ciencia ya deja asomar un brote verde en el futuro de estos niños.

En este proyecto participan estudiantes de doctorado (Beatriz Gómez Gómez, Esther Gómez Mejía, Gustavo Moreno Martín y David Vicente Zurdo) y profesores de la Universidad Complutense de Madrid (Emma Gracia Lor, Emilio Gómez Castro, Riansares Muñoz Olivares y María Teresa Pérez Corona), del Departamento de Química Analítica y de Ingeniería Química y de Materiales. También se ha contado con la colaboración de estudiantes de fin de máster y de fin de grado. Se pueden seguir sus actividades en el perfil @con100cia2UCM, tanto en Twitter como en Instagram.



## La innovación química, estratégica para la recuperación económica

En años históricos por su complejidad, como lo fue el pasado y lo está siendo este, la industria química ha logrado resistir el envite de las circunstancias, en este caso la pandemia, debido a la solidez y estabilidad que caracterizan a este sector estratégico y esencial. En un momento en el que se ha visto lastrada por la caída de dos de sus principales sectores demandantes, como la construcción y la automoción, no solo no ha destruido empleo sino que lo ha generado, logrando elevar su fuerza laboral directa en un 2 %. La industria química ha demostrado más que nunca ser estratégica para garantizar el funcionamiento y desarrollo de nuestra sociedad actual y continuará siendo clave para la recuperación a través de proyectos industriales directamente vinculados al ámbito de la sostenibilidad.

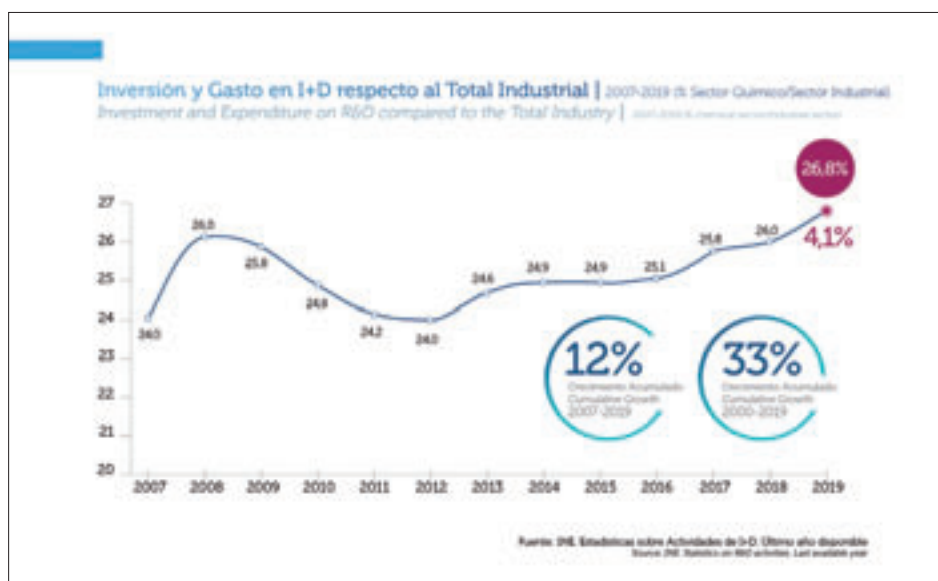
La transición hacia un nuevo modelo productivo basado en la circularidad de los recursos y la neutralidad carbónica es un desafío que requiere del impulso de la industria química. Este sector lleva mucho tiempo trabajando en estos campos ofreciendo, por un lado, soluciones a otros sectores productivos y, por otro, mejorando sus propios procesos para ser una industria todavía más eficiente en el uso de los recursos: desde la fase de diseño hasta el tratamiento al final de la vida útil de los productos.

Su gran músculo innovador le proporciona un potencial transformador capaz de dar respuesta a las demandas de la sociedad y de los propios mercados. El 98 % de toda fabricación que tiene detrás un proceso industrial, requiere de la química, ya sea en el campo de la salud, del gran consumo, la movilidad, la construcción, la alimentación o la energía, por lo que no es de extrañar que las consultoras de prospectivas económicas más prestigiosas sitúen a la química como una de las

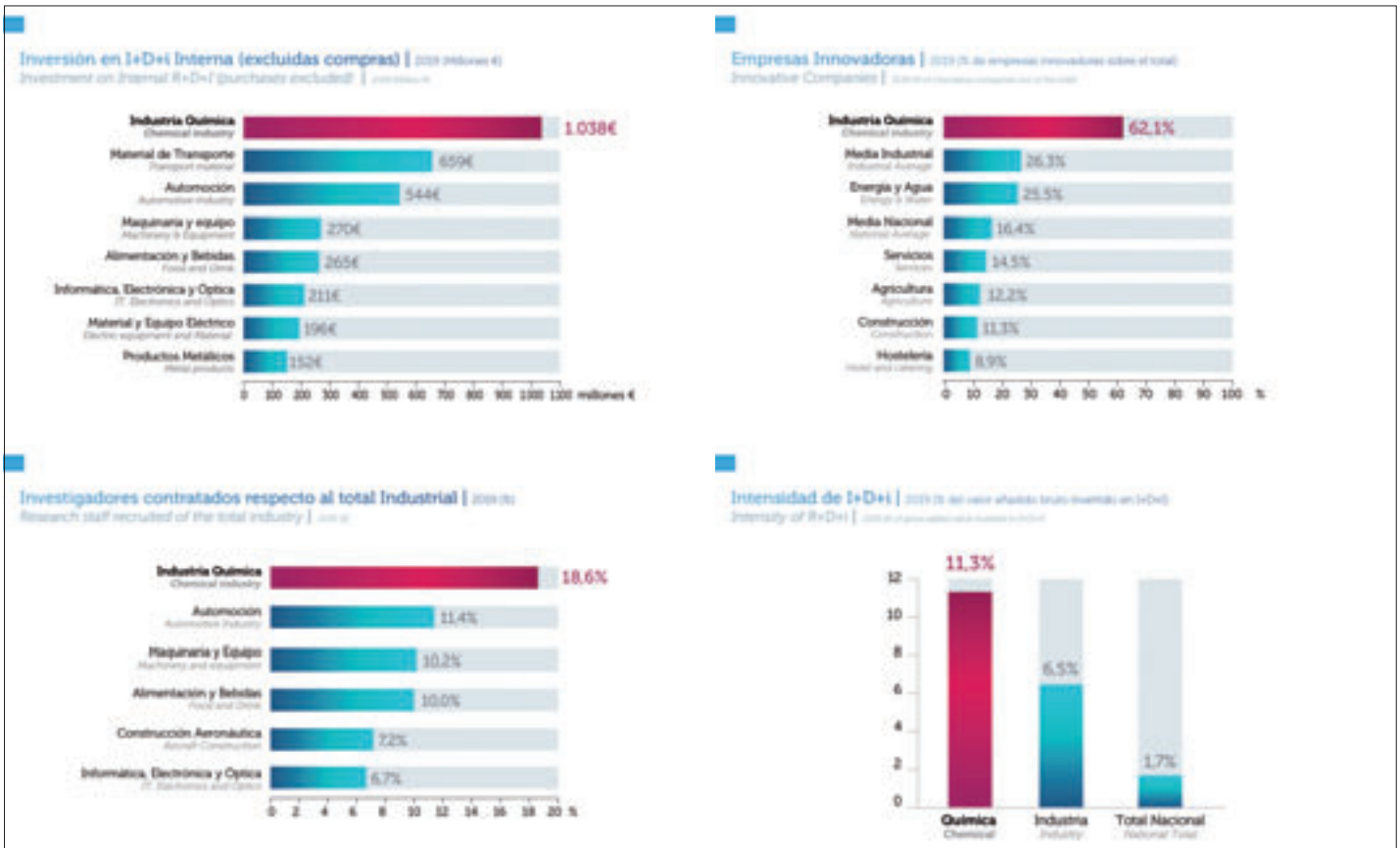
industrias con mayor proyección de futuro. Un futuro que seguirá estando basado necesariamente en la innovación sostenible.

Por ello, los principales proyectos en los que actualmente está embarcado el sector están directamente vinculados a los objetivos de neutralidad climática en 2050 marcados por el Pacto Verde y los Planes de Recuperación y Resiliencia de la Unión Europea.

Los tres campos de innovación de esta década giran en torno a la sostenibilidad, la economía circular y la digitalización. Ámbitos en los que la industria química vislumbra hoy ya soluciones que lo van a cambiar todo, como por ejemplo el almacenamiento de la energía mediante baterías de alta eficiencia con mayor densidad de carga, alta velocidad de recarga y duración mucho mayor que las actuales baterías de litio. También el incremento de eficiencia de las energías renovables, especialmente de la fotovoltaica y la movilidad basada en hidrógeno verde, o el desarrollo de procesos químicos de bajas



Texto: Carles Navarro, presidente de Feique



emisiones, lo que incluye la captura y uso de CO<sub>2</sub> como materia prima, sin olvidar los materiales para la fabricación aditiva, también conocida como impresión 3D, que van a revolucionar la gestión de stocks mediante la producción distribuida y a demanda.

Asimismo, en el área de la economía circular, el sector químico está trabajando en transformar lo que hasta ahora se consideraban residuos en productos de mayor valor añadido. En el caso concreto del CO<sub>2</sub>, está desarrollando nuevos procesos y productos innovadores que permiten su captura para su transformación y reutilización posterior en otros productos químicos, en nuevos materiales y en energía. Dentro también de la economía circular se están abriendo grandes oportunidades en torno a la tecnología del reciclado químico aplicada al plástico que permite volver a obtener los monómeros -sus componentes esenciales- con el objetivo de poder introducirlos de nuevo en la cadena de valor dotando, así, de múltiples vidas a estos materiales. El potencial es aprovechar hasta 2,5 millones de toneladas de residuos plásticos que en España terminan cada año en la incineradora, en el vertedero, o en el peor de los casos, en nuestros ríos y mares.

De esto precisamente trata la economía circular: de reutilizar los productos

de manera ilimitada y reducir el consumo de recursos naturales. La química juega un papel absolutamente crucial para conseguirlo. Es fundamental que la Administración dé los pasos necesarios para que el reciclado químico sea considerado reciclaje a todos los efectos legales, complementando otras opciones válidas, como el reciclaje mecánico, pero insuficientes.

Del mismo modo, resulta primordial que se legisle bajo el principio de neutralidad tecnológica, para que se impulsen todas las tecnologías que muestren un desarrollo potencialmente prometedor y competitivo, como es el caso del hidrógeno, sin que ello frene el desarrollo de otros avances que podrían alcanzar resultados eficientes por otras vías.

Por último, es necesario mencionar un vector de competitividad y de innovación clave como es la digitalización. Los procesos de fabricación conectados y la aplicación de tecnologías digitales, además de promover una industria más competitiva y sostenible, generan modelos productivos notablemente más eficientes y flexibles, puesto que favorecen la optimización de los procesos, lo que permite ahorrar recursos, energía y, sobre todo, minimizar riesgos en la toma de decisiones, especialmente en estos tiempos cambiantes. Algunas de estas tecnologías digitales

son el *big data* y el análisis predictivo para el diagnóstico de ineficiencias energéticas a partir del análisis de datos, los gemelos digitales o el *blockchain*, que proporcionan información y soluciones muy valiosas a las plantas industriales.

Hoy más que nunca debemos poner el foco en que el gasto en innovación y, por supuesto, en digitalización, no se consideren coste sino inversiones de futuro absolutamente necesarias para seguir avanzando.

Si algo ha demostrado la pandemia es que Europa necesita ser capaz de depender de sí misma y que es necesaria mucha más inversión industrial, algo especialmente cierto en el caso de España, para no depender solo del sector servicios. Por ello, es imprescindible favorecer los factores que impulsen su competitividad, de entre los que destacan, por su peso, los costes energéticos.

La industria química invierte cada año en España aproximadamente 2.500 millones de euros, cifra que podría multiplicarse por dos hasta 2026 con el impulso de las ayudas de los fondos Next Generation, precisamente diseñadas para impulsar la competitividad a través de la innovación. Nuestra prioridad debe ser tener más inversiones y ser capaces de tener más economía industrial en España.

# entrevista

Entrevista a Laura Lechuga Gómez,  
Premio Rei Jaume I de Nuevas Tecnologías

## “Nuestro biosensor del coronavirus es más rápido y sensible que la PCR y se puede hacer en ambulatorio”

Laura Lechuga Gómez (Sevilla, 1962) es profesora de investigación en el Instituto Catalán de Nanociencia y Nanotecnología (GENCAT-CSIC-UAB). Estudió Ciencias Químicas en la Universidad de Cádiz, pero a la hora de hacer su tesis rompió la barrera de las disciplinas y entró en el Centro Nacional de Microelectrónica del CSIC en Madrid, para investigar en un mundo entonces emergente y hoy estelar, el de los biosensores, en el que ahora es reconocida internacionalmente. Entre sus muchas aportaciones destacan, por su actualidad, los biosensores que permiten detectar y medir la presencia del virus SARS-CoV-2 de forma rápida, segura y fiable. Ha recibido muchos reconocimientos, a los que ha sumado en los últimos meses los premios Rei Jaume I de Nuevas Tecnologías y el Nacional de Investigación en el apartado de Transferencia de Tecnología.

**Texto:** Ignacio Fernández Bayo, periodista científico

**Pregunta. ¿Ha sido fácil el camino?**

**Respuesta.** Ha sido duro, especialmente para las mujeres. En esta modalidad del Premio Nacional soy la primera mujer que lo recibe, y hay muchas otras que tienen tanto o más currículum que muchos hombres que lo recibieron antes.

**P. ¿Cree que eso está cambiando?**

**R.** Algo; antes las mujeres no estábamos tan unidas y quizás ahora somos conscientes de que o nos ayudamos nosotras o nadie nos va a ayudar. Actualmente, en paneles, conferencias, si no hay mujeres protestamos y los organizadores quedan en evidencia. Eso hace que sea un poco más justo. Este movimiento ha servido para unir más a las mujeres. Nosotras tenemos que estar demostrando el doble o el triple para salir adelante.

**P. Usted ha llegado.**

**R.** Bueno, sí, pero yo tengo carácter y soy persistente, muy luchadora. Y detrás hay muchas horas de trabajo.

**P. Y decisiones curiosas: usted es química, pero se pasó a la física.**

**R.** Mi trabajo es una mezcla entre física, ingeniería, electrónica, química, óptica, biología, medicina... es un área multidisciplinar. Hoy no hay disciplinas estancas. Cuando me ofrecieron hacer la tesis en biosensores yo no tenía ni idea de electrónica ni de semiconductores y me tuve que poner a estudiar mucho. Aquello tenía mucho de física, pero también un componente químico importante porque eran sensores de gases para amoníaco, hidrógeno...

**P. Y luego, ¿continuó allí?**

**R.** Mientras hacía la tesis publiqué un par de artículos en la revista Química e Industria, sobre los biosensores y sensores de gases. Alguien de Tabacalera lo leyó y me contactaron porque necesitaban detectores de amoníaco. El último año de mi tesis estuve trabajando para Tabacalera. Fue una experiencia

interesante porque me di cuenta de que la investigación sirve para resolver problemas concretos de la sociedad. Eso marcó mi trabajo posterior.

**P. ¿Cuándo se vio la importancia de los biosensores?**

**R.** Cuando se desarrolló el de glucosa, que es el más conocido y exitoso del mundo. Mi abuela era diabética y por entonces era muy complicado gestionar esa enfermedad: se pinchaban insulina sin saber si lo necesitaban o no porque no podían estar yendo todos los días al hospital a medir la glucosa. Ahí se vio su utilidad, porque ha salvado miles de vidas. Parece sencillo, pero no es una tecnología trivial, porque no solo detecta, sino que también cuantifica.

**P. También tuvieron mucho impacto los test de embarazo...**

**R.** Eso no es exactamente un biosensor, aunque lo podemos incluir. Consiste en unas nanopartículas que se agregan y se visualiza el resultado con un cambio de color. Tiene un cierto grado de inteligencia porque es muy selectivo, ya que en la orina hay muchas sustancias y se engancha a una hormona concreta, pero solo detecta, no cuantifica, y además las concentraciones tienen que ser altas. Un biosensor en sentido estricto detecta cantidades minúsculas y te da un valor numérico.

**P. ¿Como surgió la idea de hacer un biosensor para el virus de la covid?**

**R.** Hace dos o tres años vino a verme un profesor de ecología de la Universidad de Barcelona, Jordi Serra-Cobo, que conocía mi trabajo y estaba interesado en que le hiciera un biosensor que le sirviera para llevar al campo porque él medía la presencia de coronavirus en murciélagos. Tenía que recoger las muestras y llevarlas al laboratorio para hacer la PCR y tardaba mucho en tener resultados. Cuando en enero salió una convocatoria europea exprés, por la



amenaza de la pandemia, le llamé para presentar el proyecto, junto con un grupo italiano y otro francés. Se evaluó en un tiempo récord, se aprobó y el 10 de marzo empezamos.

**P. ¿Había trabajado ya con virus?**

**R.** No con biosensores de virus, pero sí de bacterias; detección de ADN y de ARN, que se puede aplicar. El problema con los virus es de seguridad. Con bacterias es más fácil porque puedes usar bacterias desactivadas. Nuestras instalaciones tienen un nivel de seguridad 2 y para trabajar con virus se necesita uno de nivel 3.

**P. ¿Cómo ha ido el proyecto?**

**R.** El proceso ha sido largo, pero tenemos un sensor que funciona muy bien. Es un detector del virus completo, diferente del test de antígenos, que rompe el virus y detecta las proteínas que suelta. Nosotros medimos el virus entero y lo atrapamos con un anticuerpo específico, el de la proteína S de la envuelta. Y como no podemos trabajar

con virus activos aquí, un compañero nos preparó un pseudovirus, que por dentro no es infectivo y por fuera es igual al SARS-CoV-2. Y los italianos nos enviaron virus desactivados con técnicas ultravioleta. El biosensor que hemos desarrollado permite detectar bajísimas concentraciones de virus, menos de 50 partículas virales por mililitro. Ahora estamos midiendo muestras de saliva y luego tendremos que ir al hospital, porque en nuestras instalaciones no podemos medir a personas infectadas.

**P. Es decir, aún no se está aplicando.**

**R.** No, aún no. Yo puedo hacer un producto casi final con la instrumentación completa, el dispositivo, el software, todo, pero esto es un prototipo de laboratorio y lo puedo hacer muy bien pero no puedo fabricar un millón. Hemos hablado con el CSIC para que busquen empresas capaces de fabricar y de comercializar. Pero ese paso del desarrollo industrial aún es muy complicado en España.

**P. Pero usted tiene experiencia empresarial.**

**R.** En 2004, Cristina Garmendia y yo creamos una empresa dentro del grupo Genetrix. Su objetivo era fabricar un sensor de aplicación general y en dos años lo teníamos en el mercado. El salto de un aparato de laboratorio como este a uno comercial es muy caro. Yo he pedido presupuesto a empresas de ingeniería para hacer ese salto y te piden dos millones de euros. Necesitas una inversión inicial muy importante para montar una fábrica, y en España nadie se dedica a hacer esas grandes inversiones. A mí me gustaría que se hiciera en España, pero no hay esa mentalidad.

**P. Las vacunas se han desarrollado con gran rapidez. Y hacer una vacuna parece más complicado que un biosensor ¿o no?**

**R.** No, porque las vacunas tienes las fábricas y los procesos preparados para fabricarlas. Solo tienes que cambiar el cóctel de proteínas, o cómo las envuelves y las proteges, pero la cadena de montaje y los operarios están listos. Los sensores, a pesar del éxito del de glucosa y los test rápidos que han salido, tienen dificultades para comercializarlos porque las empresas usan otras técnicas, como ELISA, para las que tienen ya las instalaciones de análisis listas. ¿Para qué invertir millones en hacer cosas más sofisticadas? Con la pandemia debería cambiar esta mentalidad.

**P. ¿Qué ventajas tiene frente a la PCR?**

**R.** Bueno, la PCR tarda horas en dar un resultado y es centralizada. Es decir, tienes que tomar la muestra, transportarla en condiciones adecuadas, laboratorios apropiados y técnicos que sepan hacerla. Si hay una acumulación enorme todo eso puede llevar hasta una semana. Con el biosensor tienes los resultados en 15 minutos y lo puede hacer una enfermera o enfermero en cualquier centro de salud. Además, cuantifica la carga viral y eso es importante para seguir la evolución de los pacientes.

**P. ¿La eficacia es igual?**

**R.** De acuerdo con nuestros ensayos tiene una sensibilidad de detección del 99%, sin falsos negativos y con una selectividad del 100%. Creo que incluso puede ser mejor que la PCR.

**P. ¿Y detecta las diferentes variedades del virus que van apareciendo?**

**R.** Sí, porque podemos adaptarlo. Como las mutaciones afectan principalmente a la proteína S, lo que hacemos

es cambiar los anticuerpos. Es muy sencillo adaptarlo.

**P. ¿Cuáles son los siguientes pasos?**

**R.** Para este sensor ahora estamos probando con muestras reales y después pasaremos a hacerlo con pacientes en el Vall d'Hebron. Y hemos hablado con el Departamento de Transferencia de Tecnología del CSIC para encontrar empresas interesadas. También hemos hecho un sensor serológico que está ya finalizado y clínicamente validado, con resultados magníficos y también lo hemos pasado al CSIC para ver si lo comercializa.

**P. ¿Este sensor mide anticuerpos?**

**R.** Sí, tenemos diferentes antígenos del virus y vemos como se pegan a ellos todas las inmunoglobulinas que produce el individuo. La ventaja principal es que cuantifica, te puedo decir cuántas inmunoglobulinas ha producido una persona y ves que puede haber grandes diferencias.

**P. ¿Cómo se hace la prueba?**

**R.** Basta con una gota de sangre. Estamos usando 250 microlitros en el laboratorio y podemos bajar incluso a 100. Son volúmenes mínimos. No estaba previsto en el proyecto, pero nos pareció interesante al evolucionar la pandemia.

**P. ¿El proyecto aún tiene recorrido?**

**R.** Hemos cumplido un año y hemos adelantado bastante porque ya tenemos anticuerpos, tenemos las proteínas virales, sabemos cómo aislar y desactivar el virus para poder usarlo en laboratorio, el biosensor de virus ya está desarrollado a nivel de laboratorio; el serológico está terminado... y estamos haciendo un tercer sensor, que nos va a costar mucho más porque es más complejo. Lo que va a hacer es medir las secuencias genéticas. Es parecido a la PCR.

**P. ¿Cuál es el objetivo?**

**R.** Conseguir un dispositivo que sirva para otras enfermedades. Trabajamos con las secuencias de ARN del SARS-CoV-2, pero podemos incluir secuencias del virus de la gripe, de la neumonía. Es decir, que con el biosensor podamos identificar qué infección tiene una persona que llega a urgencias. Esto nos llevará más tiempo, pero estamos trabajando en ello. El aparato es un poco más grande que un móvil, y tu insertas un cartucho con las moléculas de la enfermedad que sea y lo puedes usar por tanto para muchas otras infecciones. También para detección precoz de cáncer de pulmón. Y estamos empezando uno para cáncer de ovario.

**P. Usted utiliza mucho la palabra nano. ¿Es crucial conseguir la máxima miniaturización?**



Laura Lechuga durante la entrega del premio Rei Jaume I de Nuevas Tecnologías 2020.

## “Nuestros sensores pueden analizar aguas residuales in situ”

**P. ¿Ha trabajado siempre en biosensores del ámbito de la salud o también en otros, como el medio ambiente?**

**R.** De hecho, empecé en el ámbito del medio ambiente, que siempre me ha gustado especialmente. Podemos medir con solo unas gotas el nivel de pesticidas, toxinas y otras sustancias en el agua de ríos, lagos o en la del grifo. Es un área muy potente, pero hubo un tiempo en que era difícil conseguir financiación y nos fuimos moviendo hacia el campo de la salud, donde es más fácil. Seguimos haciendo alguna cosa en medio ambiente, pero poquito.

**P. A mitad de camino estaría el análisis de aguas residuales.**

**R.** Se han hecho estudios que muestran el consumo de medicinas, antibióticos, drogas... pero se suelen hacer con la técnica HPLC, que es muy sofisticada y puede detectar incluso partes por trillón, aunque son tecnologías caras y necesitan técnicos que analicen los resultados. Tienes que recoger muestras, llevarlas al laboratorio y esperar, a veces hasta un mes. Están bien para un control, pero no para usar de forma continua, como cuando pretendes detectar las emisiones contaminantes de una fábrica, por ejemplo. Nuestros sensores ofrecen la posibilidad de hacerlo *in situ*. Además, los puedes programar para que midan una vez al día o lo que quieras. Y son reutilizables; pueden usarse hasta 400 veces, simplemente limpiándolo tras cada medición.

**P. ¿Y en el campo de la química?**

**R.** También. Hace un par de años empezamos a utilizar quimiosensores, en los que la parte bio la reemplazamos por nanoestructuras moleculares con nanoporos, en los que entra un gas de forma selectiva. Por ejemplo, hemos hecho sensores portátiles que detectan CO<sub>2</sub>, en concentraciones muy bajas.

**R.** Miniaturizar es importante para que se pueda usar en cualquier sitio, pero la parte nano va más asociada al funcionamiento físico del aparato. Las proteínas que colocamos son nanométricas, y hay que ver cómo las colocas, cómo quedan orientadas. Y cuando atrapas al virus, el mecanismo físico que lo mide es una luz

nanométrica, que proviene de un láser en el visible que interacciona con el virus unido a la proteína. Y si lo detecta cambia de velocidad, cambia su fase, y eso se puede medir por interferometría. Todo ese proceso es nanotecnológico. Luego, la parte electrónica y de software es la más sencilla.

# noticias

## NOTICIAS

### El decano del Colegio se incorpora al Consejo Social de la UCM

El decano del Colegio Oficial de Químicos de Madrid, Ricardo Díaz Martín, fue elegido el pasado mes de octubre nuevo vocal del Consejo Social de la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Este organismo fue creado para establecer puentes entre la universidad y la sociedad civil. Está formado por diecinueve personas de reconocido prestigio, de las cuales trece proceden de los ámbitos científico, cultural, artístico y tecnológico; entre las que se encuentra ahora Ricardo Díaz, y representan los intereses sociales. Los otros seis componentes proceden de la propia comunidad universitaria.

ámbito, participaron más de 1.200 expertos en sostenibilidad que conversaron sobre los problemas que conlleva la crisis climática y las soluciones que pueden ayudar a desarrollar una economía sostenible. El debate pretendía contribuir a impulsar políticas públicas para la transición ecológica a nivel nacional en temas como el agua, la energía, la movilidad, la renovación urbana, el desarrollo rural y la calidad ambiental, entre otros.

El Colegio Oficial de Químicos de Madrid participó en tareas de organización y desarrollo de las actividades del encuentro a través de algunos compañeros colegiados.



### La junta directiva de la ANQUE renueva sus cargos durante cuatro años más

El catedrático de Ingeniería Química de la Universidad Politécnica de Madrid Ernesto Castañeda Martín ha sido reelegido por unanimidad presidente de la Asociación Nacional de Químicos e Ingenieros Químicos de España (ANQUE), cargo que ocupará durante los próximos cuatro años. El nombramiento se hizo oficial durante la celebración de la LXX Asamblea Nacional de la Asociación, celebrada el pasado 21 de noviembre de 2020.

### XIII edición de los Premios SusChem a Jóvenes Investigadores Químicos

Desde 2008, la Plataforma Española de Química Sostenible (SusChem) reconoce la actividad científica y divulgativa de investigadores menores de 40 años, mediante los Premios SusChem a Jóvenes

Investigadores Químicos. Este año se celebra la XIII edición, y los nombres de ellos ganadores serán anunciados a finales del mes de junio.



Los premios constan de tres categorías. El premio Investiga reconoce la mejor publicación científica; la modalidad Innova premia el mejor trabajo de colaboración entre un organismo público y una entidad privada en química sostenible. Por último, la categoría Futura está dirigido a los estudiantes de grado de químicas y otras disciplinas afines con expedientes extraordinarios. A lo largo de las doce ediciones celebradas, se ha premiado a 50 investigadores, de entre más de 900 candidaturas presentadas.

La organización de estos galardones está promovida por la Federación Empresarial de la Industria Química Española (FEIQUE), la Asociación Nacional de Químicos e Ingenieros Químicos de España (ANQUE), la Conferencia Española de Decanos de Químicas (CEDQ), Expoquimia, el Foro Química y Sociedad y Tecnalia Ventures.

### El Colegio firma un convenio con la UDIMA y el CEF

El Colegio Oficial de Químicos de Madrid ha cerrado un convenio con la Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA) y el Centro de Estudios Financieros (CEF) para que sus asociados puedan acceder con condiciones ventajosas a sus grados y másteres oficiales. El acuerdo también incluye los títulos propios, el doctorado y los cursos de idiomas que oferta la entidad.



### El Congreso Nacional de Medio Ambiente se celebró en junio de forma presencial

Después de la incertidumbre creada por la pandemia, que obligó a retrasar este encuentro bienal (tenía que haber tenido lugar en noviembre de 2020), se celebró el Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) de forma presencial entre el 31 de mayo y el 3 de junio de 2021. El tema central de esta decimoquinta edición se centró en los aspectos ambientales de la recuperación económica tras la crisis del coronavirus.

En el evento, el más importante de los que se celebran en España en este

## Vitrogeowastes: II Edición del Congreso Vitrificación y Geopolimerización de Residuos para Inertizar y/o Reciclar

Una de las principales tareas que debe abordar hoy la comunidad científico-técnica en el campo de los materiales es la resolución de uno de los problemas energéticos y ambientales causados por la producción masiva de cemento Portland, cuya producción masiva supone aproximadamente el 8 % del total de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) del mundo,

Para buscar soluciones a estos problemas ambientales, científicos y técnicos que de manera muy innovadora están especializados en materiales de naturaleza vítrea y geopolimérica a partir de residuos industriales se reunieron del 23 al 26 de mayo de 2021 en Baeza (Jaén) en la II Edición del Congreso Vitrificación y Geopolimerización de Residuos para Inertizar y/o Reciclar: estructura, microestructuras, transformación y propiedades.

El tema principal tratado durante el encuentro fue la búsqueda de nuevos cementos alternativos o verdes, necesarios para limitar las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). El cemento verde más prometedor es el alcalino o cemento geopolimérico, debido a sus propiedades y bajo impacto ambiental, siendo considerado el cemento del futuro.

En este campo, Jesús María Rincón, miembro del Colegio y de la Asociación de Químicos e Ingenieros Químicos de

Madrid y de la Asociación Nacional de Químicos e Ingenieros Químicos de España (ANQUE), ha desarrollado un enfoque innovador basado en el carácter amorfo o de orden-desorden de los materiales.



### Ricardo Díaz, galardonado con el Premio Nacional de I+D+i de Prevención de Riesgos Laborales

El presidente del Colegio Oficial de Químicos de Madrid, Ricardo Díaz Martín, ha sido galardonado con el Premio Nacional de I+D+i de Prevención de Riesgos Laborales, que otorga el Consejo General de Relaciones Industriales y Licenciados en Ciencias del Trabajo, en reconocimiento a su labor en pro de la Prevención de riesgos Laborales,.

La entrega se realizará durante las XXIIª Jornadas de Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales y Responsabilidad Social, que se celebrarán durante los días 22 y 23 de octubre en Zaragoza.

## Webinar' político para debatir las estrategias de recuperación en Madrid

Con motivo de las elecciones autonómicas madrileñas celebradas el pasado 4 de mayo de 2021, la Unión Interprofesional de la Comunidad de Madrid (UICM) y la Nueva Mutua Sanitaria organizaron un encuentro virtual previo en el que los representantes de algunos de los principales grupos políticos presentes en la Asamblea de Madrid expusieron sus programas y estrategias para la recuperación de los estragos provocados por la situación de pandemia. También debatieron los participantes de sus prioridades ambientales de cara a la próxima legislatura y, en especial, de cómo orientarán los fondos europeos para avanzar en la descarbonización, la economía circular y la conservación de la biodiversidad en la región.



El encuentro contó con la participación de Diego Sanjuanbenito Bonal, portavoz de medio ambiente del Grupo Parlamentario Popular; Roberto Hernández Blázquez, candidato de Ciudadanos, y Ana Cuartero Lorenzo, diputada de VOX en la Asamblea de Madrid y portavoz adjunta. PSOE, Más Madrid y Unidas Podemos declinaron la invitación a participar.

La Mesa Redonda estuvo moderada por Íñigo Pérez-Baroja, tesorero de la Junta Directiva del Colegio Oficial de Químicos de Madrid y miembro de la Comisión de Medio Ambiente de UICM.

### La química, protagonista de una novela

Francisco Plou es un investigador del Instituto de Catálisis y Petroleoquímica del CSIC que ha decidido llevar la química a una obra de ficción denominada Proyecto TTAGGG. En la trama de la novela, el azar pone en manos del científico Ernesto Pardos unas sustancias naturales cuyo potencial nunca ha sido explorado y que podrían revolucionar los conceptos sobre el envejecimiento y las enfermedades asociadas a la senescencia. Junto a Gadea Hernández, estudiante de doctorado, comenzará la búsqueda de una molécula capaz de alargar la vida que lo llevará a recorrer medio mundo y replantearse su visión de la investigación científica y el sentido de su existencia. Ratones transgénicos, gusanos de 959 células, hidras, medusas inmortales y personajes variopintos se cruzarán con los protagonistas en su inquietante camino hacia la fórmula de la inmortalidad. Escrita en un lenguaje asequible para todos los públicos, el autor retrata el día a día de científicos y científicas, sus condiciones laborales, la escasez de recursos, la necesidad de colaborar y su capacidad de adaptación. Todo ello se entremezcla a lo largo de los capítulos, en una trama llena de aventura e imprevistos, que atrapa al lector. El autor ha decidido que el dinero que recaude por las ventas de su novela se destinen íntegramente al proyecto solidario Farmacéuticos por Tonga.



### La covid-19 y la actualidad informativa, entre las principales intervenciones del Colegio de Químicos de Madrid en radio y televisión

Durante el último año, Ricardo Díaz, como representante del Colegio de Químicos de Madrid, realizó unas 90 intervenciones en radio y televisión.

Especial relevancia tuvieron sus apariciones relacionadas con la covid-19. En muchas de ellas explicó la evolución de la enfermedad. En otras contó cómo

## Conferencias

El Colegio y al Asociación de Químicos e Ingenieros Químicos de Madrid han celebrado desde noviembre de 2020 hasta junio de 2021 las siguientes conferencias on line:

### La batalla contra la emergencia climática: aportaciones desde el sector energético

Conferencia de celebración de San Alberto de 2020

■ 12 de noviembre de 2020

Organizada por la Sección Técnica de Medio Ambiente

**Ponente:** Mercedes Ballesteros Perdices

### Algunas consideraciones sobre la Covid-19

■ 9 de febrero de 2021

Organizada por la Sección de Jubilados

**Ponente:** José Ramón Álvarez Collado

### Economía circular para una industria y minería más sostenible, rentable y solidaria

■ 24 de marzo de 2021

Organizada por la Sección Técnica de Ingeniería Química

**Ponente:** Carlos Villachica

### Innovaciones en la industria frigorífica en los países en vías de desarrollo, diseño y ahorro energético

■ 22 de abril de 2021

Organizada por la Sección Técnica de Ingeniería Química

**Ponente:** Javier Esteban Redondo

### Funcionamiento del cuerpo humano y covid-19

■ 6 de mayo de 2021

Organizada por la Sección Técnica de Ingeniería Química

**Ponente:** José Ramón Álvarez Collado

### Tratamiento ambulatorio de varices de miembros inferiores con espumas esclerosantes

■ 20 de mayo de 2021

Organizada por la Sección Técnica de Ingeniería Química

**Ponente:** Javier García Mingo

### Relacionarse

■ 16 de junio de 2021

Organizada por la Sección de Jubilados

**Ponente:** Pedro N. Moreu Jalón

son los procesos de contagio por aerosoles, tanto en lugares públicos —como manifestaciones, colegios electorales y terrazas de bares—, como dentro de los hogares, donde existe riesgo si percibimos olores de comida provenientes de otras viviendas. En este sentido, también

planteó consejos para afrontar situaciones con seguridad como los eventos familiares navideños.

Díaz también intervino en asuntos de actualidad, y explicó por qué se produjo la explosión de la calle Toledo, en Madrid; y cómo se tiene que utilizar la

sal para combatir el hielo que trajo la tormenta de nieve Filomena, entre otros temas. Además, se le requirió para esclarecer dudas relacionadas con la meteorología, como es la formación de las nubes y el motivo de que exista boina de contaminación en las ciudades.

## Cursos

El Colegio Oficial de Químicos de Madrid y la Asociación de Químicos e Ingenieros Químicos de Madrid continúan con la organización durante el año 2021 del curso destinado a preparar a los titulados en Ciencias Químicas e Ingeniería Química para la próxima convocatoria de oposiciones a plazas en la Escala de Técnicos Facultativos Superiores (A1) O en la Escala de Titulados de Escuelas Técnicas de Grado Medio (A2) de Organismos Autónomos que convocará el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico por el sistema de acceso libre y promoción interna.

### Más info:

Ilustre Colegio Oficial y Asociación de Químicos de Madrid  
Calle Lagasca 27, 1º E  
28002 – Madrid  
www.quimicosmadrid.org  
colquim@quimicosmadrid.org

**PREPARACIÓN DE OPOSICIONES AL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE**  
("MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA")  
**ESPECIALIDAD: PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO**

## Sobre caries y desmineralización

La composición química y la estructura del esmalte del diente varía con la pérdida y ganancia natural de minerales



Todos hemos oído hablar de la caries como un mal endémico, y para prevenir sus efectos se realizan campañas dirigidas principalmente a los niños para que practiquen una adecuada higiene dental y así prevenirlas. Pero, ¿sabemos en qué consiste exactamente y cuáles son las reacciones químicas y microbiológicas que la provocan?

La caries dental es una enfermedad crónica caracterizada por la pérdida de la red de minerales que forman los tejidos duros del diente. Diversas reacciones químicas y microbiológicas son responsables del reblandecimiento de estos tejidos, que pueden derivar en la pérdida de la pieza.

Los cristales del esmalte experimentan ciclos naturales de pérdida de minerales (desmineralización) y ganancia

(remineralización). Estos cambios modifican la composición química y la estructura del esmalte hasta volverla más amorfa, menos porosa y con menor cantidad de agua, carbonatos y magnesio.

Además, hacen que tenga más cantidad de flúor y material orgánico. Estas modificaciones en la superficie del cristal son beneficiosas para el diente, ya que la nueva superficie dental es menos soluble y más resistente a la caries.

Esta lesión comienza cuando la desmineralización en la superficie del diente va más allá de los intercambios naturales entre los cristales del esmalte y el entorno circundante de la pieza. La remineralización (mediante el uso de

flúor o enjuagues bucales antibacterianos) puede detener o revertir la caries inicial.

Unos dientes fuertes y sanos sirven para evitar dolores o complicaciones en la boca y, en consecuencia, ahorrar el dinero que se destinaría a un tratamiento. Además, mejoran el aspecto. Su cuidado es, en definitiva, una de las mejores inversiones que se puede realizar.

Las pólizas dentales de Nueva Mutua Sanitaria, de acceso exclusivo para asegurados, incluyen las obturaciones entre sus prestaciones. Hasta el próximo 30 de junio se puede realizar la contratación de un seguro dental con, al menos, dos nuevos asegurados mayores de 8 años. Esta oferta incluye como regalo un cepillo de dientes eléctrico con neceser.



LA SALUD  
ES EL MEJOR REGALO,  
PROTEGERLA AHORA TIENE PREMIO



## SALUDPROFESIONAL

### CUADRO MÉDICO

#### TARJETA REGALO

Amazon o El Corte Inglés (a elegir)

- Póliza de 2 o 3 asegurados 100 €
- Póliza de 4 o más asegurados 150 €

### REEMBOLSO

#### TARJETA REGALO o APPLE WATCH 6

Amazon o El Corte Inglés (a elegir)

- Póliza de 2 o 3 asegurados 250 €
- Póliza de 4 o más asegurados APPLE WATCH

Consulta nuestros descuentos para parejas y familias

Contrata tu seguro de salud **SIN CARENCIAS** antes del 31 julio y disfruta de estos magníficos regalos

Equipado con potentes apps que lo convierten en el dispositivo ideal para llevar un estilo de vida saludable.

NUEVA MUTUASANITARIA



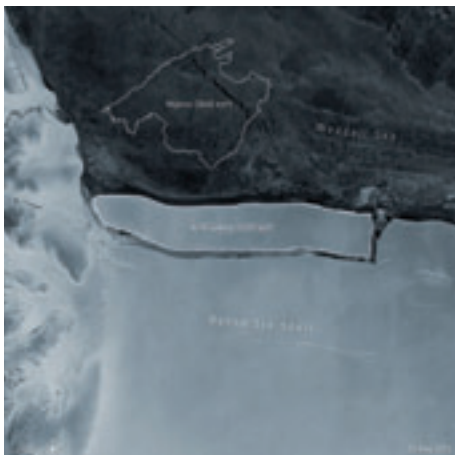
Información y contratación

91 290 90 90

contratación@nuevamutuasantaria.es

## Un iceberg del tamaño de Mallorca

Al noroeste de la Antártida, en pleno mar de Weddell, se encuentra una de las 16 plataformas que rodean esta catedral del hielo. La barrera de Filchner-Ronne tiene una superficie



de 430.000 km<sup>2</sup> y 650 metros de espesor. Tan solo superada por la Barrera de Ross, es la segunda plataforma de hielo

más grande de la Antártida, aunque recientemente ha perdido una *pequeña porción* de unos 4.320 kilómetros cuadrados. Se trata de A-76, y no es una autopista sino el iceberg más grande del mundo, mayor que la isla de Mallorca (3.640 km<sup>2</sup>). Su nombre procede del cuadrante antártico en el que fue avistado y supera en extensión a todas las masas de hielo que atraviesan actualmente aguas oceánicas. A-23A, anterior portador del título, ocupa 3.380 km<sup>2</sup> y también se encuentra en el mar de Weddell. La formación de icebergs, consecuencia del desprendimiento en plataformas de hielo es un suceso inevitable y natural. Sin embargo, la dimensión de sus superficies y la frecuencia con que se producen estos desprendimientos ha llevado a algunos científicos a asociar el fenómeno con el calentamiento global. Aunque por el momento no existe una relación concluyente, todo indica que en el futuro aparecerán nuevos bloques de hielo flotando en el inmaculado océano Glacial Antártico.

## Por sus huellas genéticas los conoceréis

La pérdida de biodiversidad y las alteraciones en los hábitats y en la temperatura terrestre se han visto reforzados por el cambio climático, algo que ha ampliado la lista de especies amenazadas. Para saber qué animales podrán adaptarse y sobrevivir a los desequilibrios del planeta, un grupo de investigación de ciencias de la biodiversidad de la Universidad McGill (Canadá)

ha utilizado la secuenciación del genoma de peces como el espinoso de tres espinas (*Gasterosteus aculeatus*) con el fin de estudiar su capacidad para adaptarse a los cambios estacionales extremos. El espinoso es conocido por sus diferentes formas, tamaños y hábitats; puede encontrarse en agua salada y dulce y soporta un abanico muy amplio de temperaturas. El grupo pudo observar el efecto de la selección natural en esta especie en tiempo real gracias a los cam-



bios abruptos que sufren los espinosos que habitan en los estuarios que de la costa de California. Según Rowan Barret, autor del estudio, "Estos cambios probablemente se asemejan a los experimentados por las poblaciones de espinosos cuando colonizaron muchos lagos de agua dulce recién creados en el océano después de que los glaciares retrocedieran hace 10.000 años". Los investigadores encontraron cambios genéticos entre poblaciones diferenciadas por tan solo una estación, lo que permite estudiar los efectos de la selección natural con gran rapidez. El análisis de estos cambios ayuda a predecir "cómo las poblaciones pueden adaptarse a factores de estrés ambiental como el cambio climático en el futuro", según Barret.


## EFEMÉRIDES HACE 100 AÑOS...

### Se aísla la insulina para tratar la diabetes

Hace dos siglos se desconocía la causa de la diabetes mellitus, aunque se sospechaba una velada relación con el páncreas. A principios del XX se pensaba que debía producirse por deficiencias de una hormona dedicada al metabolismo de los carbohidratos, sin cuyo control, la glucosa se expulsaba por la orina. Estrechando el cerco algunos sugirieron que debía producirse en una parte del páncreas, los Islotes de Langerhans. De ahí que cuando finalmente se descubrió se llamase insulina. Por fin, la sustancia fue aislada por primera vez en 1921 por el médico canadiense Frederick Grant Banting y su ayudante Charles Herbert Best, mediante la obstrucción de los conductos pancreáticos de animales de laboratorio. El hallazgo llevó a Banting a recibir el premio Nobel de Medicina dos años después, junto con James Ri-



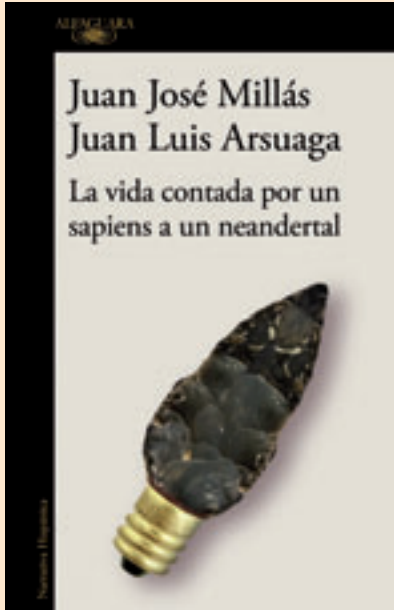
Charles Best (izquierda) y Frederick Banting.


chard Macleod. Best, que había realizado una aportación fundamental quedó excluido del premio, pero Banting compartió con él el importe del mismo. 

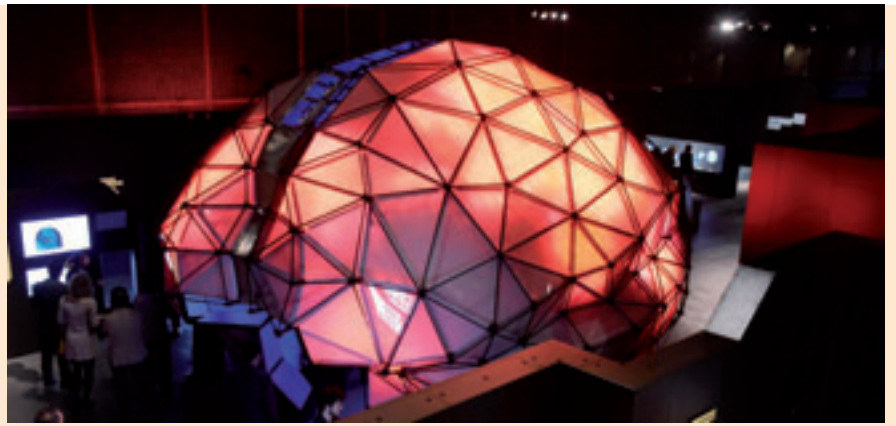
## LIBROS

**La vida contada por un sapiens a un neandertal**

Juan José Millás  
y Juan Luis Arsuaga  
Editorial Alfaguara  
Madrid, 2020



Historia y literatura, crónicas y humor, ciencia y enseñanza sin condescendencia. Este viaje, fruto de la colaboración de dos personajes tan distintos ha sido, en palabras de los propios autores, el inicio de un nuevo género. La prosa viene del periodista Juan José Millás, que no en vano fue hijo de un inventor valenciano. La ciencia, que no la magia, procede de Arsuaga, paleoantropólogo encargado de satisfacer los deseos de Millás, eterno curioso que decía venir de visitar a los abuelos cuando pisó Atapuerca. La vida contada por un sapiens a un neandertal resume como pocos la historia de nuestra especie en boca del sabio, que a ojos del neandertal (al menos así se define a sí mismo Millás), no es otro que Arsuaga. Juntos visitan lugares comunes del hoy, museos decimonónicos, sex shops, y lugares del pasado que aún nos pertenecen, como el *Valle secreto de los neandertales*. Todo para explicar por qué la humanidad es como es, y por qué para estudiar la prehistoria no hace falta visitar una cueva. Basta con alzar la vista y observar cómo el pasado permea el presente de los sapiens. 




## EXPOSICIÓN

**Talking Brains: ese enorme trozo de materia gris parlante**

Del 22 de abril al 14 de agosto de 2021. De 10:00 a 20:00 horas

**Caixaforum Zaragoza**

Avda. de José Anselmo Clavé, 4, 50004 Zaragoza

“Bajo la diversidad de las 7.000 lenguas que existen en el mundo, se esconde una facultad compartida por los seres humanos: el lenguaje”. Así se anuncia la nueva exposición de CaixaForum Zaragoza, Talking Brains, un viaje a la base biológica del cerebro humano, cuna y origen de todas y cada una de esas 7.000 lenguas. Esta exposición cuenta con la visión de paleoantropólogos, neurólogos, psicólogos, neurolingüistas y expertos en computación, perfiles muy diversos dada la complejidad de estudiar algo tan natural como el habla. Talking Brains profundiza en la capacidad del lenguaje, única del ser humano, con todas sus posibilidades y riquezas. También trata de mostrar los conocimientos que por ahora se tienen sobre las conexiones cerebrales, que permitieron el desarrollo de esta facultad humana en el pasado. ¿Cuándo aprendimos a hablar y cómo lo hacemos? Talking Brains repasa todos los aspectos relacionados con lenguaje y cerebro, desde el aprendizaje del mismo en el útero hasta cómo se tratan las patologías cerebrales gracias a la medicina. Mediante realidad virtual y encefalografías los visitantes pueden observar cómo funciona su propio cerebro, algo que quizás les ayude a comprender, de primera mano, la complejidad de ese enorme trozo de materia gris parlante. 

## Un ‘baby boom’ de galaxias

Hace 6.000 millones de años, la tasa de natalidad estelar de una treintena de galaxias enanas alejadas entre sí por hasta 13 millones de años luz se vio ralentizada de manera simultánea. Tres mil millones de años después, las 36 galaxias experimentaron un *baby boom* que llevó al nacimiento de nuevas estrellas. Teóricamente, las galaxias separadas por más de un millón de años luz se desarrollan de manera totalmente independiente en cuanto al nacimiento y desarrollo de estrellas, un proceso muy importante a la hora de estudiar la evolución de las galaxias. Un aumento en la tasa de natalidad estelar suele deberse a eventos como un choque entre galaxias; y una disminución o ralentización, por el contrario, suele asociarse a una

pérdida de gases en la galaxia, lo cual impide que se formen estrellas. Lo que hasta ahora se desconocía era que podría existir algún mecanismo que afecte a gran escala a diferentes galaxias alejadas por millones de años luz: "Parece que estas galaxias están respondiendo a un cambio a gran escala en su entorno de la misma manera que una buena economía puede estimular que se produzca un baby boom", comenta Charlotte Olsen, miembro del Departamento de Física y Astronomía de la Universidad New Brunswick (Nueva Jersey) y autora principal del estudio, que encontró la relación entre estas 36 galaxias. En el futuro, su hallazgo podría ayudar a comprender si este efecto ha sido algo puntual o cual no y, lo más importante, a qué naturaleza obedece esta conexión a distancia. 

## EN RED



### Catástrofe ultravioleta, un podcast divulgativo

Se conoce por *catástrofe ultravioleta* una fallida teoría producida al aplicar la física clásica para explicar un fenómeno electromagnético. La solución a la cuestión vino de la mano de Max Planck en 1900; momento considerado como el inicio de la mecánica cuántica. Un siglo después, dos divulgadores se sirven de esta pequeña anécdota para denominar su podcast, con el que pretenden comunicar más ciencia y no solo física cuántica: discusiones sobre tiempos geológicos, el estudio de la muerte y la percepción que los anima-

les tienen de la misma, viajes a la inhóspita tierra siberiana... Javier Peláez y Antonio Martínez Ron combinan el teatro y los guiones pautados con un poco de improvisación y mucho humor, y Javi Álvarez permea el relato con música experimental que trata de llevar al oyente al lugar y momento que los locutores evocan con su relato. Cada capítulo consta de una hora en la que tanto los divulgadores recopilan la experiencia de científicos y expertos, rememoran anécdotas propias y redescubren la actualidad científica siempre en un tono divulgativo y profundo a partes iguales.

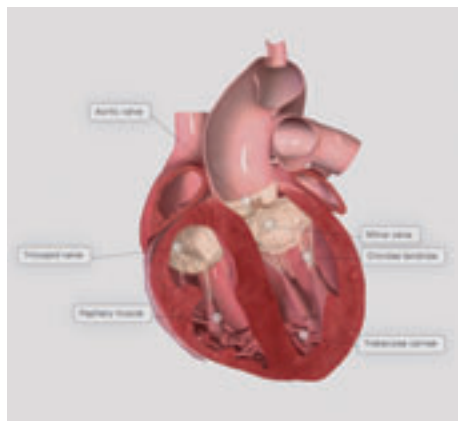
<http://catastrofeultravioleta.com/>

### El cuerpo humano en animaciones 3D

Contracciones musculares, actividad neuronal, enfermedades pulmonares... la biblioteca de Human Biodigital ofrece animaciones en 3D sobre multitud de procesos que ocurren en el cuerpo humano. Esta página, que seguramente haya acompañado a más de un estudiante de medicina en intermina-

bles noches de estudio, es una mina de oro para los curiosos. El usuario puede interactuar con lo que está observando, ya sea una parte del cuerpo a gran escala o a nivel molecular. Puede detener las animaciones, centrarse solamente en una de las partes que aparecen, bloquear y esconder las partes de la animación que no le interesan y, utilizando el cursor, observar desde cualquier punto las células de la retina o el bombeo de un corazón, entre otras muchas posibilidades. Todas las animaciones incluyen explicaciones sobre los tejidos, su comportamiento y las patologías relacionadas con esa zona. Las más actuales muestran cómo logra el coronavirus infectar el cuerpo utilizando la proteína S de sus espículas y cómo afecta al cuerpo humano y al sistema respiratorio la enfermedad pandémica.

<https://human.biodigital.com/explore>



## REDES SOCIALES



#### DotCSV

Canal de divulgación del ingeniero informático Carlos Santana donde profundiza en todo aquello relacionado con inteligencia artificial, nuevas tecnologías y el mundo digital en general.



#### La Agencia Espacial Europea

En su perfil, la Agencia Espacial Europea (ESA por sus siglas en inglés) publica imágenes de todo tipo relacionadas con el espacio: planetas, galaxias, la vida de los astronautas en la Estación Espacial Internacional (incluidas entrevistas con sus habitantes e información de cómo llegar a ser uno de ellos) en la misma y comentarios sobre el cosmos.



#### @agencia\_sinc

Una fuente rigurosa de noticias de actualidad científica de todo tipo y reportajes en profundidad, así como entrevistas a expertos y efemérides científicas. SINC da a conocer en su cuenta de Twitter todos los contenidos que publica en su web.



#### @science

Science by Guff es una cuenta dedicada en exclusiva a la difusión de curiosidades y anécdotas científicas, con especial interés en seres vivos y especies curiosas. Incluye experimentos y vídeos.



#### @sciencewithana

Ana Laura ofrece contenidos curiosos sobre temas como la exploración espacial, misiones a Marte, ADN y bacterias... más de dos millones de personas siguen la cuenta de esta ingeniera química que trata siempre de motivar la vocación científica en las mujeres.



## El Pórtico de la Gloria: restauración, historia y ciencia

*La lógica te llevará desde A hasta B.  
La imaginación te llevará a todas partes.  
(Albert Einstein)*

La Conferencia Metal Soaps in Art (Amsterdam, 2016) congregó a restauradores, científicos e historiadores para encontrar soluciones a un problema compartido: la formación de jabones metálicos en los óleos que emplearon los grandes maestros a lo largo de los siglos. Aquel encuentro en el Rijksmuseum reunió a los autores de este texto. Cinco años después, y *alla manera del Pirandello*, la restauradora, vuelve a enlazarse a aquellos químicos y al historiador, a la búsqueda del autor del Pórtico de la Gloria. Su objetivo es cultivar y facilitar una conversación crítica que desvelará vínculos entre la compleja conservación del óleo sobre el granito del Pórtico jacobeo, su fundamento científico y los significados de la obra de Mateo como parte del acervo cultural de la Humanidad.

**Texto:** José Antonio Rodríguez Cheda, catedrático emérito, y Francisco Javier Martínez-Casado, doctor en Ciencias Químicas en la UCM. Elena Aguado-Guardiola, profesora ESCYRA. Investigadora A. W. Mellon para el Pórtico de la Gloria. Contacto: eaguado@escyra.es. Francisco Prado-Vilar, investigador principal del Programa A. W. Mellon para el Pórtico de la Gloria (Real Colegio Complutense de Harvard).

Los peregrinos que llegaban a Compostela en los albores del siglo XIII y contemplaban la catedral desde una de las colinas adyacentes podían percibir los destellos de luz de diversas inflexiones cromáticas que irradiaban de su nártex occidental. Este espacio, que permaneció abierto permanentemente hasta el siglo XVI, y que conocemos hoy como el Pórtico de la Gloria, contenía uno de los conjuntos escultóricos más impactantes de toda la Edad Media. La multitud de figuras naturalistas dispuestas en una escenografía interactiva envolvente inducían al espectador a sentir el *pathos* y la emoción del encuentro con la vida que existe en otra esfera temporal y ontológica, con personajes que se materializan para transportarnos, en un abrir y cerrar de ojos (*in ictu oculi*), a ese drama de transformaciones cósmicas que ocurrirá al final de los tiempos.

Un papel fundamental en la consecución de estos efectos lo jugaba la epidermis pictórica que cubría todo el conjunto, realizada al óleo utilizando una profusión de materiales de gran suntuosidad, como el lapislázuli y el pan de oro. La interac-

ción del sol, en sus variables cadencias lumínicas a lo largo del día y en diferentes condiciones atmosféricas, con esta pantalla de color, convertía el Pórtico en un espacio para la inducción de experiencias visionarias. El maestro Mateo consiguió así crear un espacio construido que evocaba los efectos de la arquitectura imaginada de los textos bíblicos.

Uno de los mayores desafíos a los que se enfrenta la conservación de esa epidermis al óleo y que es común a la conservación de la pintura al aceite sobre un lienzo, una tabla, una lámina metálica o un muro, es la formación de sales de neoformación (o productos de reacción), tanto orgánicas como inorgánicas, en el interior de la película pictórica, en su superficie e incluso entre la capa de óleo y el sustrato sobre el que se aplicó. Esa formación de sales solubles (epsomita, sulfato de calcio, etc.), o disruptivas e insolubles (cloruros de plomo, oxalatos de calcio y carboxilatos metálicos), afecta a sus valores estéticos y a su durabilidad, porque repercute en propiedades fundamentales, como su cohesión, su adhesión al soporte, su color, su transparencia, su





## El profeta Daniel

Detalle del momento en el que la restauradora mide *in situ* el pH y la conductividad de la superficie del Pórtico de la Gloria, utilizando hidrogeles de agarosa y pHmetros y conductivímetros de sensor plano. El dato de la relativa acidez y salinidad de las obras de arte es fundamental para poder diseñar estrategias de limpieza con sustancias tan sostenibles como las soluciones acuosas. Para ello, la restauradora acostumbra a preparar soluciones acuosas *ad hoc*, tamponadas y/o ajustadas, con adición de surfactantes, enzimas, espesantes, quelantes o incluso emulsionadas dentro de una fase apolar, para controlar el contacto de la fase acuosa con superficies artísticas que manifiesten sensibilidad al agua.

flexibilidad, su pH, su conductividad y su solubilidad.

El secado y envejecimiento del óleo sobre la piedra se atribuye a distintas reacciones que pueden ser simultáneas. Una de ellas explica la creación de una red tridimensional por enlazamiento de las cadenas alquílicas de los triglicéridos del aceite, a través de dobles enlaces en ácidos grasos insaturados que se abren. Este proceso puede estar catalizado por iones de las sales metálicas procedentes no solo de los pigmentos (como carbonatos básicos de plomo o cobre, u óxidos de plomo o zinc), que el pintor aglutinaba con el aceite, sino también del substrato (por ejemplo, de la piedra esculpida, de una plancha metálica o de los minerales empleados en la preparación de lienzos y tablas), del polvo o de otros contaminantes que se depositan sobre el óleo con el paso del tiempo. Así mismo, el humo de las velas que cubre las superficies pintadas del Pórtico puede suponer un aporte de ácidos orgánicos (la combustión de la cera en las iglesias puede liberar cantidades importantes de ácido palmítico, por ejemplo). Simultáneamente tienen lugar otras reacciones, como la de hidrólisis de los triglicéridos, dando como productos glicerina (propano triol), si la hidrólisis es total, y ácidos orgánicos. Otra reacción característica del secado del óleo tiene lugar cuando los ácidos procedentes de la hidrólisis de los triglicéridos, en presencia de humedad ambiental, reaccionan con los cationes metálicos de algunos pigmentos (como carbonatos básicos de plomo o cobre u óxidos de plomo o zinc) dando lugar a la precipitación de sales

orgánicas (saponificación), alcanosatos que tienden a agregarse formando *clusters*. Recientemente, IUPAC, a través de especialistas en estos compuestos, admite que son polímeros de coordinación (PC) o redes metal-orgánicas (MOF) de una, dos o tres dimensiones.

Desde el Departamento de Química Física de la Universidad Complutense de Madrid se vienen estudiando estos materiales (como sustancias puras y mezclas sal-sal o sal-ácido) y hoy se sabe que la mayoría de los alcanosatos metálicos (Pb, Cu, Tl, etcétera) puros pasan de estar en fase líquida a fase cristalina al bajar la temperatura, pasando por cristal líquido. También se sabe que algunos de ellos presentan transparencia incluso a temperatura ambiente, debido a la formación de estados vítreos, isótropos a la luz polarizada. La diferente naturaleza de cada fase hace imprescindible el uso de una gran variedad de técnicas experimentales para su correcta caracterización. La calorimetría, la difracción, la espectroscopia, la cromatografía o la microscopía son las más comunes y proporcionan información sobre la composición, el comportamiento térmico, la estructura cristalina, la coordinación, la conformación de la cadena alquílica, las propiedades ópticas, etc. Sin embargo, son necesarias otras técnicas para describir la estructura de las fases fluidas, como los estados de cristal líquido, líquido o vidrio, como el análisis de PDF (*pair distribution function*) y el XAS (espectroscopia de absorción de rayos-X).

La química de la pintura al óleo es en gran parte desconocida y de ahí el

que el restaurador deba afrontar los problemas derivados de la formación de neocompuestos en estos sistemas complejos abiertos sin conocer bien su fundamento científico, pese a que sabe que pueden dar lugar a una inusitada sensibilidad al agua del óleo, a la aparición de costras opacas e insolubles sobre la pintura, a la formación de protrusiones líquidas o cristalinas (que deforman y quiebran los óleos, desprendiéndolos del soporte) y a la transparencia de determinados trazos *de acabado* con los que el artista quiso ocultar el dibujo preparatorio o cambios de composición (arrepentimientos). Estos problemas conservativos tienen un impacto dramático no solo en aspectos materiales del óleo sino también en su entidad estética e histórica y, por lo tanto, en sus significados como obra de arte; de ahí la importancia de la colaboración entre la restauración, la ciencia y la historia para conseguir comprenderla e incluso prevenir su degradación en el corto, medio o largo plazo.

Los autores ponen ahora en pausa su búsqueda del maestro Mateo, el *sapiens architectus* que reza a los pies de su gran obra, arrodillado con su mano en el corazón, *in corde*, el locus donde en la Edad Media se creía que estaba la facultad creativa que permitía el diseño. Junto a él guardan silencio; un silencio sonoro de músicas calladas, de coros celestiales en piedra pintada, de ciencia y de arte conservado para todos.

### BIBLIOGRAFÍA

- Aguado-Guardiola, E. (2017). *Estudio del rol de los agregados minerales en la formación, envejecimiento y conservación de películas pictóricas al óleo* (Tesis doctoral, U. Politècnica de València).
- Martínez-Casado, F. J., Rodríguez-Cheda, J. A., Ramos-Riesco, M., Redondo-Yélamos, M. I., et al. (2019). *Physicochemistry of Pure Lead (II) Soaps: Crystal Structures, Solid and Liquid Mesophases, and Glass Phases—Crystallographic, Calorimetric, and Pair Distribution Function Analysis*. In *Metal Soaps in Art* (pp. 227-239). Springer, Cham.
- Prado-Vilar, F. (ed.). (2020). *El Pórtico de la Gloria: Arquitectura, materia y visión/The Portal of Glory: Architecture, Matter, and Vision*. Editorial Fundación General de la Universidad Complutense, en colaboración con la Fundación A. W. Mellon y la Fundación Catedral de Santiago. Madrid.

# agenda



## 48th IUPAC World Chemistry Congress

(Se realizará de forma virtual).  
Del 13 al 20 de agosto de 2021.  
Chemical Institute of Canada.  
<https://www.cheminst.ca/conference/ccce2021/program/>

## 13th Spanish-Italian Symposium on Organic Chemistry (SISOC-XIII)

Del 5 al 7 de septiembre de 2021.  
Tarragona.  
<http://sisoc2020.com/>

## Smart Chemistry Smart Future

Del 14 al 17 septiembre de 2021.  
Fira de Barcelona – Recinto Gran Vía.  
Av. Joan Carles I, 64.  
L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona.  
<http://www.smartchemistry.net/home>



## Expoquimia 2021

Del 14 al 17 septiembre de 2021.  
Fira de Barcelona – Recinto Gran Vía.  
Av. Joan Carles I, 64.  
L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona.  
<http://www.expoquimia.com>

## Eurosurf 2021

Del 14 al 17 septiembre de 2021.  
Fira de Barcelona – Recinto Gran Vía.  
Av. Joan Carles I, 64.  
L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona.  
<http://www.eurosurf.com>

## Equiplast 2021

Del 14 al 17 septiembre de 2021.  
Fira de Barcelona – Recinto Gran Vía.  
Av. Joan Carles I, 64.  
L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona.  
<http://www.equiplast.com>



## X Congreso Nacional de la Distribución Química (X CNDQ)

Del 14 al 17 de septiembre de 2021.  
Asociación Española del Comercio Químico.  
[https://www.congresoaecq.es/AECQ\\_NotaPrensa\\_Sept2021.pdf](https://www.congresoaecq.es/AECQ_NotaPrensa_Sept2021.pdf)



## Smagua 2021

Del 19 al 21 de octubre de 2021.  
Feria de Zaragoza.  
<https://www.feriazaragoza.com/smagua-2021/communication/newsletters/20191217-smagua-2021-release>

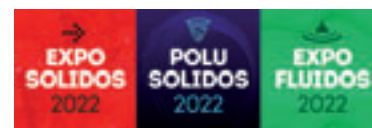
## Paint & Coating

16 y 17 de noviembre de 2021.  
Fira de Barcelona.  
<https://www.paint-coatings.es/>



## Genera

Del 16 al 18 de noviembre de 2021.  
Recinto ferial IFEMA Madrid.  
<https://www.ifema.es/genera>



## Exposólidos 2022

Del 1 al 3 de febrero de 2022.  
Barcelona.  
<https://exposolidos.com/>

## Expofluidos 2022

Del 1 al 3 de febrero de 2022.  
Barcelona.  
<https://expofluidos.com/>

## Polusólidos 2022

Del 1 al 3 de febrero de 2022.  
Barcelona.  
<https://polusolidos.com/>

## FILTECH 2022

Del 8 al 10 de marzo de 2022.  
Koeln Messe GmbH.  
Messeplatz 1, Colonia (Alemania).  
<https://filtech.de/>



## 8th EuChemS Chemistry Congress (ECC8)

Del 28 de agosto al 1 de septiembre de 2022.  
Lisboa (Portugal).  
<http://www.euchems2020.org/>

## IX World Congress on Particle Technology (WCPT09)

Del 18 al 22 de septiembre de 2022.  
Madrid.  
<https://anque.es/>

# SUMA PIEZAS

y construye tu aprendizaje.

UN PROYECTO SUSTENTADO EN EL APRENDIZAJE  
COMPETENCIAL Y EN EL DESARROLLO DE COMPROMISOS  
DEL ALUMNADO CON LA REALIDAD DE SU TIEMPO.

## ANAYA

### FÍSICA Y QUÍMICA

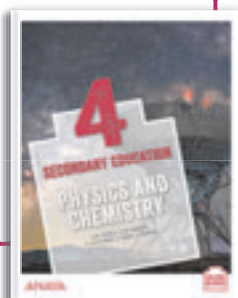
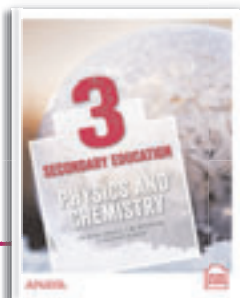
ESO



BACHILLERATO



BILINGÜISMO

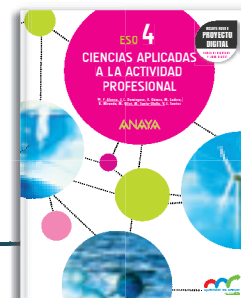


### Y ADEMÁS...

CULTURA CIENTÍFICA



CIENCIAS APLICADAS  
A LA ACTIVIDAD PROFESIONAL



Para el alumnado  
Libro del alumnado

Para el profesorado

Propuesta didáctica  
Recursos para el profesorado  
(disponibles en la web)

INCLUYE  
**PROYECTO  
DIGITAL**

BANCO DE RECURSOS  
Y LIBRO DIGITAL

Descubre más en:

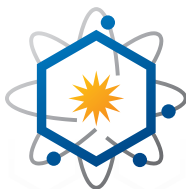


**Hablamosededucación**

[www.hablamosededucacion.es](http://www.hablamosededucacion.es)



Colegio Oficial de  
**Químicos**  
de Madrid



Asociación de  
**Químicos**  
de Madrid

Agrupan a todos los titulados universitarios superiores dedicados a la ciencia y tecnología químicas.

Consulta más información en  
[www.quimicosmadrid.org](http://www.quimicosmadrid.org)

Lagasca 27, 1.º E, 28001 Madrid



## TE OFRECE

### servicios, infraestructuras, actos sociales, etc.

#### SERVICIOS

- Agencia de colocación.
- Conferencias y seminarios.
- Formación continua.
- Revista *Enlace*.
- Programa Químicos Emprendedores.
- Correo electrónico corporativo.
- Asesoría fiscal.
- Asesoría laboral.
- Elaboración de informes.
- Premios profesionales.
- Descuentos preferentes.
- Hermandad de Químicos (Grupo hna).
- Visados.
- Compulsado y certificados.
- Certificaciones.
- Secciones técnicas.
- Olimpiadas de Química.
- Servicio de biblioteca.
- Ventajas fiscales.
- Apoyo y representación social.
- Representación en Anque y Consejo General.

#### INFRAESTRUCTURAS

- Domicilio social.
- Sala de reuniones.
- Sala de conferencias.

#### ACTOS SOCIALES Y COMUNICACIÓN

- Acto anual de san Alberto.
- Premios, menciones especiales.



ES

### el colectivo que profesionalmente mejor

- Te **apoya** y **promociona**.
- Te **facilita** los contactos y medios requeridos.
- **Respet**a tu libertad profesional (\*).
- Te **ofrece** servicios adecuados para el ejercicio profesional.
- **Defiende** tus derechos.
- Te **ayuda** a tu integración profesional.
- Cuota deducible en la declaración de la renta.

(\* Aunque la colegiación es una exigencia legal obligatoria para ejercer la profesión (Art. 3.2, de la Ley 2/1974, de 13 de febrero, de Colegios Profesionales) en todos los campos de actividad (enseñanza, industria, autónomos, etc.).



## TE APORTA

### de los profesionales en la química como tú

- Su **confianza** y solidaria responsabilidad.
- **Potenciar** las relaciones interprofesionales en todos los campos.
- **Contribuir** a la mejora de la percepción social de la Química.