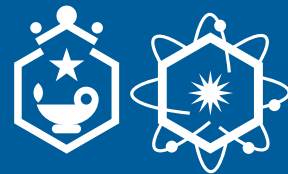




# enlace

de los químicos de Madrid

REVISTA DEL COLEGIO Y ASOCIACIÓN DE QUÍMICOS DE MADRID




N.º 42 | JUNIO 2018

## REACH

### Europa busca una química más saludable

Entrevista a Carlos Duarte:  
“Los propios animales pueden hacernos de guías  
para comprender el océano tal como ellos  
lo perciben y utilizan”

Química y cine: las enseñanzas de *Breaking Bad*



**La mejor energía  
obtiene el máximo  
rendimiento  
con los menores  
recursos**

**Como la que desarrollamos en el Centro de Tecnología Repsol,  
un centro a la vanguardia de la investigación en Europa donde  
ponemos todo el talento de nuestros científicos al  
servicio de la eficiencia y la sostenibilidad energética.  
Porque en Repsol estamos comprometidos  
con crear una energía más eficiente.**

Conoce todo sobre la energía de Repsol en  
[mejoremoslaenergia.com](http://mejoremoslaenergia.com)



**REPSOL**

*Inventemos el futuro*

# Ante el décimo aniversario del Reglamento REACH



Volvemos un año más con la revista *Enlace* renovada, con la ilusión de que os resulte atractiva y os lleve información sobre aspectos de la química que pueda ser de interés para el desarrollo de la profesión y, al tiempo, algo de entretenimiento.

Estamos ya fuera del tiempo establecido por el reglamento REACH para el registro de productos químicos de uso general en la industria, en nuestros hogares y, en general, cualquier sustancia que se maneje por encima de una tonelada por año ha de estar autorizado. El reglamento REACH ha sido un esfuerzo de la industria y comercio comunitario para defender de los impactos de estos productos la salud humana y el medio ambiente. Su vocación es que sea asumido y aplicado por el resto de los países desarrollados y esto se puede hacer posible al ser la Unión Europea el mayor importador y exportador de productos químicos del mundo, por lo que todos los países que quieran comerciar con cualquier estado de la Unión Europea tendrán que cumplir esta reglamentación o tendrán serias dificultades para introducir sus productos en Europa.

La European Chemicals Agency, ECHA, fue creada en el año 2007 y se estableció en Helsinki; tiene más de 500 empleados y fue la encargada de poner en marcha el reglamento y ayudar a la industria a cumplirlo. Hoy día esta institución comunitaria es ya la principal autoridad reguladora del mundo sobre el uso seguro de las sustancias químicas, de las que ya hay más de 6.000 registradas. Y el procedimiento afectará en un futuro próximo a las sustancias producidas en cantidades inferiores a una tonelada.

La ECHA ha gestionado, desde su creación, más de cinco millones de notificaciones sobre clasificación y etiquetado referidas a más de 100.000 sustancias,

es decir, Europa esta realizando una gestión de los productos químicos con el objetivo de impedir que causen impacto tanto en la salud humana como en el medio ambiente. El impacto de REACH supone un hito en la historia de la química industrial y por eso hemos creído adecuado dedicarle el tema central de este número, el amplio panorama que ofrece la sección El núcleo.

«La European Chemicals Agency es ya la principal autoridad reguladora del mundo sobre el uso seguro de las sustancias químicas.»»

Se incluye también un artículo en el que se informa sobre el Congreso Mundial de Ingeniería Química, celebrado en Barcelona entre los días 1 a 5 de octubre del año pasado, paralelamente a la celebración de la EXPOQUIMIA. El Congreso ha sido, objetivamente, un éxito pues es el que ha tenido más participantes, hasta el momento, con más de 3.300 delegados registrados.

La organización de Congresos es una actividad en la que ANQUE obtiene una financiación importante, además de ser clave para dar a conocer la investigación española en el exterior, dando muestra, además, de su capacidad de gestión en

la realización de los Congresos; es de alguna manera una forma de exportar la marca España. En el artículo que se incluye, se aportan los datos que avalan la importancia del Congreso y se describen las principales actividades llevadas a cabo. Cabe decir que la organización del mismo se ha realizado con una alta profesionalidad.

También entrevistamos a Carlos Duarte, un oceanógrafo español con un alto prestigio en todo el mundo. Profesor de investigación del CSIC, ha participado en un gran número de proyectos nacionales e internacionales, lo que ha hecho que sea conocido y reconocido por su labor científica. Entre sus proezas más notables se encuentra el haber dirigido, entre los años 2005 y 2010, el proyecto Malaespina, circunnavegando el planeta para analizar los impactos del cambio global en el mar. Actualmente, Duarte es director de un centro de investigación de Arabia Saudita. Allí ha coordinado un esfuerzo mundial por el desarrollo de nuevos sensores que serán implantados de forma indolora y sencilla en miles de habitantes del mar para multiplicar la información actual sobre los océanos.

Podéis encontrar además noticias del mundo de la química, de la industria química y, en general, de datos y reuniones relacionadas con nuestra disciplina que os darán una visión de las actividades de nuestros colegas y de la industria, así como de la investigación relacionada.

Hasta el próximo número que esperamos que sea pronto, dependiendo de las posibilidades económicas que tengamos en los próximos meses. Saludos cordiales para todos nuestros asociados y colegiados.

Valentín González, presidente de la Asociación de Químicos de Madrid



# índice

## 3 presentación

## 5 el núcleo

REACH: Europa busca una química más saludable. El reglamento que regula las sustancias químicas y sus usos en la Unión Europea cumple diez años

## 13 entrevista

Carlos Duarte, oceanógrafo español

“Los propios animales pueden hacernos de guías para comprender el océano tal como ellos lo perciben y utilizan”

## 16 sociedad Q

Química y cine: las enseñanzas de *Breaking Bad*

## 18 educación Q

XXXI Olimpiada Nacional de Química: oro en motivación, excelencia y vocación

## 20 industria Q

Un año de bonanza que culmina una década de crecimiento

## 22 materia

Barcelona, capital de la ingeniería química

## 26 noticias

## 30 iones

## 33 arte Q

Representación de caras de personas por composición de imágenes diversas

## 34 agenda



**Ilustre  
Colegio Oficial  
de Químicos  
de Madrid**



**Asociación  
de Químicos  
de Madrid**

### Enlace

Número 42. Junio 2018

**Edita:** Ilustre Colegio Oficial de Químicos de Madrid y Asociación de 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  
Félix García-Ochoa Soria  
Emilio Gómez Castro  
Valentín González García  
Antonio Gutiérrez Maroto  
Donato Herrera Muñoz  
Belén Monercillo Delgado

**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

REACH es el reglamento que regula la relación de la industria y las autoridades europeas con las sustancias químicas en todo su ciclo de vida, desde que son fabricadas o importadas hasta que llegan a los consumidores. Es una vida amplia y numerosa: se aplica tanto a las sustancias en procesos industriales como a las presentes en objetos cotidianos: en detergentes, pinturas, ropa, muebles, electrodomésticos, etc. es decir, a la mayoría de las sustancias que componen la vida diaria de los europeos y a muchísimas empresas de casi todos los sectores. REACH se basa en el principio fundamental *No data, no market*: si las empresas no registran las sustancias que ponen en el mercado y garantizan que sus usos son seguros, no pueden comercializarlas, lo que ha supuesto un hito en regulación ambiental. Cuando concluya la última fase de registro, REACH habrá creado la mayor base de datos de sustancias químicas del mundo e influido en las legislaciones de otros países. En su décimo aniversario, examinamos si está cumpliendo el objetivo para el que nació: proteger la salud y el medio ambiente.

El reglamento que regula las sustancias químicas y sus usos en la Unión Europea celebra sus diez años

## La biblioteca de la química

Eugenia Angulo, periodista científica

Dicen los historiadores que la memoria de las ciudades se guarda en las hemerotecas y en los vertederos. Esta historia, en parte, tiene que ver con los dos. Las hemerotecas dicen que el 13 de diciembre de 2006 el Parlamento aprobó en Bruselas uno de los reglamentos más complejos y ambiciosos de toda la legislación europea: el reglamento REACH (siglas en inglés de registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias químicas). En él confluyen dos mundos que utilizan el lenguaje de una forma aproximada: el derecho y la química, dos palabras capaces de echar para atrás al lector más atrevido. Pero no pierdan la fe. El reglamento regula la relación de la industria, las autoridades y los consumidores con las sustancias químicas que componen la vida cotidiana de los europeos: desde pinturas hasta detergentes, de ropa a muebles, en ordenadores, neveras, juguetes, biberones, envases de plástico, etc. La vida europea del siglo XXI es rica en utensilios.

En esta historia, la idea de los vertederos puede contemplarse de una forma amplia: incluye los vertederos en sí, desde luego, pero también las plantas de tratamiento de residuos, los centros de reciclaje, los ríos, los océanos y hasta la san-

gre que circula por el cuerpo de los europeos y la orina que diariamente expulsan. Porque, en definitiva, esta es la historia de la vida de las sustancias desde que se fabrican o importan, mientras desempeñan su vida útil, y hasta que mueren en



Sede de la European Chemical Agency (ECHA), en Helsinki.

algunos de los vertederos descritos. REACH planteaba que, en todo este camino, las sustancias dejen el rastro más inocuo posible para las personas y el medio ambiente. Por supuesto, muchas de ellas son de naturaleza inofensiva; otras, no tanto.

La Unión Europea asumía así el compromiso fijado por la ONU en su Horizonte 2020 de disponer de información sobre todos los productos químicos para que se sustituyan los más peligrosos por aquellos que no perjudiquen la salud ni el medio ambiente para el año clave de 2020. Según sus datos, si no se evita a tiempo en 2050 flotarán más plásticos que peces nadan en nuestros valiosísimos océanos.

El objetivo requería un paso imprescindible: el conocimiento. REACH obligó, por primera vez, a la poderosa industria química europea a registrar todas las sustancias químicas que había utilizado hasta entonces —se hablaba de unas 30.000, de las que solo se habían estudiado los efectos de unas decenas—, tanto las que se fabricaban en suelo europeo como las importadas. Para vigilar el proceso se creaba la Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (ECHA, por su acrónimo en inglés) que además de ser el centro de registro, tendría la capacidad de evaluar, autorizar y restringir algunos de los usos de estas sustancias junto a la Comisión y los Estados miembros.

Finalizaba así un trasiego legal que comenzaba cinco años antes con la publicación en 2001 del Libro Blanco *Estrategia para la futura política en materia de sustancias y preparados químicos* y una ingente cantidad de borradores que, entre la Comisión Europea, el Consejo, el Parlamento —a través de su Comisión de Medio Ambiente, Salud Pública y Seguridad Alimentaria— y los Estados miembros rebotaban desconcertados. Un viaje complejo —no en vano el reglamento trataba de aunar las más de 40 legislaciones distintas sobre sustancias químicas— y arduo. En palabras de la entonces Comisaria Europea de Medio Ambiente, Margot Wallström, “la presión política a la que se ha tenido que enfrentar la Administración europea con ocasión del reglamento REACH ha sido mucho más intensa que la conocida ante cualquier otra propuesta legislativa presentada por la Comisión desde 1999”.

Imaginen el reglamento como un hilo delicado del que tiraban, por un extremo, la industria química que auguraba

## ¿Qué es REACH?

REACH es el reglamento relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos y afecta a la comercialización de las sustancias aisladas, a las mezclas y a las utilizadas en los productos. Se exceptúan, parcial o completamente las que ya están reguladas por otras normativas, como los medicamentos y las radiactivas.

Su objetivo es garantizar que la industria se haga responsable de gestionar los riesgos que puedan plantear para la salud y el medio ambiente y transmitir a los usuarios en la cadena de suministro información adecuada en materia de seguridad.

Para cumplir con estos objetivos el Reglamento REACH contempla los siguientes procesos:

- Registro: deben registrarse todas las sustancias fabricadas o importadas en cantidad igual o superior a 1 tonelada anual antes del 31 de mayo de 2018. Respecto a las llamadas sustancias de alta preocupación (SVHC, por sus siglas en inglés) que pueden desprenderse de los productos, las empresas deben informar si su concentración es superior al 0,1% en peso y la cantidad total puesta en el mercado es superior a un tonelaje. Para registrar una sustancia, las empresas

una pérdida de empleos sin precedentes y la ruina económica, y, por el otro, las organizaciones ecologistas que pedían un control mucho más estricto teniendo en cuenta el desconocimiento que había sobre la mayor parte de ellas. Los sindicatos tenían una posición ambigua: defender los puestos de trabajo del sector químico, pero también proteger su salud al ser los primeros expuestos a las sustancias que fabrican y manipulan. La propia Wallström fue protagonista de una extraña rueda de prensa en la que presentó los resultados de un análisis de su sangre que mostraba la presencia de 28 sustancias tóxicas, entre

ellas el famoso DDT, prohibido en Europa desde 1983; lo que hablaba de uno de los motivos de preocupación frente algunas sustancias: su persistencia. Por supuesto, el análisis también mostraba su determinación de conseguir aprobar el reglamento que pondría coto al libre trasiego de sustancias químicas por Europa.

El texto final dejó un sabor agríndice y se aprobó con los votos en contra de Los Verdes e Izquierda Unitaria Europea. De las 1.400 sustancias que habían sido identificadas como peligrosas en el Libro Blanco y que el Parlamento había aprobado su sustitución obligatoria, se decidió que cada uso se estudiaría de forma individual y se limitó el ámbito de aplicación de REACH a las sustancias puestas en el mercado —vía fabricación o importación— en cantidad superior a la tonelada anual. Las organizaciones ecologistas reprocharon a la Comisión que al final se hubiera doblegado a la presión del lobby de la industria y de algunos Gobiernos aprobando una versión dulcificada mientras la industria alertaba sobre los costes que el proceso de registro tendría para sus negocios. En ese momento, las grandes empresas químicas europeas movían 440.000 millones de euros y 1,3 millones de empleos.


A pesar de las dificultades, el reglamento entró en vigor el 1 de junio de 2007 y la ECHA comenzó a operar desde su sede en Helsinki. Diez años después, cerca de 19.500 sustancias han sido registradas por más de 12.000 empresas



DEPOSITPHOTOS

La industria es la clave de REACH.

tienen que recopilar información sobre las propiedades y los usos de estas sustancias y establecer su clasificación y etiquetado y presentarlo en la ECHA.

- **Evaluación:** la ECHA examina la información de los expedientes de registro, evalúa los riesgos para la salud y el medio ambiente y examina las propuestas de ensayo para evitar pruebas innecesarias, especialmente en animales. Aunque la ECHA realiza las propuestas de ensayo y el control de conformidad, la evaluación la realizan los Estados miembros.
- **Autorización:** es obligatoria para las sustancias que suscitan particular preocupación: las SVHC. Esto permite garantizar que los riesgos que plantean estén convenientemente controlados y que se vayan sustituyendo por alternativas más seguras cuando sea económica y técnicamente viable. Las SVHC incluidas en la lista de sustancias sujetas a autorización tienen una fecha límite para su comercialización, a menos que se obtenga una autorización para un uso específico, o que el uso quede exento de autorización.
- **Restricción:** determinadas sustancias que supongan un riesgo inaceptable para la salud o el medio ambiente pueden ser prohibidas o limitado su uso. A largo plazo, las sustancias más peligrosas deberán sustituirse por otras de menor peligro. La restricción se aplica a cualquier sustancia, ya sea tal, en una mezcla o en un artículo, incluidos aquellas que no requieren registro. 

de la llamada zona económica europea (EEA) incluyendo a Noruega, Islandia y Liechtenstein. REACH se ha convertido en el modelo de referencia en regulación de sustancias químicas que copian economías como Corea, China, Turquía o Canadá mientras que Estados Unidos y Japón están en proceso de aprobación de reglamentos similares. Y la industria química, que hoy supone el 1,1% del PIB europeo, lo considera todo un éxito. Este mes de mayo ha terminado la última fase del registro, y la Unión Europea habrá conseguido la base de datos sobre sustancias químicas más importante del mundo.

Un último apunte sobre la envergadura del proyecto: hagamos un sencillo experimento. Basta con echar un vistazo por su casa. Admire o quizás deteste la pintura que colorea sus paredes, los envases que guardan la comida de ayer en la nevera, la tela que da forma al sofá, los biberones que alimentan a sus hijos, etc. Pase la mano sobre los libros que duermen en la estantería, recoja los juguetes que están desperdigados sobre la alfombra, intuya el olor que desprende el nuevo jersey...

Todas las sustancias —por sí mismas, en mezclas o contenidas en artículos de los que pueden desprenderse— tienen

un número de registro y, en algunos casos, un informe que alerta de sus riesgos. Sin ese número no pueden utilizarse ni ponerse en el mercado. Esta sencilla hilera de 18 cifras constituye, simplemente, un hito en el control de las sustancias químicas a nivel mundial.

### Los tres principios

Cuando Joaquín Nieto, director de la Oficina de la Organización Internacional del Trabajo en España, habla de la Europa que aprobó REACH, uno piensa en los Estados Unidos de la década de los sesenta. “Fue un momento muy especial, la época dorada de la Unión Europea como agente de protección ambiental y de la salud. Creo que REACH fue la legislación más ambiciosa en aquellas décadas gloriosas y, probablemente, una de las últimas. Europa hizo un ejercicio de responsabilidad que ha influido después en el mundo”. Nieto participó en las negociaciones como secretario de Medio Ambiente y Salud Laboral de Comisiones Obreras y considera que “REACH es de las cosas que he hecho en mi vida profesional de las que me siento más satisfecho”.

A grandes rasgos, el reglamento que según Nieto ahora se llamaría *disruptivo*, se basa en tres principios sobre los que, como los vértices de un triángulo, reposa el resto de la estructura. De la filosofía se encarga el principio de precaución: en caso de que una política o acción pudiera causar daños a las personas o al medio ambiente, y no existiera consenso científico al respecto, la política o acción en cuestión debería abandonarse. Aplicado a nuestro asunto, el principio otorga a la ECHA el poder de prohibir una sustancia, o alguno de sus usos, solo con que existan dudas, no certezas, sobre su seguridad. Así, en 2011, la UE prohibió el controvertido BPA (bisfenol A) en productos infantiles como biberones, tetinas, chupetes y juguetes, aunque de momento sigue presente en botellas de plástico, latas de conserva o vajillas.

Otra característica de REACH, su fuerza, reside en el principio *No data, no market*, sin información no hay acceso al mercado. Desde que entró en vigor, la industria química europea está obligada a registrar en la ECHA todas las sustancias químicas que pone en el mercado en cantidad superior a 1 tonelada al año, demostrar que son seguras y a transmitir esta información tanto a los usuarios intermedios como a los con-



Algunas sustancias fitosanitarias utilizadas en agricultura intensiva están siendo especialmente controvertidas.

sumidores —lo que se conoce como cadena de suministro— para poder comercializarlas.

“Antes de REACH, las autoridades tenían que investigar si una sustancia era segura o no. Ahora es al revés, la industria es la que tiene que confirmarnos que es segura para poder comercializarla. Es lo que se llama la inversión de la carga de la prueba, una de las mayores novedades que trajo REACH. La industria lo ha tomado muy responsablemente y dice que ha registrado todo lo que tenían que registrar”, explica Mercedes Viñas, jefa de la Unidad de Registro de la ECHA. Por su especial naturaleza, aclara, “medicamentos, cosméticos o sustancias radioactivas están exentos y cuentan con sus propios reglamentos”.

Hasta la fecha, 19.466 sustancias químicas se han registrado por parte de 12.249 empresas. El número total de registros es bastante superior, 75.313, lo que nos lleva al último vértice del triángulo en el que reside la parte más práctica de REACH, bajo el lema “una sustancia, un registro”. Un vistazo distraído puede sugerir que se trata de una mera formalidad. La realidad es que tiene gigantescas implicaciones para las empresas europeas, no solo del sector químico, sino también para toda la industria usuaria, pues obliga a todas aquellas empresas europeas que trabajen con la misma sustancia a enviar a la ECHA el dossier de registro de forma conjunta.

“Las empresas tienen que acordar las propiedades de las sustancias, es la parte que se envía de forma conjunta, pero luego cada empresa, en su registro individual, nos da información de la composición exacta porque, por ejemplo, algunas empresas tienen una impureza y otras no porque hacen la sustancia más pura. Cada empresa nos manda la composición específica y los usos específicos, eso forma parte del registro individual, y luego todas juntas envían las propiedades de la sustancia de forma conjunta”, explica Viñas.

Así, en el marco legal que describe Viñas, una pyme noruega tiene que hablar con una empresa del sur de Italia, un importador portugués y una multinacional alemana, por ejemplo, y acordar cosas tan complejas como confirmar de forma analítica y espectral que tratan con la misma sustancia, estudiar sus propiedades físico-químicas o toxicológicas, decidir qué clasificación necesita la sustancia, hacer una evaluación de riesgos de sus usos y compartir los gastos que

## Sustancias registradas con más frecuencia

|                       | Número de registros |
|-----------------------|---------------------|
| Etanol                | 557                 |
| Dihidróxido de calcio | 545                 |
| Óxido de etileno      | 454                 |
| Hierro                | 432                 |
| Aluminio              | 318                 |
| Sulfato de calcio     | 313                 |
| Etileno               | 311                 |
| Óxido de propileno    | 309                 |
| Óxido de aluminio     | 308                 |

Fuente: ECHA, elaboración propia.

derivan de la redacción del expediente. Al ser fabricantes o comercializadores del mismo producto, estamos hablando además de “temas muy delicados de competencia que hay que tener muy en cuenta: se nombran abogados, abogadas...”, apunta María Eugenia Anta, directora de Tutela de Producto e Internacionalización de la Federación Empresarial de la Industria Química Española (Feique).

“La industria ha realizado un trabajo impresionante. El reglamento no daba muchas pautas al respecto, hubo muchas



Hasta ahora se han registrado casi 20.000 sustancias.

guías pero ha sido la industria la que se ha organizado y personalmente, sigo sorprendida de que haya funcionado tan bien”, relata Viñas. El registro se hace a través de una plataforma electrónica y

## El Brexit de la química

El futuro de la regulación química en el Reino Unido tras el Brexit es incierto, ya que dejará de tener voz en la Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (ECHA). En este momento se abren dos escenarios posibles. El primero es que el Reino Unido mantenga REACH como su sistema de gestión de sustancias químicas, quizás incluido en un acuerdo bilateral de libre comercio con la UE, o transponerlo por completo o parcialmente. El segundo, que establezca un esquema independiente. Pero ya se oyen voces de alarma que temen que en suelo británico vuelvan a circular, vía fabricación o importación, productos restringidos por la legislación europea.

En la sede de Helsinki se mantienen a la espera. “Todavía no hay mucha claridad sobre este tema, pero lo que sí que sabemos es que hasta que Reino Unido deje la Unión Europea, es un Estado miembro de pleno derecho y, por tanto, las empresas británicas tienen todas las obligaciones como tales. Por ejemplo, a las sustancias de entre 1 y 100 toneladas se les aplica el plazo completo y esperamos que todas las empresas registren. Luego veremos, se habla de potenciales periodos de transición, que es lo que intentaremos seguir para ver cómo podemos implementarlo en nuestro sistema”, argumenta Mercedes Viñas, jefa de la Unidad de Registro de la ECHA.



Mercedes Viñas.



## Datos de registro de la Echa por países

|             | Registros    | Sustancias  | Empresas    |
|-------------|--------------|-------------|-------------|
| Alemania    | 19.153 (25%) | 9.210 (47%) | 2.090 (15%) |
| Reino Unido | 10.271 (13%) | 4.918 (25%) | 1.557 (12%) |
| Francia     | 7.311 (9%)   | 3.998 (20%) | 1.099 (8%)  |
| Italia      | 6.193 (8%)   | 3.486 (17%) | 936 (7%)    |
| Holanda     | 6.611 (8%)   | 3.206 (16%) | 902 (7%)    |
| España      | 4.549 (6%)   | 2.599 (6%)  | 793 (7%)    |

Fuente: ECHA, elaboración propia.



nueva en el mercado puede encontrar quién la ha registrado ya y ponerse en contacto con ellos para continuar ese expediente. Los expedientes no son documentos estáticos, sino que deben actualizarse con nuevos usos que aparezcan para las sustancias, o por avances científicos que hagan ver que es necesario hacer algún tipo de ensayo o de evaluación de riesgos...”, añade Anta.

La ECHA cierra el ciclo y estos días se prepara para recibir la última gran oleada de expedientes: aquellas fabricadas o importadas en el rango de volúmenes de 1 a 100 toneladas, donde están el mayor número de sustancias y de empresas. En 2010 se registraron aquellas en cantida-

des superiores a las 1.000 toneladas anuales y en 2013 las comprendidas entre 100-1.000. “Podemos predecir con bastante confianza que a partir de ahora, la UE tendrá la base de datos sobre sustancias químicas más importante del mundo. Y además lo hacemos público, toda la información está disponibles para que todo el mundo que la quiera utilizar pueda hacerlo. Este es un gran logro”, dice Viñas.

### Los más peligrosos

Bajo REACH se registran todas las sustancias, tanto las peligrosas como las que no lo son, pero las primeras ocupan un capítulo aparte en el famoso artículo 57 del reglamento. Las sustancias altamente preocupantes (SVHC, del inglés, *substances of very high concern*) son aquellas clasificadas como carcinogénicas, mutagénicas o tóxicas para la reproducción (CMR), además de poder ser persistentes, bioacumulables y tóxicas.

Actualmente, la ECHA considera que 181 sustancias tienen gran peligrosidad potencial y forman lo que en REACH llaman la lista de sustancias candidatas a autorización. De ellas, 43 han pasado a una lista más estricta, la lista de autorización en sí misma (Anexo XIV) en la que reside la parte más severa de REACH: en suelo europeo, estas solo pueden comercializarse con una autorización específica para cada uso.

El objetivo es la sustitución de las sustancias peligrosas por otras más seguras, en este sentido, “la lista de candidatas se ha convertido, tanto para la industria europea como uno de los principales motores para la sustitución y la eliminación de las sustancias más peligrosas. Industrias de todo tipo, aunque estén fuera de Europa, se fijan en la lista de candidatas de REACH para decidir qué sustancias tienen que sustituir a corto plazo”, explica Viñas.

En cuanto una sustancia se clasifica como CMR, “entran en vigor un montón de restricciones de forma automática, por ejemplo, no puede estar en usos de

“todo está diseñado para que todos los que trabajen con una sustancia se puedan encontrar. Para eso nada más empezar se hicieron los pre registros. También cuando alguien va a poner una sustancia

Una posible solución sería ayudar a la transferencia de dosieres de registros entre países: si una empresa británica trata con una sustancia sujeta a REACH, y por lo tanto registrada, bajo el Brexit se convierte en un exportador no europeo, pero puede transferir sus expedientes de registro a las empresas europeas que también traten con el mismo producto.

Por su naturaleza, la industria química española se muestra preocupada. “La balanza de nuestro sector es 50-50: mitad exportado y mitad importado, con lo cual dependemos bastante de lo que entra. Los británicos aportan miles de registros, un gran número de expertos y todos los informes que se presentan se hacen en inglés... Así que estamos bastante preocupados y así se lo hemos trasladado a nuestras autoridades de temas europeos. Vamos a perder bastante”, dice María Eugenia Anta, directora de Tutela de Producto e Internacionalización de la Federación Empresarial de la Industria Química Española (Feique).

“Lo que podemos decir en este momento es que estamos muy comprometidos en ayudar a las empresas a que se preparen para la salida del Reino Unido, incluyendo el posible periodo de transición, si lo hay, o que salgan del sistema REACH de la mejor forma posible. Pero es la Comisión la que lidera las negociaciones, nosotros solamente las seguimos, intentaremos implementar lo que se decida y mantener a todas las empresas informadas. Tenemos una sección nueva en nuestra web que actualizamos de forma regular con la nueva información”, concluye Viñas.



María Eugenia Anta.

consumidor. En los propios dosieres de registro se pide información para concluir los efectos potencialmente cancerígenos de las sustancias, o que afectan al proceso reproductivo para la madre, el bebé o el embarazo. Precisamente los efectos a largo plazo de las sustancias químicas es uno de los grandes focos de atención de REACH”.

Pese a ello, los procesos de autorización y restricción son precisamente los focos de las críticas que recibe REACH. Según el inventario de la ECHA, existen más de 140.000 sustancias químicas —a fecha de su última actualización en abril de 2018— en el mercado europeo, de las cuales “solo aproximadamente 1.600 (el 1,1%) se han evaluado para saber si son cancerígenas, tóxicas para la reproducción o disruptores endocrinos; es decir, unas 138.400 no han sido evaluadas. Nadie dice que deberían analizarse todas, pero sí que la cifra es ínfima. Y lo es por razones científicas: toxicológicas, de salud pública, médicas y ambientales”, opina Miquel Porta, catedrático de Salud Pública en la Universidad Autónoma de Barcelona e investigador del IMIM (Instituto Hospital del Mar de Investigaciones Médicas). Por su parte, la ONU estima que cerca de 800 sustancias podrían considerarse disruptores endocrinos, es decir, con la capacidad de interferir con nuestro sistema hormonal y que, según numerosos estudios científicos, están contribuyendo a causar enfermedades cardiovasculares, neoplásicas, neurodegenerativas, inflamatorias y endocrinológicas. Para Porta, “la contaminación química que detectamos en las personas es una prueba importante de que las aplicaciones de la legislación que se han venido haciendo en las últimas cinco o seis décadas han sido insuficientes”.

Si el Libro Blanco identificaba 1.400 sustancias potencialmente peligrosas, tras la última actualización de la lista de candidatas llevada a cabo en enero de este mismo año a propuesta del Gobierno alemán, la ECHA añadió otras siete —entre ellas criseno, nitrato de cadmio, hidróxido de cadmio y carbonato de cadmio— y actualizó nuevamente la entrada del bisfenol (BPA).

Para Dolores Romano, responsable de políticas de sustancias químicas de Ecologistas en Acción, la velocidad de inclusión en estas listas es tan lenta como inaceptable. “El comité de evaluación de riesgos de la ECHA estudia las propuestas de autorización de las empre-

## Obligaciones de REACH

A quienes se aplica:

- Los **fabricantes** de sustancias y productos químicos destinados a la venta o a otras empresas.
- Los **importadores** de sustancias y mezclas químicas o de productos como ropa, muebles o artículos de plástico, procedentes de fuera de la UE.
- Los **distribuidores** que almacenan y comercializan sustancias o mezclas químicas.
- Los **usuarios intermedios** que utilizan sustancias o mezclas químicas en el marco de una actividad empresarial o profesional.

La observancia del Reglamento obliga a determinar y gestionar los riesgos relacionados con las sustancias que se fabrican o comercializan en la UE y el EEE:

- **Fabricante:** si fabrica productos químicos, bien para su uso personal o para suministrar a otros (incluso para exportación), le corresponderán probablemente algunas responsabilidades importantes en virtud de REACH.
- **Importador:** si adquiere cualquier producto procedente del exterior de la UE o del EEE, probablemente le corresponderá alguna responsabilidad en virtud de REACH. Puede tratarse de productos químicos individuales, de mezclas para su posterior venta o de productos acabados, como ropa, muebles o productos de plástico.

En ambos casos, para registrar dichas sustancias tendrá que demostrar a la ECHA que estas pueden manejarse de manera segura. Además, deberá utilizar una ficha de datos de seguridad para informar a los usuarios potenciales en la cadena de suministro de las medidas de gestión de riesgos que deban adoptar.

- **Usuarios intermedios:** la mayoría de las empresas que utilizan productos químicos, en ocasiones incluso sin darse cuenta, por lo que debe comprobar sus obligaciones en caso de que su actividad industrial o profesional le obligue a manipular cualquier tipo de producto químico. Podría tener alguna responsabilidad en virtud de REACH, la más importante es adoptar las medidas de gestión de riesgos que puedan detallarse en las fichas de datos de seguridad. Compruebe que los usos previstos estén incluidos en los expedientes de registro y póngase en contacto con sus proveedores y usuarios en la cadena de suministro.



sas, emite una opinión y la Comisión tiene que decidir sobre esa opinión después de consultar a los Estados Miembros. Y aquí está uno de los fallos de REACH, la Comisión no tiene ningún plazo para decidir, así que tenemos decisiones pendientes desde hace años. Es el caso de la restricción, por ejemplo, de cuatro usos del ftalato DEHP (di(2-etilhexil) ftalato)”.

“A veces oímos estas críticas y parece que la lista de candidatas es la única forma de tratar con sustancias de alta preocupación, pero REACH es mucho más que la lista de sustancias candidatas: podemos restringir el uso o comercialización de sustancias, el propio procedimiento de registro ya lleva un estudio sobre si los usos son seguros o

no, las compañías pueden no recomendar usos si creen que pueden no ser seguros en el propio dossier de registro... Como autoridad podemos decir cuál es la mejor forma, por ejemplo, de controlar un riesgo: hay que clasificarla de alguna forma, que tenga una etiqueta, o hay que prohibirlas, o hay que restringir su uso o venta, o hay que pedir una autorización para sus usos... Podemos tener mucho más control de cuál es la mejor forma de regular las sustancias de alta preocupación”, explica Viñas.

“Respecto a que es un proceso lento —prosigue— hemos hecho un *roadmap* donde nos comprometemos para el año 2020 a tener un sistema que identifique a todas las sustancias que a día de hoy sabemos que son de alta de preocupa-



A pesar de ciertas reticencias iniciales, la industria química está satisfecha con REACH.

ción y que tienen una acción: sea que las hemos puesto en la lista de sustancias candidatas, que las hemos restringido, que hemos concluido que en realidad no hay una gran preocupación... En definitiva, que hemos mirado a todas ellas y hemos tomado una decisión”.

Según sus datos públicos, en estos diez años de funcionamiento la ECHA ha concedido todas las autorizaciones, unos 80 usos individuales de sustancias incluidas en esta lista de autorización.

Para Romano, “aunque les haya puesto condiciones más o menos estrictas, esto está desvirtuando la finalidad del proceso. Es muy interesante porque está generando un debate sobre a qué industria quiere apoyar la Comisión”. En total, 68 usos de sustancias han sido restringidos; por ejemplo, desde 2015 está prohibida la comercialización de artículos que contengan cuero con un contenido de cromo hexavalente igual o superior a 3 mg/kg (el 0,0003% del peso), o el

benceno, prohibido en juguetes cuando su concentración sea superior a 5 mg/kg (0,0005%) del peso total.

Es verdad que hasta ahora los comités científicos han recomendado mayormente a la Comisión que se han concedan todas las autorizaciones. Hay un caso reciente donde la recomendación fue no dar la autorización. A menudo, las recomendaciones incluyen unas condiciones adicionales a las que la industria solicitó en cuanto al uso y la protección de los trabajadores. Todas las autorizaciones son limitadas en el tiempo para que la empresa pueda enviar un informe de revisión en el que mostrar si tienen una sustancia sustituta. En ese caso se concede la autorización durante un tiempo concreto solamente para que puedan buscar un sustituto. “En un estudio reciente de la Comisión se concluyó que la autorización funciona y lleva a la sustitución, que es el objetivo final”, dice Viñas.

Otra de las críticas es la mala calidad de la información de los registros. En la última revisión por su décimo aniversario, la Comisión alertó de que alrededor de 29.000 expedientes, aproximadamente el 64% de los registros, enviados desde 2008 nunca habían sido actualizados, con la ECHA admitiendo

DEPOSITPHOTOS

el núcleo



## Impulsamos tu productividad

En Praxair trabajamos contigo para reducir costes de fabricación, aumentar la productividad y mejorar la calidad de tus procesos gracias a nuestros gases, productos y servicios.

**Conócenos.**

que, aun habiendo mejorado desde la revisión anterior, “la relativa mala calidad de la información limita la utilidad de los dosieres de registro”.

“El gran problema de REACH, que lastra todos los procesos, es la información tan deficiente que han proporcionado las empresas a través del proceso de registro. REACH establecía un principio fundamental *No data, no market*: como la Administración es completamente incapaz de hacer evaluaciones de tantas sustancias, será el que la pone en el mercado el que tendrá la obligación de proporcionar la información. Sin embargo, se están dando número de registro, que es el permiso para comercializar, a dosieres incompletos. Lo que exigimos es que no se dé número a los registros que no cumplan con la normativa. Básicamente estamos pidiendo que se cumpla la ley”, defiende Romano.

Por su parte, la industria química centra el foco en el flujo

lo cual todas están registradas. Pero en cambio, los importadores de mezclas tienen un problema porque la obligación es suya y no de su suministrador no europeo. El fabricante en origen tiene la oportunidad de ayudar al importador mediante una figura que es el representante exclusivo, pero si el fabricante no europeo no tiene intención... Este para nosotros es el caso más complicado de registro”, explica la representante de Feique.

### Hacia el futuro

Tras solo diez años de REACH y, pese a inevitables dificultades en un camino que busca el cambio profundo de todo

toria para la salud pública y para el medio ambiente, pero también, para la buena gestión y la competitividad de la industria química que creo que era absolutamente necesario. REACH les ha ayudado a tener más seguridad, más transparencia, a innovar, a garantizar a sus clientes de manera más clara y transparente los efectos de sus productos. Sin ninguna duda, hay un antes y un después”, concluye Nieto.

“Creemos que lo más importante ha sido, primero, recopilar información sobre las sustancias químicas que se producen o importan a la UE. Y esto, indirectamente, ha traído a las compañías el ser más conscientes de las sustancias que manejaban”, dice Viñas. Para Romano, “REACH ha creado toda una estructura que permite a la industria química y a toda la industria usuaria conocer qué sustancias fabrican y cómo se utilizan a lo largo de la cadena de suministro, que sirve además para generar más información sobre las propiedades peligrosas de las sustancias. El flujo de información a lo largo de la cadena de suministro con las obligaciones de información tanto de los fabricantes hacia abajo como de los usuarios intermedios hacia los fabricantes también ha empezado a mejorar, lo que nos parece muy positivo”.

Para María Eugenia Anta, una de las grandes victorias que ha obtenido REACH es su internalización. “Estamos consiguiendo que nuestros expedientes o parte de ellos, sean válidos en otras zonas. En este sentido REACH se ha exportado a otros países y lo que se pretende, es que no sea una protección aislada, sino que se desarrolle a nivel internacional. Nuestro objetivo, como Europa y como España, es que el esfuerzo que hemos hecho sea también válido para sus registros en estos países”.

Como en su actitud frente al cambio climático, Europa se ha convertido en el líder en regulación de sustancias químicas con la legislación más ambiciosa, avanzada y pionera del mundo. Ha conseguido promover la innovación de una industria química más moderna, con el uso de sustancias y tecnologías más seguras, ha creado una importante base de datos de sustancias y ha sido copiada en las principales economías industriales, sin por ello perder empleos, ni relevancia. Solo lleva funcionando diez años. El mundo observa para ver qué es capaz de hacer en el futuro.



Miquel Porta.

Dolores Romano.



Algunas sustancias han sido autorizadas bajo unas condiciones estrictas de uso y protección de los trabajadores.

de información a lo largo de la cadena de suministro, en concreto la comunicación sobre escenarios de exposición, y en las importaciones dado que el importador tiene las mismas obligaciones que el fabricante. “El tema del control de importaciones en esta segunda revisión que se ha hecho de REACH nos preocupa enormemente. Nos preocupan menos los fabricantes de mezclas europeos, porque casi todos utilizan sustancias fabricadas en un país europeo, con

un sector industrial, hay un reconocimiento general tanto de las autoridades, las organizaciones ecologistas y la propia industria de que el reglamento funciona. Además, como una bola de billar rebotando en un tablero, ha producido una cascada de beneficios, algunos inesperados.

“Estos diez años han mostrado que la industria química ha mejorado su capacidad y su competitividad gracias a REACH. Fue un gran avance y una vic-

# entrevista

Carlos Duarte (Lisboa, 1960) es director del Centro de Investigación del Mar Rojo de la Universidad King Abdullah de Ciencia y Tecnología (KAUST), en Arabia Saudí. Antes, fue profesor de investigación en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y director del Instituto de Océanos en la Universidad de Western Australia; estudiando los efectos del cambio global en los ecosistemas marinos. Ha investigado en Europa, Asia, Cuba, México, EE. UU., Australia, la Amazonia, el Ártico y los océanos Atlántico, Índico y Pacífico, abarcando la mayoría de los ecosistemas marinos. Actualmente, su investigación se centra en el mar Rojo y en la capacidad de recuperación frente a los factores estresantes globales. Duarte dirigió la Expedición Malaspina, que circunnavegó el planeta para medir los impactos del cambio global. Fue presidente de la Sociedad Estadounidense de Limnología y Oceanografía y desde 2009 es miembro del Consejo Científico del Consejo Europeo de Investigación (ERC).



Carlos Duarte, oceanógrafo español

**“Los propios animales pueden hacernos de guías para comprender el océano tal como ellos lo perciben y utilizan”**

Texto: Elvira del Pozo, periodista científica

Los cinco océanos de la Tierra representan el 70,9% de la superficie terrestre y son el hogar de nueve de cada diez seres vivos del planeta. Además, concentran una decena de veces más minerales que los presentes en tierra firme, producen más de la mitad

del oxígeno que respiramos y desempeñan un papel decisivo en la moderación del impacto del clima y los impactos de la actividad humana sobre este. Y pese a todo, solo se conoce en torno a un 5% del fondo marino. Cambiar esta situación es el objetivo que persigue el

oceanógrafo español Carlos Duarte, director del proyecto internacional CAA-SE, que se encuadra dentro de la Iniciativa de Sensores que ha puesto en marcha la Universidad King Abdullah de Ciencia y Tecnología (KAUST, en sus siglas en inglés) de Arabia Saudí, de la que él es investigador principal y director del Centro de Investigación del Mar Rojo. Esa iniciativa está desarrollando nuevos y revolucionarios sensores. A principios de año, 18 sensores de esta nueva generación diferentes fueron probados en los animales que habitan las instalaciones del Oceanogràfic de Valencia, antes de empezar a utilizarlos en el medio oceánico natural.

**Pregunta.** ¿Qué pretende conseguir con los nuevos sensores en los que está trabajando?

**Respuesta.** Liderar el desarrollo de tecnologías de sensores innovadores con el objetivo de evaluar la salud y la ecología de los animales marinos. Hasta ahora la exploración de los mares se hacía mediante grandes buques que hacían un muestreo al azar en una cuadrícula imaginaria, pero ahora hemos desarrollado una nueva generación de sensores revolucionarios que, acoplados a animales marinos, permitirán una exploración exhaustiva de los océanos y de la salud y el movimiento de los animales como nunca antes se ha hecho: utilizando a sus propios habitantes como guías para que nos ayuden a comprender el océano tal como ellos lo perciben y utilizan y no como nosotros lo muestreamos. Porque los animales marinos tienen un uso del océano muy diferente, basado en sus necesidades de recursos y en su experiencia evolutiva de millones de años repitiendo conductas en ese hábitat.

**P.** Sería como querer mirar el océano con los ojos de los que viven en él.

**R.** Efectivamente, al acoplar el sensor al animal tomará medidas del medio por el que transita y el muestreo resultante no sería al azar, sino que mostraría lo que es relevante para él. No solo nos da información de a dónde va y en qué estado está, sino que también nos ofrece datos sobre el contexto oceanográfico en el que se mueve.

**P.** Pero la idea de utilizar a los animales marinos como portadores de aparatos de medida no es nueva.

**R.** Los sensores que actualmente se utilizan son grandes. La novedad de nuestra tecnología reside en desarrollar nuevos aparatos de pequeñas dimensiones, que pueden medir unos pocos

centímetros, como una moneda; e, incluso, milímetros, como la aguja de un alfiler. Además, también hemos reducido en una escala de 1:10 a 1:1.000 los que ya existían.

**P.** Así se evitarían las imágenes de tortugas con grandes antenas pegadas en el caparazón y las focas con casco, que dan un poco de pena.

**R.** Sí, por eso también hemos hecho dispositivos muy ligeros, que pesen unos pocos miligramos. Además, muchos de ellos son *weareables*, es decir, que se acomodan a la forma, piel y crecimiento de los animales que los portan, como si fueran una tirita.

**P.** ¿Y qué información son capaces de registrar?

**R.** Pueden medir parámetros ambientales como la temperatura, la salinidad y la presión —como indicador de profundidad—, que son los indicadores fundamentales del océano. También los hay más sofisticados, como el que hemos desarrollado junto con el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) para medir el nivel de hormonas en los portadores a través de microagujas, lo que permite monitorizar, en tiempo real, el nivel de estrés o el estado reproductivo del animal. En este caso no es que hiciera falta un sensor más pequeño, sino inventar algo que no existía.

**P.** Cuesta creer que algo tan pequeño ofrezca tantas prestaciones.

**R.** Y eso que el dispositivo, además de llevar los sensores propiamente dichos, lleva una batería, un chip de almacenamiento y procesado de datos, y un sistema de transmisión de la información.

**P.** ¿Y se pueden colocar en cualquier tipo de animal?

**R.** En cualquiera, por eso esta tecnología tiene tanto potencial. Queremos probarlos en el mayor número de especies posibles, desde crustáceos, como langostas, hasta peces, mamíferos marinos, aves, etc. De todos ellos, el más pequeño en el que hemos puesto uno es en cangrejos de 2 o 3 cm. Pero podemos ir a animales más pequeños todavía.

**P.** En cualquier caso, lo primero que habrá que hacer es capturar al individuo para poder instalarle el dispositivo. Con el consiguiente estrés.

**R.** Hasta ahora es así, pero estamos desarrollando sistemas de implantación que no requieran capturar al animal, ni utilizar pistolas, ni arpones. Pero no te



puedo contar más porque estamos todavía trabajando en ello y queremos patentarlo.

**P.** Y para recuperar los datos del sensor, ¿es necesario atrapar a su portador?

**R.** En la actualidad, recuperar los datos de los sensores en animales marinos es un problema. Lo que comúnmente se hace es que se transmiten utilizando grandes antenas adheridas al portador. Nuestros dispositivos tienen un módulo de comunicación dotado de una nueva generación de antenas superreducidas. También estamos trabajando en desarrollar receptores muy pequeños que faciliten la transmisión de datos en distancias cortas, lo que permitiría hacerlo a través de tecnología *bluetooth*.

**P.** ¿Distancias cortas en el océano? ¿Cómo?

Estamos trabajando con distintas tecnologías que nos permiten hacer eso. Una de ellas requiere que el sensor lleve



Instalando un biosensor en un tiburón nodriza, en las instalaciones del Oceanogràfic de Valencia.

incorporado una antena *bluetooth* — como una especie de baliza de 1 cm de base por 2 cm de alto— capaz de transmitir datos a una distancia de 5 m — rango que iremos ampliando una vez que terminemos de implementar los sensores—. Para capturar esa señal, se distribuye un campo de miniantenas flotantes en el océano, de las que podemos estimar su deriva y posición con modelos de corrientes marinas. Cuando un animal está a menos de 5 m de alguno de estos receptores, automáticamente empieza a transmitirle los datos. Además, cuando dos individuos con transmisores entran en un radio de menos de 5 m, uno hace el *backup* del segundo y el otro del primero; con lo que se consigue datos redundantes en muchos animales. Después, para recoger la información recopilada por las antenas flotantes, se sobrevuela el campo de antenas con un dron o avión.

**P.** ¿Qué otros métodos barajan?


Se pueden utilizar *gliders*, que son como unos torpedos con alas que flotan a la deriva en los océanos y que van bajando hasta los 200 y 1.000 m, en función del modelo, y suben a la superficie constantemente. Otra opción es utilizar los 5.000 flotadores Argo, que ya están a la deriva en los mares de todo el mundo y que pivotan de 0 a 2.000 m de profundidad. En ambos casos, podrían recabar la información de los animales con los que se cruza y luego transmitirla desde la superficie.

**P.** Otro problema que presentan los sensores marinos es que, cuando terminan su vida útil, quedan como basura y contaminan el medio.

Eso pasa con los actuales grandes sensores, que contienen metales que se dispersan en el agua. Nosotros estamos trabajando en la utilización de

materiales biodegradables que, además, se puedan imprimir, por lo que su coste es muy bajo, por debajo de 1 euro. Por ejemplo, hemos creado dispositivos que se imprimen en papel de una impresora normal que, aunque no se pueden utilizar en el mar porque se deshacen, sí son muy útiles para la monitorización de la salud humana en países en vías de desarrollo. También estamos desarrollando tecnologías con las que el propio sensor puede generar su propia energía utilizando el movimiento de los animales y de la corriente marina; de esta manera, se podría prescindir de uno de los componentes más contaminantes: las baterías.

**P.** ¿Estos sensores ya son una realidad?

Todavía no están terminados para poder comercializarlos. De momento, estamos centrados en el desarrollo de los sensores y luego vendrá pulir su terminación y aspecto. 



## Química y cine: las enseñanzas de *Breaking Bad*

Una de las tareas que los científicos tenemos que realizar es implicarnos en la enseñanza y divulgación de la ciencia, especialmente a estudiantes preuniversitarios. El punto de partida, según los pedagogos, es captar su atención con temas que les gusten y que despierten su interés. Y ¿a quién no le atrae el cine? Este género artístico y su corolario de mayor impacto actual, las series de televisión, puede contarnos mucho más de la química de lo que podamos pensar *a priori*. No es complicado sacar provecho de muchas películas y ficciones televisivas para atraer a un amplio público a nuestro terreno.

A parte de una enseñanza formal basada en las lecciones magistrales, explicación de conceptos, memorización y deducciones, se deben utilizar estrategias alternativas —complementarias y no excluyentes— que completen la docencia, como:

1. Experimentos en el laboratorio.
2. Nuestra vida cotidiana.
3. Las noticias de prensa.
4. Los hechos y anécdotas históricas.
5. Los métodos de la difusión de la cultura científica.
6. Las cosas que nos gustan.

### El gancho del cine y la televisión

¿Hay mejor gancho para atraer a la gente que hablarles de las cosas que les gustan? De esta manera se puede ganar su atención y hacer más fácil el acercamiento. Obviamente, una de las aficio-

nes más extendidas es el cine, que puede ser un buen instrumento para explicar química.

Hay que tener en cuenta que una película por sí sola no va a enseñar ni divulgar química, sino que es trabajo del maestro, del profesor y del divulgador el trasladar a su audiencia la parte científica de la película.

El cine es un arte. Pero también una técnica en la que se aprovechan adecuadamente los avances tecnológicos que han sido posibles gracias a los progresos científicos. Además, la química (y los químicos) es un tema central o periférico en muchas películas y series de televisión, lo que se puede usar para enseñar y divulgar química. En este texto esbozaremos brevemente algunas utilidades didácticas y divulgativas de situaciones de la serie *Breaking Bad*.



Walter White (en primer término) y Jesse Pinkman, protagonistas de la serie.

**Texto:** Bernardo Herradón. Instituto de Química Orgánica General (IQOG-CSIC)

## Breaking bad

Estrenada hace ya una década, *Breaking Bad* es una de las series de televisión más brillantes de la historia. Constó de 62 capítulos distribuidos en cinco temporadas —aunque la última se dividió en dos medias temporadas, emitidas con un año de diferencia— en las que se describe la evolución de un profesor de química (Walter White) en un instituto de Albuquerque (Nuevo México, Estados Unidos) y la de bastantes personajes secundarios, destacando el de Jesse Pinkman, un antiguo (mal) alumno de Walter convertido en un traficante (y cocinero) de poca monta de droga. La serie contó con excelentes guiones, interpretaciones, dirección, montaje y puesta en escena, razones para el gran éxito que tuvo entre el público y la crítica.

No voy a contar nada de la trama que no ocurra en los primeros capítulos de la primera temporada por si algún lector de este artículo aún tiene pendiente ver la serie; tan solo el comienzo del primer episodio, pues ilustra sobre el resto de la trama y contiene varias situaciones aprovechables para la enseñanza y divulgación de la química.

El comienzo es espectacular: un hombre asustado, medio desnudo, y armado con un revolver cree que en pocos minutos va a ser detenido por la policía en una carretera en medio de un paraje semidesértico. Sin embargo, la policía pasa de largo, pues a lo que van —en compañía de los bomberos— es a apagar un incendio.

Tras esta secuencia inicial se produce un largo *flashback* y nos encontramos al mismo hombre (Walter White) despertando en su casa en la mañana en la que cumple 50 años —tres semanas antes de la secuencia inicial— y a su mujer (Skyler) no se le ocurre otra manera de celebrarlo que con un desayuno con un simulacro de beicon vegetal. La razón de hacer esto es que es bueno para las arterias (primer gancho divulgativo: hablar del colesterol, las grasas y su incidencia en las enfermedades cardiovasculares). Descubrimos que los White tienen un hijo adolescente (Walter Jr.) con una discapacidad física, pues camina aparatosamente con muletas, y que Walter es profesor de química en un instituto de enseñanza secundaria. Y, aunque los alumnos no facilitan su trabajo, es un profesor entusiasta que explica muy bien la química. Pero como el sueldo de profesor no es suficiente para mantener a su

familia, Walter también trabaja en un lavadero de coches.

De vuelta a casa, Walter es agasajado con una fiesta de cumpleaños en la que encontramos a algunos personajes importantes en la serie, especialmente su cuñado Hank, que es un policía anti-droga, bastante fanfarrón y que aparece en una entrevista en la televisión local relatando sus hazañas deteniendo a traficantes. Walter le pide que le deje acompañarlo a una redada, a lo que Hank accede. Durante esta, que se produce en una casa en la que se está fabri-



El logo de la serie contiene un guiño a la química.


cando metanfetamina (cristal), Walter reconoce a uno de los traficantes, un antiguo alumno (Jesse Pinkman), que le pide que guarde silencio, a lo que Walter accede. Luego se ve que Walter sufre un desmayo en el lavadero de coches y en el hospital le diagnostican cáncer de pulmón avanzado con una esperanza de vida de unos dos años. Y para dejar unos ahorritos a su familia, a Walter no se le ocurre otra cosa que asociarse con Jesse Pinkman para fabricar droga de buena calidad...

### La química en *Breaking Bad*

Aparte de su valor cinematográfico, el personaje de Walter White tiene unas cualidades científicas y humanas (al principio de la serie) notables. Se puede aprovechar su habilidad química y algunas secuencias de la trama para explicar y divulgar química. Aquí señalaré algu-

nos de estos aspectos de la primera temporada, para que sirvan de excusa al docente y al divulgador para atraer el interés de la audiencia y como punto de partida. Entre esos aspectos destacaría:

- *La manera de enseñar química de Walter White*. Por supuesto, en un laboratorio y con un gran entusiasmo, aunque los alumnos no respondan a sus expectativas.
- *Reacciones químicas*. Son muy frecuentes en la serie y de bastante variedad, incluyendo aspectos cinéticos y termodinámicos.
- *Los colores de la química*. Usando sales inorgánicas y relacionándolo con los fuegos artificiales.
- *Estereoquímica y su relación con la actividad biológica*. Walter demuestra su conocimiento en este tema con una explicación clara y rigurosa, tanto la orgánica (caso de la talidomida) como la inorgánica (los complejos de Werner que aparecen en la pizarra).
- *La aplicación del método científico*. Con el trabajo cuidadoso en un laboratorio y la interpretación rigurosa de los resultados.
- *La tabla periódica*. Una de las imágenes icónicas de la serie son los títulos de crédito en los que se usan símbolos de elementos químicos.
- *El uso de explosivos*. En varios momentos de la serie se usan y se explican.
- *El uso de venenos y de sustancias tóxicas*. Se emplean diversas sustancias, que puede inducir al profesor a explicar más detalladamente su estructura, origen y actividad biológica.
- *El poder de la síntesis orgánica*. Queda de manifiesto desde los primeros episodios.
- *Cristalografía*. En varios momentos, Walter demuestra que es un experto en esta área interdisciplinaria que tiene grandes valores educativos y divulgativos.
- *Alotropía*. Es un concepto fundamental en química, que se puede explicar con algunas situaciones en la serie, especialmente con la trama del primer episodio. También se puede usar para entender la relación entre la estructura y las propiedades de una sustancia química.
- *El efecto pernicioso de las drogas*. Uno de los temas centrales de la serie.

Espero que estas breves notas sirvan para estimular la enseñanza y divulgación de la química a través de las películas y series de televisión. 



Salamanca acogió la XXXI Olimpiada Nacional de Química los días 5 y 6 de mayo

## Oro en motivación, excelencia y vocación

Con más de treinta años repartiendo medallas y creando vocaciones, la Olimpiada Química ha celebrado una nueva edición, la XXXI, en la Universidad de Salamanca, que cumple en 2018 sus primeros 800 años de historia. Se trata de un programa del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte en colaboración con la Real Sociedad Española de Química (RSEQ), la Asociación Nacional de Químicos de España (ANQUE) y la Conferencia Española de Decanos de Química (CEDQ), para alumnos del último año de secundaria, tanto de centros públicos como privados. El objetivo es estimular la creatividad y el interés de los estudiantes por la química. Se celebra en varias fases, local, nacional e internacional.



Los participantes en la Olimpiada Química durante la realización de las pruebas.

Más de 120 participantes, procedentes de las fases locales de sus respectivas provincias, acudieron en mayo a Salamanca para participar en la XXXI Olimpiada Química. Según Carmen Cartagena, coordinadora de la Olimpiada Nacional, este año el número de estudiantes ha crecido respecto a años anteriores, pasando de 2 a 3 alumnos por universidad, aunque aún con baja participación femenina (27 en total). El oro absoluto fue para Jorge Martín Álvarez, alumno del IES Marqués de Manzanedo de Argoños (Cantabria). El podio dorado lo compartió con Manuel Iglesias Alonso, del IES Aramo de Oviedo, y con Jaime Salamanca Camacho, del IES Ramiro de Maeztu de Madrid.

Para el oro madrileño, como indica su sonrisa, esta es una experiencia que difícilmente olvidará. “Esta materia tiene una relevancia especial para mí, porque mi abuelo estudió Químicas y me gusta muchísimo” asegura, aunque añade que aún no sabe seguro si lo es-

tudiará en la universidad; Físicas y Matemáticas, especialmente el doble grado de estas materias, también están en juego. En los últimos años, estos alumnos de excelencia, a pesar de la vocación y el *chute de motivación* que supone la olimpiada, se terminan decantando por otras carreras que se consideran con más posibilidades dentro del mercado laboral como Medicina, Matemáticas o Ingenierías.

Bernardo Herradón, investigador del CSIC y encargado de la fase local de Madrid, espera que esta tendencia se revierta en el próximo curso con la reciente aparición del doble grado en Química y Bioquímica que inaugura la Universidad Complutense. “El objetivo de esta Olimpiada es motivar al alumno a estudiar Química, pero en la actualidad, de los participantes madrileños menos de un tercio deciden al final hacerlo.”

Entre otras medidas, Herradón propone ampliar el número de medallas, de las diez actuales a cuarenta, como ya ha-

Texto: Sherezade Álvarez

cen las de otras materias como Matemáticas o Física. “Los alumnos que se presentan son la élite de España, el nivel es muy alto y premiar esta excelencia cuesta poco y resulta muy motivador”.

Así lo asegura el oro absoluto del año 2015, Raimón Terricabres, hoy alumno de tercero de Químicas en la Universidad Autónoma de Barcelona y voluntario en la actual edición. “Para mí fue un reto y una confirmación de que esto era lo que quería hacer. Antes me gustaba la química, pero como una asignatura más, después de esto lo tuve claro”. Este efecto puede producirse también en los jóvenes de este año, dice. “A mí me abrió muchas puertas. A esa edad tu futuro es como una hoja en blanco. Esta es una opción dorada en la que puedes entrar si quieres”.

Según la malagueña Elena Sesé, plata en 2017 y también voluntaria en esta edición: “es muy agradable ayudar a los participantes, pero les ves que vienen desmotivados, no creen que puedan ganar, que tengan una oportunidad, pero en realidad son brillantes”. Su compañero Raimón lo corrobora: “aquí está la élite, te planteas que no puedes ganar porque aquí están los mejores de España, son el futuro, y en unos años oirás sus nombres y recordarás que estuvieron contigo en la olimpiada. Hay que creérselo y tener ganas”. De nuevo el papel de la motivación sale a la luz como uno de los argumentos principales del evento. Pero no el único.

La excelencia es claramente la base de todo. Los participantes de esta olimpiada han tenido que superar las fases locales y los ganadores irán a la Olimpiada Internacional y a la Iberoamericana representando a nuestro país. Muchos de los participantes han pasado también por la olimpiada matemática y la de física, son alumnos de excelencia que ganan podios con esfuerzo y dedicación, no solo la suya sino también la de profesores y preparadores. “Los formadores te dan las herramientas pero el objetivo, el límite te lo marcas tú” coinciden los exolímpicos. Por ello, ambos creen que el sistema de preparación de algunos países que vieron en la cita internacional, donde les entrenan para competir y ganar, puede ser beneficioso a corto plazo, pero no a medio o largo plazo. También Ferrero está de acuerdo y explica que en su etapa en EE. UU. pudo comprobar que los españoles eran más creativos y encontraban soluciones a problemas gracias a la flexibilidad a la hora de afrontarlos.



## Cuadro de Honor

### Medallas de Oro

- Jorge Martín Álvarez, del IES Marqués de Manzanedo, Argoños (Cantabria)
- Jaime Salamanca Camacho, del IES Ramiro de Maeztu, Madrid
- Manuel Iglesias Alonso, del IES Aramo, Oviedo

### Medallas de Plata

- José Antonio Castro Moreno, del IES Pinar de la Rubia, Valladolid
- Pablo Real Baeza, del Engage Independent School, Majadahonda (Madrid)
- Nuria Quesada Pérez, del IES Isabel la Católica, Madrid

### Medallas de Bronce

- Joaquín Baixeras Buyé, del English School Los Olivos, Valencia
- Carlos Tejedor Bielza, del Colegio Retamar, Pozuelo de Alarcón (Madrid)
- Alexander Vidal Zhukova, del IES Xunqueira 2, Pontevedra
- José María García Arcas, del IES Rey Carlos III, Las Águilas (Murcia)

### Mención de Honor

- Luis Martínez Saiz, del Colegio Marista Liceo Castilla, Burgos

El último pilar que parece mantener estas Olimpiadas es el de la vocación. Los participantes, los voluntarios, los organizadores, todos esgrimen una sonrisa y la expresión satisfecha de quien hace las cosas por placer y no como un deber. Y todos se deshacen en elogios: “Queremos agradecer a las organizaciones que

hay detrás de esto porque nosotros lo hemos visto este año desde dentro y aunque sabes que hay trabajo, no te imaginas que sea tanto. Esto va adelante porque hay vocación” dice Raimón, y Elena añade “Yo quiero agradecerles todo con mi voluntariado, por todo el esfuerzo que hacen por nosotros, se lo merecen”.



Representación de Madrid en la XXXI olimpiada Nacional de Química.



## Un año de bonanza que culmina una década de crecimiento

La industria química española alcanzó en 2017 una facturación de 63.100 millones de euros, lo que supone un excepcional crecimiento, superior en un 7% sobre el año anterior, impulsada tanto por el comportamiento de la producción como de los precios, gracias a la fortaleza de la demanda internacional de productos químicos. Estas cifras han permitido acumular un crecimiento del 27% en la última década, a pesar de la profunda crisis económica atravesada por España durante la crisis. Crecieron notablemente la producción, la inversión y el empleo.

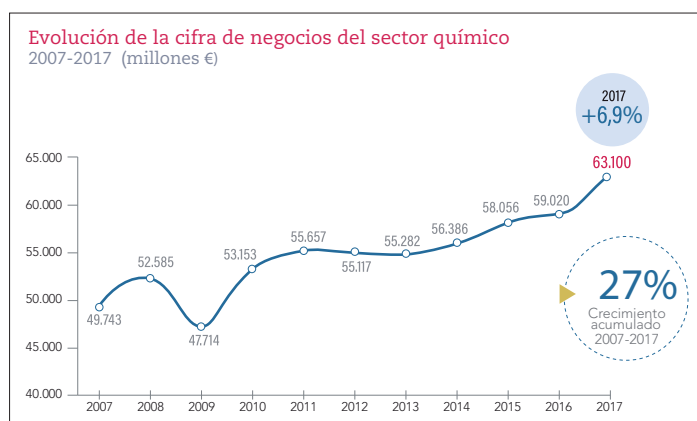
La industria química española, integrada por las actividades químicas y farmacéuticas, genera ya el 12,8% del producto industrial bruto de nuestro país, constituyendo un sector esencial para las economías avanzadas y, consecuentemente, para la española, ya que su actividad genera directa e indirectamente el 5,6% del PIB nacional y da empleo al 3,5% de la población activa ocupada.

Uno de los principales factores que ha propiciado el notable incremento de la cifra de negocios en 2017 ha sido el comportamiento de la producción, junto a los precios internacionales (asociados al comportamiento del crudo). Es destacable el ritmo de crecimiento de la generación de productos químicos en España, que fue superior al de la economía española, situándose en el 4% al término del ejercicio. En este caso, y desde 2007, el sector acumula un crecimiento del 15,1%, dato que contrasta con la situación comparativa del conjunto de la industria manufacturera, que, pese a la notable recuperación experimentada a partir de 2014, todavía se encuentra 20 puntos por debajo de los niveles productivos alcanzados antes de la crisis internacional.

Por otra parte, los positivos resultados del sector, que continúa siendo el segundo mayor exportador de la economía española (por CNAE), ha seguido contando con la baza clave del comercio exterior influida fundamentalmente por la fortaleza de la demanda internacional de productos químicos, que continúa en niveles de crecimiento superiores al 4%. Este aumento de la demanda global ha repercutido sobre la industria química española, que ha visto incrementadas sus exportaciones un 8,7% hasta los 35.345 millones de euros, superando por primera vez los 22 millones de toneladas exportadas.

La industria química, que abastece al 98% del resto de los sectores productivos, es un potente motor de la economía nacional y también un solvente competidor en el ámbito internacional, pues en el último ejercicio, la evolución de las exportaciones, junto a la demanda interior, han dinamizado un negocio en el que el 56% ya se realiza en mercados internacionales. Así, la cifra de negocios realizada en mercados exteriores es un 54,5% superior a la registrada en 2007, especialmente por la paulatina incorporación de la pequeña y mediana empresa del sector a los mercados internacionales.

**Texto:** Juan Labat, director general de Feique



Otro dato también relevante es que el sector ha ido mejorando a lo largo de la última década su posición en todos los mercados internacionales extracomunitarios, de modo que la industria química española exporta ya a más de 200 países y territorios autónomos. Aunque la Unión Europea sigue siendo el principal destino de las exportaciones con el 59,2 % del total, en los últimos 17 años el destino de estas se ha diversificado, ganando mercado otros destinos como EE. UU., Canadá, China, Polonia y Suiza.

Por otra parte, además de la demanda internacional, la demanda interior sigue cobrando un protagonismo creciente que ha beneficiado al sector químico permitiendo alcanzar una cifra récord de consumo de productos químicos de 67.000 millones de euros en 2017, es decir, un 4,6% superior a los registros de 2016. Actualmente cada español consume 1.440 euros anuales en productos químicos, alcanzando también su cifra histórica más elevada.

### Innovación y empleo: el motor de la industria química española

Hablar de química es hablar del modelo industrial del futuro basado en la innovación y el talento. En el caso del empleo, el crecimiento experimentado por el sector químico en 2017 ha revertido claramente en un crecimiento del número de asalariados directos en un 7,8% hasta los 193.500 (media anual), quedándose a tan solo 1.200 empleados de los máximos registrados en 2007. De esta forma, contabilizando también los indirectos e inducidos, el sector



genera ya 657.900 empleos, lo que supone el 3,5% de la población ocupada de España.

Además, se trata de empleo de calidad, pues la retribución media por trabajador de la industria química es de 37.618 euros al año, cifra muy por encima de la media nacional de 22.771 euros, con el 94% de los contratos indefinidos, lo que le sitúa como uno de los sectores industriales más estables, y con una apuesta firme y constante por la alta cualificación de sus empleados, a los que destina 248 euros anuales en formación. En el caso de la inversión, que se ha elevado un 6% en el último año hasta los 2.228 millones de euros y que equivale al 12% del valor añadido sectorial, supone una positiva expectativa de crecimiento en los próximos años. Su crecimiento respecto a 2007 ha sido del 16,7%.

Pero la apuesta de futuro de la industria química no acaba aquí. En la actualidad, es el sector industrial líder en inversión en I+D y cuenta con un 58% de empresas innovadoras, que acumu-

lan en sus compañías una cuarta parte de las inversiones totales que la industria española destina a esta área y aglutinan al 22% del personal investigador que trabaja en el total de empresas industriales.

Este esfuerzo continuo por ser

líderes en innovación se ve reflejado en los más de 1.500 millones de euros anuales que invierte el sector, que le sitúan a la cabeza de la industria en gasto en I+D, con una inversión del 12,2% sobre el valor añadido, 5 puntos más que la media industrial (7,2%) y 6 veces más que la media nacional (1,9%).

En definitiva, el sector químico ha experimentado en 2017 un crecimiento muy positivo en todas sus macromagnitudes, favorecido esencialmente por el crecimiento de la demanda global de productos químicos y la mejora de su acceso a los mercados internacionales. No obstante, mantiene como retos básicos para la mejora de su competitividad la reducción de los precios energéticos, el desarrollo de infraestructuras y servicios de logística y transporte, la simplificación de la normativa técnica europea, y la defensa comercial de la UE ante los competidores internacionales.

Más Información:

Radiografía del Sector Químico Español  
<https://radiografia.feique.org/>



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)

El décimo congreso mundial de la especialidad reunió a más de 3.000 delegados de unos 80 países

## Barcelona, capital de la ingeniería química

El 10.º Congreso Mundial de Ingeniería Química (WCCE10), que se celebró en Barcelona entre los días 1 y 5 de octubre de 2017, contó con unos 3.307 delegados registrados, de más de 80 países, lo que supuso un récord histórico de participación. Allí, bajo el lema "Soluciones para los desafíos globales", los asistentes compartieron experiencias y se dieron a conocer los últimos avances y tendencias en este ámbito. De manera paralela, se celebraron también el XI Congreso Europeo de Ingeniería Química (ECCE11) y el 4.º Congreso Europeo de Biotecnología Aplicada (ECAB4) y otros 20 eventos especializados, destacando el exitoso ESCAPE27.

La Ingeniería Química, como disciplina frontera que interactúa con muchas otras especialidades, ha trabajado y continúa haciéndolo en la actualidad para aportar soluciones para resolver los desafíos planteados en el siglo XXI.

**Autores:** Carlos Negro y Félix García-Ochoa, Universidad Complutense de Madrid

Los Congresos Mundiales de Ingeniería Química (WCCE) vienen celebrándose desde 1976, primero cada cinco años y, desde la fundación del Consejo Mundial de Ingeniería Química (WCE Council), en 2001, cada cuatro, siempre alternando entre las tres confederaciones de la especialidad existentes, la europea, la interamericana y la de Asia-Pacífico. Su décima edición tuvo lugar en Barcelona del 1 al 5 de octubre pasado. Durante el acto de inauguración se realizó la entrega de premios a figuras destacadas. La European Federation of Chemical Engineering (EFCE) otorgó una Membresía Honoraria a Richard Darton, la Medalla Dieter Behrens a Sauro Pierucci y el premio a toda una vida profesional a Luis Puigjaner. Además, se entregaron premios de reconocimiento a los grupos de trabajo y secciones de EFCE y a estudiantes sobresalientes.

El congreso se compuso de tres programas, cada uno con su propio comité organizador: el Científico-Técnico, el de Estudiantes y el Industrial, y estuvo conectado con la feria Expoquimia, que se celebró del 2 al 6 de octubre.

El programa científico-técnico se centró en cuatro grandes retos mundiales:

energía, agua, alimentación y nutrición, salud y bienestar; relacionados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, y se dividió en siete áreas principales (*topics*), divididas a su vez en 35 *sub-topics*, 15 eventos o simposios especializados paralelos (véase tabla 2), 6 talleres y múltiples reuniones de trabajo de integrantes de las asociaciones, 8 conferencias plenarias, 95 conferencias magistrales, más de 1.500 comunicaciones orales y unos 2.000 pósteres. El programa cubrió todos los temas clave de la Ingeniería Química y reflejó las últimas tendencias científicas en esta área de conocimiento.

Se recibieron más de 3.800 trabajos, de los que se aceptaron casi 3.600, y se presentaron finalmente más de 3.400, superando las cifras de anteriores WCCE. Las tablas 3 y 4 muestran la distribución de trabajos por temas y por continentes, mientras que la 5 muestra los países con mayor número de trabajos aceptados. Además, se programaron 8 conferencias plenarias, con ponentes de prestigio internacional y de diferentes especialidades, combinando, además, perfiles académicos e industriales.



Sesión inaugural del 10.º Congreso Mundial de Ingeniería Química, el 1 de octubre en Barcelona.

### Conferenciantes plenarios

La primera fue impartida por Ignacio E. Grossman, de la Universidad de Pittsburgh (EE. UU.), con el título “Las tendencias futuras en investigación en Ingeniería Química”, una reseña histórica de la evolución de la ingeniería de procesos en los últimos 50 años, en torno a simulación, control, optimización, diseño y operaciones, destacando sus conceptos clave y contribuciones. Según expuso, muchos de estos desarrollos, han tenido un impacto significativo en la industria. La ingeniería de procesos, dijo, involucra todas las etapas de los productos químicos, desde el descubrimiento y diseño hasta la fabricación y distribución. También esbozó algunos de los retos de investigación, incluyendo los sistemas energéticos, la sustentabilidad, la intensificación de procesos, la fabricación inteligente, los nuevos materiales y la biología de sistemas, y subrayó la importancia del uso de herramientas como el *big-data* y el *machine learning* para su resolución. Grossmann defendió que el progreso, de la investigación, dependerá de sus avances en los principios básicos de la Ingeniería de Procesos y aseguró que los ingenieros químicos son los “optimizadores” de la industria.

Jackie Y. Ying, directora del Instituto de Bioingeniería y Nanotecnología de Singapur y pionera en la ingeniería química, ya que ha roto barreras de todo tipo: edad, culturales, de género y científicas, profundizó en el lema del congreso con su charla “Abordando los desafíos globales con la caja de herramientas de la nanotecnología”. Mostró cómo la nanotecnología permite un diseño y funcionalización de materiales y dispositivos a escala nanométrica para gran variedad de aplicaciones y proporciona herramientas para crear materiales y sistemas que pueden ayudarnos a abordar los desafíos en procesos químicos verdes, calentamiento global, energía limpia, biotecnología, medicina y seguridad alimentaria. Según dijo, los nuevos materiales deberían ser económicos, escalables y fáciles de transportar, y proporcionó ejemplos como el diagnóstico basado en el virus del Zika u otros métodos para diagnosticar otras enfermedades.

Molly Stevens, del Imperial College of London, reconocida por *The Times* como uno de los diez mejores científicos menores de 40 años, entusiasmó a los delegados con su intervención “Materiales híbridos biorreceptivos para la medicina regenerativa y la biodetección”. La pro-

fesora Stevens presentó los materiales híbridos *bio-responsive* y su importancia con aplicaciones que incluyen el diseño de fármacos, el diagnóstico de enfermedades y la ingeniería de tejidos, y conectó estos avances con desafíos cotidianos muy reales en materia de salud con ejemplos y soluciones futuristas.

Rakesh Agrawal, P.V. *Dankwerts Memorial Lecture*, habló de “Retos y oportunidades para la ingeniería química en una economía solar emergente” y recordó que, durante la mayor parte de su existencia, la humanidad vivió de la

en el mundo, aumentará la demanda de energía y la solar será la única fuente capaz de satisfacerla. La irradiación solar se convertirá en el principal proveedor de alimentos, energía, agua, productos químicos y otras necesidades humanas, y la ingeniería química permitirá aprovechar esta radiación y convertirla en formas utilizables como combustibles, fertilizantes, productos químicos, agua purificada, etc. El reto a resolver es el almacenamiento a gran escala de la energía para mitigar el problema de su disponibilidad intermitente.

Miguel Paradinas, subdirector general de Técnicas Reunidas, presentó la conferencia “Estrategias de ingeniería para un mundo en crecimiento: la experiencia de TRSA”, en la que revisó la situación mundial del petróleo y el gas, extrapolando la demanda y el uso durante los próximos veinte

años y presentó los proyectos de ingeniería de procesos de la compañía. Técnicas Reunidas se encuentra entre las diez mayores empresas de ingeniería del mundo y realiza más del 95 % de sus proyectos de diseño y construcción a nivel internacional. Su éxito es su especialización en ingeniería de procesos químicos y gestión de proyectos complejos o “gestión de la complejidad”. Hay que destacar que esta empresa posee su propia tecnología en procesos específicos, como refino de crudo, petroquímicos y fertilizantes, áreas básicas del núcleo de la empresa.



Los oradores de las conferencias plenarios del WCCE10: Ignacio E. Grossman, Jackie Y. Ying, Miguel Paradinas, Molly Stevens, Philippe A. Tanguy, Rakesh Agrawal (P.V. *Dankwerts Memorial Lecture*), Peter Schuhmacher y James (Jim) R. Fitterling.

energía solar y solo en los últimos dos siglos se ha vuelto dependiente de los recursos fósiles, cuya capacidad de almacenar energía de forma densa y su facilidad de uso llevó a un crecimiento sin precedentes y un estilo de vida antes inimaginable. La ingeniería química se desarrolló a medida que petróleo, gas natural y carbón se volvieron dominantes para el transporte, la producción química y otras necesidades humanas. Con el crecimiento de la población mundial (previsiblemente hasta 10.000 millones) y la mejora de la calidad de vida

### Tabla 1. Congresos mundiales de ingeniería química

|        |      |   |
|--------|------|---|
| WCCE1  | 1976 | Amsterdam (Holanda)                             |
| WCCE2  | 1981 | Montreal (Canadá)                               |
| WCCE3  | 1986 | Tokyo (Japón)                                   |
| WCCE4  | 1991 | Karlsruhe (Alemania)                            |
| WCCE5  | 1996 | San Diego (Estados Unidos)                      |
| WCCE6  | 2001 | Melbourne (Australia), establecimiento del WCEC |
| WCCE7  | 2005 | Glasgow (Reino Unido)                           |
| WCCE8  | 2009 | Montreal (Canadá)                               |
| WCCE9  | 2013 | Seoul (Corea del Sur)                           |
| WCCE10 | 2017 | Barcelona (España)                              |
| WCCE11 | 2021 | Buenos Aires (Argentina)                        |
| WCCE12 | 2025 | Beijing (China)                                 |

Philippe Tanguy, vicepresidente de I+D Partnerships del grupo Total, hizo atrevidas declaraciones en una ambiciosa intervención titulada: “Solución a los problemas energéticos globales”, y afirmó que el acuerdo de Clima de París exige un cambio radical para transformar el sistema energético actual en una combinación sostenible, basada en energías renovables, un aumento de la eficiencia del sistema, sobriedad energética y medidas de mitigación de gases de efecto invernadero. Según dijo, el desarrollo e innovación tecnológica en la generación de energía, la movilidad y la industria química contribuirán en gran medida al éxito de este cambio de paradigma. Según las aplicaciones energéticas, la madurez tecnológica de las soluciones y su capacidad de implementación práctica varían significativamente. Aventuró que la transición energética será específica de cada país, ya que depende de los recursos locales disponibles, el sistema existente (combinación de energía, infraestructuras, tipología de consumo) y el contexto social. Cada caso tendrá su propio enfoque y diferente solución, con objetivos a largo plazo y escenarios financieros.

Peter Schuhmacher, presidente de Investigación de Procesos e Ingeniería Química de BASF, planteó durante su presentación, titulada “Investigación de procesos en la industria química”, la necesidad creciente de alimentos, agua potable y energía, el mayor desafío de nuestro tiempo al ser recursos limitados en una población mundial en crecimiento. Las innovaciones basadas en la química, dijo, son la clave para hallar nuevas soluciones y puso ejemplos históricos, como tintes sintéticos, amoníaco para fertilizantes, polímeros, materias primas para espumas y envases de aislamiento, vitaminas sintéticas, fungicidas de éxito y biotecnología vegetal. Ahora el enfoque se desplaza hacia materiales avanzados y sistemas y procesos sostenibles, que solo se consiguen con equipos multidisciplinares: químicos, biólogos, físicos, expertos en materiales e ingenieros, algo que BASF ya utiliza para desarrollar procesos y productos innovadores para un futuro sostenible. También señaló la importancia de la digitalización, que se integrará en la I + D, a través de la minería de datos, el acceso rápido a datos limpios integrados y la aceleración del modelado y la simulación con supercomputación.

James Fitterling, director de Operaciones de la División de Ciencia de los Mate-



**Tabla 2. Temas y eventos conjuntos en WCCE10**

**Temas**

- Conocimiento, Educación y Entrenamiento
- Unidad de Operaciones y Procesos de Separación
- Ingeniería de Reacción Química
- Ingeniería de Sistemas de Proceso
- Ingeniería de Producto y Materiales Avanzados
- Biotecnología Aplicada
- Ingeniería Química Ambiental y Sostenible

**Eventos conjuntos**

- ESCAPE 27 (27 European Symposium of Computer Aided Process Eng.)
- IPIC-EPIC 6 (International, 6 European Process Intensification Congress)
- ICOSSE 2017 (International Congress on Sustainability Science and Engineering)
- PARMAT 2017 (International Conference on Processing, Handling and Characterization of Particulate Materials)
- 3.º Simposio Internacional sobre Materiales Lignocelulósicos
- CFD en Ingeniería Química y Procesos Industriales
- Nano-fibras de celulosa y materiales avanzados
- Procesos de oxidación avanzada
- Simposio sobre Suspensiones de Fibra en Ingeniería de Procesos
- Ingeniería Electroquímica
- Uso industrial de la Termodinámica
- Hidratos de Gas
- Almacenamiento de energía
- 7<sup>th</sup> Spouted Bed Symposium
- Seguridad de procesos

riales de Dow-DuPont, el nuevo gigante químico, disertó en la sesión plenaria de clausura señalando que “la cuarta revolución industrial no está por llegar, ya está aquí”. La tecnología no tiene sentido sin las personas, haciendo un llamamiento a implicar a los trabajadores y señalando como objetivo de la industria ofrecer soluciones que ayuden a las personas.

**Programa de estudiantes**

Durante el congreso, se organizó una conferencia de estudiantes de pregrado, una oportunidad para que intercambiaran experiencias con académicos de la

ingeniería química y áreas relacionadas de diferentes países. El programa incluyó tres días de información profesional, orientación, concursos, trabajo en red y actividades de interés académico, científico, profesional y de ocio.

La competición de Chem-E-Car® fue una de las estrellas de la conferencia, ya que combina ciencia, ingeniería y entrenamiento para demostrar el valor de los proyectos colectivos que unen a jóvenes entusiastas. Veinte equipos de estudiantes de Chem-E-Car® de todo el mundo compitieron con prototipos de autos propulsados por reacciones químicas. Tam-

**Tabla 3. Trabajos por temas que agrupan temas y eventos conjuntos**

| Temas + eventos conjuntos                      | Enviados     | Programados  |
|--|--------------|--------------|
| Conocimiento, educación y formación            | 55           | 48           |
| Operaciones unitarias y procesos de separación | 472          | 431          |
| Ingeniería de Reacción Química                 | 490          | 455          |
| Ingeniería de Sistemas de Procesos             | 1.063        | 847          |
| Ingeniería de Producto y Materiales Avanzados  | 285          | 261          |
| Biotecnología Aplicada                         | 488          | 459          |
| Ingeniería Química Ambiental y Sostenible      | 760          | 694          |
| Otros eventos conjuntos                        | 256          | 229          |
| <b>Total</b>                                   | <b>3.869</b> | <b>3.424</b> |

**Tabla 4. Distribución por continentes**

| Trabajos aceptados         |              |
|----------------------------|--------------|
| Unión Europea              | 1.911        |
| Resto de Europa            | 152          |
| América del Norte y Caribe | 270          |
| América del Sur y Central  | 471          |
| Asia-Pacífico              | 696          |
| África                     | 89           |
| <b>Total</b>               | <b>3.589</b> |

**Tabla 5. Países con mayor número de comunicaciones**

| Países         | Trabajos aceptados |
|----------------|--------------------|
| España         | 602                |
| Alemania       | 250                |
| Reino Unido    | 250                |
| Brasil         | 232                |
| China PR       | 203                |
| Francia        | 187                |
| Estados Unidos | 150                |
| Colombia       | 113                |
| Italia         | 100                |
| Japón          | 84                 |
| Países Bajos   | 71                 |
| México         | 69                 |
| Australia      | 68                 |
| Portugal       | 63                 |
| Corea del Sur  | 58                 |
| India          | 56                 |
| Canadá         | 49                 |
| Dinamarca      | 49                 |
| Chile          | 48                 |
| Argentina      | 46                 |
| Bélgica        | 46                 |
| Rusia          | 46                 |
| Grecia         | 45                 |
| Sudáfrica      | 44                 |
| Suiza          | 41                 |

bién se programaron otros dos concursos: uno de presentación de carteles y otro con un cuestionario de ingeniería química. (World Chem-E-Car® Video <https://www.youtube.com/watch?v=HApQqXEbLc>)

Se organizaron visitas a plantas industriales en el área de Barcelona y Tarragona, así como a estands seleccionados de Expoquimia, cuya 18.ª edición se celebraba de forma paralela, incluyendo una visita guiada a *Smart Chemistry*, *Smart Future*, el proyecto de Feique que muestra la capacidad de la química para mejorar y cambiar nuestro mundo con soluciones innovadoras para problemas cotidianos. Expoquimia, la feria internacional de química organizada por Fira de Barcelona, contó con 393 expositores y los pabellones 2 y 3 del recinto Gran Vía de la Fira congregaron una muestra de los grupos que conforman los sectores más dinámicos de la economía española. Con una superficie ocupada de más de 17.500 metros cuadrados y 35.000 visitantes, durante su transcurso se presentaron 2.221 productos, y se confirmó como el segundo mayor evento de la especialidad en la Unión Europea.

El congreso concluyó con la Declaración de Barcelona, con el objetivo de concienciar a la sociedad sobre la contribución e importancia de la ingeniería química para el planeta, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU y de acuerdo con el tema del congreso “Soluciones para los desafíos globales”. La Declaración, apoyada por los organizadores del congreso y todas las confederaciones de ingeniería química presentes, demanda:

—Que gobiernos y organizaciones de todo el mundo promuevan la inversión pública y privada en investigación, desarrollo e innovación, permitiendo la investigación libre en el marco de unos límites éticos y de seguridad.

—Que las decisiones de legisladores y autoridades tengan en cuenta criterios científicos cuando decidan sobre cómo resolver los grandes retos de la humanidad. Apoyo a los científicos, asignación de fondos en régimen de concurrencia competitiva y uso de la revisión por pares como procedimiento.

—Que la Ingeniería Química, disciplina próxima a otras tecnologías, que colabora en la solución de múltiples problemas, sea considerada esencial y cuente con el apoyo de los programas públicos de I+D+I.

—Que la educación en el futuro sea valorada y no dependa de vaivenes políticos. Debería estar garantizada para todos. En una sociedad educada, con una calidad de vida aceptable, con información fiable y con individuos que no sean fácilmente manipulables, la humanidad encontrará —como ya lo ha hecho— soluciones que nuestras actitudes cortas de miras no nos permiten imaginar, que son la mejor forma de afrontar los retos sociales.

Cabe destacar la alta participación de los delegados en las actividades sociales y su alto nivel de satisfacción, como se refleja en los resultados de las encuestas de satisfacción completadas por más de 1.000 delegados. La comunidad científica e industrial del mundo de la Ingeniería Química y relacionada con esta que acudió al congreso quedó satisfecha de su desarrollo y se han recibido numerosas felicitaciones, tanto a nivel personal como institucional. En esta línea, hay que señalar la satisfacción demostrada por las instituciones organizadoras, el Consejo Mundial y la Federación Europea de Ingeniería Química y otras instituciones colaboradoras, como la americana AIChE, la británica IChemE, la sociedad de Japón SCEJ, la de China (CIESC), Australia, etc. La sensación recibida de los investigadores y profesores españoles ha sido muy positiva, pues se volcaron en este congreso, como muestra (véase Tabla 5) que España fuera el país que más trabajos presentó. El testigo del congreso ha pasado ahora a Buenos Aires, donde se celebrará el WCCE11, mientras los de la EFCE (ECCE12 + ECAB5) se celebrarán en 2019 en Florencia.

**Enlaces:**

<http://www.wcce10.org/>  
<https://www.youtube.com/watch?v=SYaSXY07TLw>

# noticias

## NOTICIAS

### Rosa Menéndez primera mujer presidenta del CSIC

El pasado noviembre la investigadora química Rosa Menéndez López se convirtió en la primera mujer que preside el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), el mayor organismo público de investigación en España, que actualmente cuenta con unos 13.000 investigadores, de los cuales el 35,7% son mujeres. Nacida en Cudillero (Asturias) en 1956, Menéndez se licenció en Químicas por la Universidad de Oviedo en 1980 y obtuvo el doctorado en

1986. Su amplia producción científica se ha centrado en el aprovechamiento energético del carbono, desde el Instituto Nacional del Carbón, del CSIC, del que ha sido directora. También ha estado al frente de la Agencia Estatal de Investigación y del Comité Científico Asesor de Asturias. Su labor de investigación se ha visto reconocida con numerosos premios.



### XII Encuentro Nacional de Docentes de Química

El 5 de mayo tuvo lugar la XII edición del Encuentro Nacional de Docentes de Química, en la Universidad de Salamanca y dentro del marco de la XXXI Olimpiada Nacional de Química, con la participación de más de 50 profesores. El tema central del encuentro fue el de la mesa redonda titulada "Las olimpiadas de química y la enseñanza STEM", donde se expusieron proyectos de mejora de la enseñanza de las ciencias en general en España y cómo las olimpiadas científicas promueven el

interés de los jóvenes por las materias STEM (acrónimo en inglés de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), que se utiliza en todo el mundo como un modelo para fomentar estrategias docentes comunes entre esas materias. Otros participantes compartieron sus experiencias y mecanismos dirigidos a motivar a los estudiantes.



## NUESTRAS INSTITUCIONES

### Galardonados durante la celebración de San Alberto Magno 2017

Como cada año, el Colegio y la Asociación de Químicos de Madrid celebraron el día del patrón de los químicos, entre

## Actividades del Colegio de Químicos

El Colegio sigue ofreciendo la asesoría en temas jurídicos, laborales y económico-fiscales, para lo cual sigue activo el convenio firmado con la empresa DEPRAL, Despacho Profesional de Asesoramiento Legal, con más de 25 años de experiencia.

Aunque aún tiene poca demanda, el Colegio también mantiene su servicio de Certificado de Actuación Profesional (CAP), que tiene por objeto confirmar y registrar las actuaciones de los colegiados para acreditar su autoría y su experiencia y garantizar su calidad y responsabilidad ante terceros. Está especialmente recomendado para investigadores ante su participación en proyectos, tanto nacionales como internacionales.


También se mantiene el servicio de obtención del Certificado de Experiencia Profesional (CEP), que recoge todos los CAP o trabajos visados de un colegiado. El CEP equivale a un *curriculum vitae* autenticado y los colegiados pueden acreditar su experiencia profesional ante terceros y ofrecer garantías de calidad y responsabilidad.

Además, como dicta la ley, el Colegio realiza el visado de proyectos, dictámenes periciales, dirección de obras y otras actuaciones realizadas por los colegiados en el ejercicio de su profesión, cuando son objeto de informe, aprobación, adjudicación, concesión, autorización, permiso o licencia, tanto ante la Administración como ante terceros.

El Colegio también ha puesto en marcha un servicio de asesoría a los colegiados en materia de ayudas y subvenciones otorgadas por organismos públicos, como el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) del Ministerio de Economía. Se trata de un nuevo servicio al colegiado en la gestión de proyectos y ayudas en I+D+i, para ayudarle a gestionar sus proyectos, tanto si trabaja por cuenta ajena o como futuro empresario emprendedor. A partir de ahora, cualquier colegiado que lo solicite tendrá la posibilidad de acceder, a través de nuestro Colegio, a un apoyo en la gestión de las ayudas a este tipo de proyectos.

Además, el Colegio se encuentra en estos momentos apoyando a otras instituciones en la presentación de solicitudes de ayuda para proyectos de investigación relacionados con la materia química y de acuerdo a las competencias profesionales que le competen.

El Colegio mantiene su acuerdo de colaboración con la Asociación para la Innovación Científica (APLIC) para ofrecer ventajas a los colegiados en el acceso a su oferta de formación de posgrado, con cursos fundamentalmente prácticos y de inmediata aplicación al puesto de trabajo, tanto en formato presencial como en línea.

Por otro lado, en materia de protección de los datos de los colegiados, se están poniendo en marcha todas las acciones pertinentes para cumplir todas las obligaciones que conlleva el nuevo Reglamento General de Protección de Datos, que entró en vigor el 25 de mayo de 2018. 

el 14 y el 18 de noviembre, y se premió la labor científica y profesional de los siguientes compañeros:

**Asociación**

■ **Insignias de oro y brillante**

- D. Mario Redondo Ciércoles
- D. José María de Andrés Artero
- Dña. Elsa Suárez Álvarez-Cascos

■ **Miembro de Honor de la Asociación**

- D. Manuel Seara Valero

■ **Premio al Recién Graduado**

- D. Sergio Cuesta Galisteo
- Accésit del Premio al Recién Graduado
- D. Daniel Díez Iriepa
  - D. Jorge Labella Santodomingo

**Colegio**

■ **Colegiado Distinguido**

- D. Ernesto Castañeda Martín
- D. Francisco Javier Pérez Trujillo

■ **Colegiado Honorario**

- D. Rafael Ruiz Calatrava
- D. Alberto Guerrero Fernández
- D. Miguel Fernández de Sevilla Morales

La próxima celebración tendrá lugar del 13 al 17 de noviembre de 2018.

**Showcooking: uso de gases en cocina**

La **Asociación de Químicos de Madrid**, en colaboración con **Praxair** y la **Universidad Complutense de Madrid**, acogió el 27 de abril la conferencia “Aplicación de los gases industriales en la alimentación”, impartida por Lorena Sanz, de Praxair. El evento, celebrado en la Facultad de Ciencias Químicas de la UCM y dirigido a alumnos y profesores



de Química de la Universidad y de diversos institutos de Madrid, estuvo acompañado de un *showcooking*, en el que el chef Alberto Tabernero preparó unos aperitivos utilizando gases habituales en la cocina moderna, como N<sub>2</sub> líquido y CO<sub>2</sub> sólido (“hielo seco”).

**La Asociación de Químicos de Madrid (AQM) en el CONAMA 2018**

La Sección Técnica de Medio Ambiente de la AQM volverá a participar en el Congreso Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), que se celebrará en noviembre de 2018, liderando el grupo de trabajo sobre los retos y oportunidades de los nanomateriales. Además, diversos miembros de esta Sección participarán en grupos de trabajo sobre educación ambiental, residuos, agua, economía circular y residuos marinos. Cualquier asociado interesado en participar en este u otro grupo, puede ponerse en contacto con la Sección a través de la Secretaría del Colegio o de la Asociación.

**Premio al recién graduado en Química, Ingeniería química y Bioquímica 2018**

La Sección de Estudiantes del Colegio y la Asociación de Químicos de Madrid – ANQUE organizaron el concurso para químicos noveles de las Universidades Complutense de Madrid, Autónoma de Madrid, Alcalá de Henares y Rey Juan Carlos, con un primer premio dotado de 500€ y hasta cuatro accésits de 250€. El concurso valorará los méritos académicos y la labor realizada por los estudiantes a favor de la Química. Los recién graduados tuvieron hasta el 5 de octubre de 2017 para presentar sus candidaturas, y los ganadores se harán públicos durante la celebración de San Alberto 2018.

**Registro de peritos**

El Colegio Oficial de Químicos de Madrid realiza la recogida de las fichas modelo de peritos judiciales, con el fin de actualizar los datos correspondientes a la base de datos de peritos registrados en la Comunidad de Madrid para dar servicio a los tribunales madrileños. Los interesados deben enviar sus datos al Colegio antes del 15 de septiembre de 2018. La documentación se puede solicitar en este correo electrónico: [colquim@quimicos-madrid.org](mailto:colquim@quimicos-madrid.org)

**Nueva Declaración de Principios sobre el Desarrollo Sostenible**

La Comisión de Medio Ambiente de la Unión Interprofesional de la Comunidad de Madrid (UICM), en la que participa nuestro Colegio, ha actualizado la Declaración de Principios sobre el Desarrollo

**Agencia de colocación del Colegio de Madrid**

La nueva acreditación de los servicios de empleo del Colegio le faculta para ir más allá del mero buzón de ofertas para colegiados demandantes. La gestión actual permite casar adecuadamente oferta y demanda para una intermediación más eficaz. Esta posibilidad estará implícita en la oferta de servicios que se proporcione en los encuentros con los posibles empleadores. Además, se presta la ayuda necesaria para elaborar sus currículos y preparar las entrevistas de trabajo, especialmente cuando estén relacionados con puestos en el extranjero. Los colegiados pueden solicitar este servicio desde la web del Colegio [www.quimicosmadrid.org](http://www.quimicosmadrid.org)

Con independencia de las tareas que el Colegio pueda realizar con sus propios recursos, la situación de desempleo actual nos lleva a buscar todas las vías para encontrar oportunidades de empleo, incorporando, en la medida de lo posible, la colaboración de empresas y entidades de intermediación en el mercado laboral.

La consecución de un puesto de trabajo en el extranjero comporta una serie de problemas al colegiado que requieren una asistencia específica. Aquellos que tienen carácter logístico deben resolverse a través de los colegidos ya residentes en el país de que se trate, captados por el Colegio para esa tarea solidaria. Los problemas derivados de las nuevas circunstancias laborales y fiscales que necesitan asistencia especializada, tanto en España como en el país de destino, se resuelven mediante los convenios con especialistas en asuntos fiscales y laborales.

En la actualidad se encuentran apuntados a la Agencia de Colocación 128 colegiados, entre los que predominan los más jóvenes y los mayores de 45 años. Semanalmente, con la colaboración de las empresas e instituciones, se están enviando ofertas a los colegiados en diferentes especialidades, con predominio del sector sanitario. 📍

## Ricardo Díaz Martín, en Radio Tentación



El pasado abril nuestro decano, Ricardo Díaz Martín, fue entrevistado por Antonio Miguel Carmona en el programa "Pongamos que hablo de Madrid", de Radio Tentación. Entre otros asuntos, durante la entrevista se habló de la situación de la ciencia en España y Díaz Martín aseguró que la investigación genera mucha ilusión, pero precisa mucha perseverancia y, sobre todo, paciencia. Nuestro decano apuntó también que, en la situación actual

de España, investigar es muy complicado y subrayó que buena parte del problema radica en el divorcio existente entre las empresas y las universidades, que no convergen en intereses a la hora de apostar por la investigación aplicada. Como posible solución propuso que desde las instituciones políticas se creen marcos de colaboración que permitan realizar investigación aplicada a las empresas y a las universidades, en los que los intereses de ambas partes queden cubiertos.

### Vicesecretario

D. Antonio Gutiérrez Maroto

### Vocales

- D.ª Mar Alarcón Hernández.
- D.ª Lourdes Campanero Campanero
- D. Javier Domínguez Cuenca
- D.ª Rosario García Jiménez
- D.ª María Esther Lindoso García
- D. Carlos Mayo del Río
- D. Iñigo Pérez-Baroja Verde
- D. Juan Antonio Revenga Hernánz

### Premios Suschem 2017 y 2018

El Premio Futura Mestrelab, uno de los cuatro para jóvenes investigadores químicos, que concede la Plataforma Tecnológica Europea para una Química Sostenible (Suschem), fue otorgado por unanimidad del jurado (que estuvo presidido por Donato Herrera Muñoz, en representación de ANQUE) a Marina Pérez Jiménez, graduada en Químicas por la Universidad de Sevilla, con una nota media de 9,55 sobre 10. Los finalistas fueron Esther Gómez Mejía, de la Universidad Complutense de Madrid, y Javier Corpas Pardo, de la Universidad Autónoma de Madrid. Los restantes premios fueron otorgados a Alberto Puga Vaca, en la modalidad Innova Mestrelab; Liher Prieto Aretxabaleta, en la de PreDoc Mestrelab; y María Escudero Escribano, en PostDoc Mestrelab.

Ya se ha puesto en marcha la X edición de estos premios, cuyo objetivo es incentivar y promover la actividad científica y divulgativa llevada a cabo por los jóvenes químicos españoles.



### Elecciones del Colegio

Tras las elecciones celebradas en enero para para la renovación parcial de cargos del Ilustre Colegio Oficial de Químicos de Madrid, la Junta Directiva pasa a estar formada por:

#### Decano

D. Ricardo Díaz Martín

#### Vicedecano 1.º

D. Valentín González García

#### Vicedecano 2.º

D. Félix García-Ochoa Soria

#### Secretario

D. Tomás García Martín

#### Tesorero

D.ª Lucía Grijalbo Fernández

Sostenible. El documento, que fue presentado en la clausura de la 2.ª edición del Día de las Profesiones, el 17 de abril de 2018, y sustituye a la Declaración aprobada en 2010, tiene como objetivo que los colegios profesionales de la Comunidad formalicen su compromiso con el medio ambiente. La amplitud del problema ambiental hace que el acercamiento multidisciplinar de la UICM sea especialmente relevante.

## Cursos y conferencias celebrados

El Colegio y la Asociación de Químicos de Madrid han albergado durante el último semestre de 2017 y el primero de 2018 las siguientes conferencias y cursos:

- 6 de junio de 2017 ■ Papel de la Química en el campo de la energía nuclear
- 21 de septiembre de 2017 ■ Consideraciones ecotoxicológicas del cambio climático y Biogeomedicina
- 3 de octubre de 2017 ■ ¿Existe realmente un cambio climático?
- 11 de octubre de 2017 ■ Evaluación y planificación de la calidad del aire en España según la legislación vigente
- 7 de noviembre de 2017 ■ Elaboración y crianza de los vinos de Jerez
- 14 de noviembre de 2017 ■ Mesa redonda: El hidrógeno como combustible alternativo
- 15 de marzo de 2018 ■ Gestión química del cuerpo humano

- 10 abril de 2018 ■ Mis experiencias sobre la entrada de España en el Mercado Único Europeo (desaparición de aduanas)
- 19 de abril de 2018 ■ Almacenamiento de energía renovable y CO<sub>2</sub> en forma de combustibles sostenibles
- 27 de abril de 2018 ■ *Showcooking*: aplicación de los gases industriales en la alimentación
- 8 de mayo de 2018 ■ La fotografía como fuente de motivación de la enseñanza de la Química
- 31 de mayo de 2018 ■ El hidrógeno en el sector minero energético
- 7 de junio de 2018 ■ IBD: la aplicación de la intensificación de procesos en la industria farmacéutica, minera y cerámica. Caso de proyecto europeo: tópico H2020-SPIRE-08-2015

- **Curso** sobre la Norma ISO/IEC 17025:2017. Revisión teórica aplicada de los nuevos requisitos. Del 28 al 30 de noviembre de 2017

## MUNDO EMPRESARIAL



### Nueva técnica para el craquelado

Comindex ofrece una combinación de dispersiones de poliuretano y acrílicas que logran el efecto. Alberdingk U3251: dispersión de poliuretano base poliéster, aplicar como basecoat. Alberdingk AC2508: dispersión acrílica muy dura, aplicar como capa intermedia. PUR-MATT 300: dispersión mate de poliuretano, aporta un acabado mate con tacto sedoso, aplicar como topcoat.

### Ercros aumentará su producción a finales de 2018

Ha decidido acometer una segunda ampliación de 26.000 t/año de la capacidad de producción de la planta de cloro y sosa cáustica de la fábrica de Vila-seca I. Se espera que entre en servicio a finales de 2018, tras esto la capacidad total de producción de color-sosa de Ercros alcanzará las 191.000 t/año. También se puso en marcha con éxito, el pasado 8 de febrero, la nueva capacidad de producción de cloro-sosa de la fábrica de Sabiñánigo. La ampliación fue de 15.000 t/año. La actual capacidad de producción de Ercros es de 165.000 t/año, de tal forma que se ha situado como el primer fabricante de España, con una cuota del 59% de la capacidad de producción del país.

### La industria química, líder en inversión I+D+i

El pasado 14 de marzo tuvo lugar la XII Asamblea General de la Plataforma Tecnológica de Química Sostenible Sus-Chem España en la sede en Madrid del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI). Contó con la intervención de un amplio elenco de expertos que pusieron en el foco del debate la posición que debe ocupar el sector químico en España y Europa ante el Noveno Programa Marco de Investiga-

ción e Innovación, FP9. Juan Antonio Labat, presidente de Feique, destacó el esfuerzo que lleva a cabo la industria química para situarse como el mayor inversor en I+D+i del conjunto de la industria española (25% del total), teniendo en cuenta que el 57% de sus empresas son innovadoras, el doble de la media industrial, y el 23% de los investigadores que trabajan en la industria española lo hace en una empresa química.

### España destaca en reciclado y suspende en vertederos

PlasticsEurope publica los resultados de su estudio de gestión de residuos plásticos, en el que España se sitúa como el segundo país europeo que más plástico recicla por habitante. Sin embargo, es también el que más plásticos envía a vertederos. La falta de restricciones de envío al vertedero y lo barato que sale esta opción en España, dificultan el avance hacia una economía más circular y sostenible.



### Atlantic Copper la fundición de cobre más eficiente del mundo

Según la clasificación que elabora anualmente la consultora especializada Wood Mackenzie, la instalación onubense ha pasado en 2016 (últimos datos) a ser la que menor consumo de energía utiliza: 611 kilovatios/hora por tonelada de concentrado de cobre fundido.

Miguel Palacios, director de la factoría, ha explicado en la presentación del balance anual que con ello "hemos superado a fundiciones muchos más modernas como las creadas en China en los últimos años u otras de nuestra época, de la década de los setenta, como la japonesa de Toyo que son referencia mundial". La compañía ha invertido sistemáticamente desde 2003 en eficiencia energética tanto recuperando calor que genera su proceso productivo como

mitigando el consumo con múltiples mejoras tecnológicas. El resultado, según Palacios, es que la fundición consume hoy un 23% menos que en 2003.

### Grupo ADI adquiere Quaternia

Grupo ADI, con el asesoramiento de la compañía de fusiones y adquisiciones Clairfield International, y el despacho legal Rousso Costa Durán, ha adquirido Quaternia, empresa comercial y fabricante de especialidades químicas en el sector Home Care / Personal Care / Industrial. Con esta adquisición Grupo ADI diversifica su cartera y consolida su posición en el mercado español, además de dar un salto a la fabricación, con formulación y marca propia.

### Repsol obtiene la certificación FSSC 22000

La compañía ha obtenido, en su Complejo Industrial de Tarragona, la primera certificación FSSC 22000 concedida a un centro de producción de poliolefinas a nivel mundial. Adicionalmente, la compañía está llevando a cabo todas las gestiones requeridas para obtener esta misma certificación en sus otros dos centros de producción de poliolefinas, en Puer-tollano y Sines (Portugal).



### Convenio de colaboración entre FEIQUE y Ramboll Environ

Este último adquiere la condición de Business Partner de Feique. Ramboll Iberia pone a disposición de las empresas y asociaciones de la industria química adheridas a Feique su equipo profesional, con formación especializada en mantener un equilibrio entre las necesidades empresariales del cliente en el corto, medio y largo plazo, y valorar los riesgos, oportunidades y responsabilidades en materia de salud y medio ambiente, asistencia técnica en litigios medioambientales, asistencia durante el cierre y reutilización de emplazamientos, análisis de sostenibilidad de edificios y gestión de materiales con amianto.

# iones

Texto: Javier Fuertes Gimeno



## Tatuajes bioindicadores para diabéticos

Hasta el momento, los diabéticos necesitan hacer un seguimiento de sus niveles de azúcar entre 3 y 10 veces al día, para lo cual deben pinchar su piel y depositar una gota de sangre sobre una tira reactiva, o implantar un dispositivo bajo la piel que los monitorice constantemente mediante un dispositivo electrónico. Dentro de poco podrán simplemente ponerse un tatuaje, si está hecho con la tinta DermalAbyss, desarrollada conjuntamente por Ali Yetisen y Nan Jiang, de la Universidad de Harvard, y Katia Vega, Xin Liu, Viirj Kan y Nick Barry del MIT. Esta tinta cambia de color según el pH y las concentraciones de sodio y glucosa en sangre. Así, el azul se vuelve marrón si los niveles de glucosa aumentan, el verde se vuelve más intenso cuando hay un exceso de sodio en sangre y un tercer sensor cambia entre los tonos rosa y morado si hay variaciones de pH. El tatuaje se convierte así en un biosensor en el que la piel es la propia interfaz de lectura.

El proyecto se encuentra aún en una fase de investigación primaria, y no tiene prevista una salida al mercado o a los ensayos clínicos. De momento, las pruebas se están realizando sobre piel

de cerdo, y según las investigadoras aún debe ampliarse el rango de detección de los sensores, su biocompatibilidad en los ensayos *in vivo* y la permanencia de la tinta en los tejidos vivos sin dispersarse.

## Las aves utilizan las feromonas de sus presas para facilitar su caza

Las aves insectívoras emplean el olfato para localizar las señales químicas que sus presas emiten durante la época de celo, según un estudio realizado en condiciones naturales por investigadoras del Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC), que se ha publicado en la revista *PLOS ONE*.

“Sabemos que [las aves] son capaces de detectar las señales químicas emitidas por los árboles infestados por orugas gracias al olfato. Con este estudio queríamos comprobar si también pueden detectar las feromonas de sus presas”, explica Irene Saavedra, una de las investigadoras. Para ello, emplearon las condiciones naturales de un bosque de roble melojo con una alta abundancia de herrerillos comunes, y carboneros comunes, y colocaron modelos de plastilina de las orugas de la polilla de invierno en algunas ramas de los robles. En la mitad de estas ramas colocaron también dispensadores de feromonas de las polillas y en otras colocaron un modelo de dispensador que no emitía feromonas. “Determinamos la atracción de las

aves contando el número de orugas con signos de depredación por aves en cada rama”, explica Saavedra.

El número de orugas picadas fue mayor cuando estaban cerca de un dispensador de feromonas que cuando estaban cerca de un dispensador control. De esta manera, en 10 de los 16 árboles que tenían un dispensador de feromonas se encontraron orugas picadas por aves, mientras que solo en 3 de los 16 árboles que tenían un dispensador control se encontraron signos



de ataques a las orugas de plastilina, “Los resultados nos llevan a concluir que las aves son capaces de detectar las feromonas que emiten sus presas durante la búsqueda de pareja para maximizar la búsqueda del alimento”, concluye la investigadora.


## EFEMÉRIDES HACE 200 AÑOS...

### Se publica la primera tabla de pesos atómicos

En 1818, el sueco Jacob Berzelius (1779-1848) publica su tabla de pesos atómicos de los elementos químicos conocidos. A partir de 1807 había empezado a realizar el análisis sistemático de sustancias, tras ser nombrado profesor de Química y Farmacia en el Instituto Karolinska. Once años después, había realizado unas 2.000 mediciones, y con los resultados acumulados realizó los cálculos necesarios para determinar el peso de cada átomo.



El hecho de que ignorase la hipótesis de Avogadro, del número de moléculas en un volumen de cualquier gas a la misma temperatura y presión, le hizo incurrir en errores. A pesar de ello, muchas de sus cifras se asimilan a las aceptadas actualmente. Además presentó varios pesos moleculares, fácilmente calculables una vez conocido el peso de cada átomo y la composición de la molécula.

Ese mismo año fue nombrado secretario de la Real Academia Sueca de las Ciencias, puesto que ocupó hasta su muerte en 1848. 

## EN RED



### Misión Juno

En la web oficial de la misión Juno, la NASA nos permite seguir de cerca el día a día de la sonda alrededor de Júpiter. No solo eso, también podemos descubrir todos los detalles del gigante gaseoso, su historia, sus características y lo que nos queda aún por averiguar.

La web pone a nuestro alcance los resultados de las anteriores misiones al planeta, de una forma comprensible pero rigurosa, a la par que muy atractiva. Podemos aprender los conceptos básicos de la exploración espacial, los instrumentos empleados y la investigación asociada a cada logro. La historia de la misión Juno resulta fascinante, tanto por la forma en que se logró que la sonda llegase a su destino como por su cometido científico el estudio de Júpiter

ter y su influencia en nuestro sistema solar.

Más allá de esta clase magistral de astrofísica e ingeniería aeroespacial, lo que realmente ha causado sensación es la ciencia colaborativa que personas de todo el planeta pueden realizar gracias a esta página web. La JunoCam es el proyecto insignia del sitio, una comunidad donde astrónomos y fotógrafos aficionados, o todo aquel que se atreva, pueden subir sus observaciones del planeta gigante, planear los puntos de interés que la sonda estudiará y descargar y procesar las imágenes obtenidas en la misión. Todo ello en un ambiente de discusión abierta a la crítica y la reflexión común. Ciencia libre en estado puro, donde se enseña y aprende a partes iguales.

<https://www.missionjuno.swri.edu/>

### Hablando de ciencia

Hablando de Ciencia es una asociación de divulgación científica, cuyos socios mantienen al día una web en la que encontrar píldoras de conocimiento, de todas las ramas del saber. La asociación se define defensora del pensamiento científico, como resistencia frente al poder que se ejerce sobre la ignorancia. Una sociedad tecnológica como la nuestra, que desconoce los fundamentos sobre los que se alzan las herramientas que la mantienen en movimiento, es una sociedad fácilmente manipulable por aquellos que mantienen la supremacía del saber.

La divulgación en esta página tiene una labor eminentemente social, acercando al público general los conceptos

esenciales para comprender cómo hemos vivido, vivimos y podremos vivir en el mundo. Se pueden encontrar tanto artículos como material audiovisual de diferente metraje, elaborado por los miembros de la asociación.

Hablando de Ciencia es también la responsable del evento Desgranando Ciencia, celebrado en Granada en abril y de categoría nacional, con talleres, documentales y visitas a centros de investigación. En Málaga realizan un ciclo anual de charlas y debates y en Barcelona el BCNSpiracy, un encuentro abierto para hablar de ciencia en un entorno cercano y fluido.

<http://www.hablandodeciencia.com/>

## REDES



### Píldoras de saber

@science.ig

Noticias, curiosidades y hechos cotidianos abordados desde un punto de vista científico, en vídeos cortos y vistosos. Aptos para ver en cualquier lado y momento, aquí podemos aprender cómo cambia de color un camaleón mientras esperamos al metro, o conocer un nuevo material hidrófobo.



### Mujeres con Ciencia

Una iniciativa de la Cátedra de Cultura Científica de la UPV/EHU, esta página de Facebook está dedicada a visibilizar el trabajo de la mujer en el mundo científico, dando a conocer la inmensa labor que han realizado y que están realizando en estos momentos.



### Al día en el mundo de la ciencia #CdeCiencia

Martí es un joven que quiere acercar la cultura científica, en un formato entretenido y que levanta la curiosidad. Los lunes comienza la semana recopilando las ocho noticias más relevantes, mensualmente elabora un minidocumental de temas diversos y cada tres meses, un "megatutorial" donde nos explica, por ejemplo, cómo fabricar una bomba atómica.



### Estrellas fugaces

@jmmadiedo

Doctor en Astrofísica y Química, José María Madiedo es un ávido investigador de cometas, asteroides, meteoritos y meteoroides. Su cuenta de Twitter es una colección de instantáneas del cielo nocturno, previsiones de avistamientos y actualidad astronómica internacional.

## El sincrotón ALBA descubre el potencial magnético de las ondas acústicas

Uno de los métodos empleados hasta ahora para variar las propiedades magnéticas de un material es la deformación elástica del material piezoeléctrico mediante la aplicación de un voltaje. Sin embargo, es un proceso demasiado



lento (entre segundos y milisegundos), por lo que no es eficiente como herramienta de almacenamiento y procesamiento de datos en nuevas tecnologías de computación y comunicación. Ahora, una nueva técnica experimental permite visualizar cuantitativamente las ondas acústicas superficiales y utilizarlas para modificar la magnetización de nanoelementos magnéticos sobre la capa superficial de un cristal. El proceso puede así realizarse con mucha mayor rapidez (escala de subnanosegundos) si el voltaje se emplea para producir una

## LIBROS

### *Nansen, maestro de la exploración polar*

Javier Cacho

Fórcola Ediciones. Madrid, 2017

Javier Cacho es físico y escritor. En el ámbito científico es reconocido por sus investigaciones pioneras en el estudio de la capa de ozono, de las cuales nacería su interés por la Antártida. El descubrimiento del agujero de ozono hizo que en 1986 formase parte de la Primera Expedición Científica Española a la Antártida, y desde ese momento su actividad ha estado tan centrada en el lugar como en la divulgación de las características, historia e investigación del continente blanco.



Su curiosidad por la exploración de aquellas tierras le ha llevado a publicar varios libros al respecto, *Amundsen-Scott: duelo en la Antártida*, *Shackleton, el indomable* y, el más reciente, dedicado a Fridtjof Nansen, bajo el título *Nansen, maestro de la exploración polar*. La historia de este noruego está, como cabría esperar, llena de aventuras. Científico de profesión, lideró el primer grupo que cruzó Groenlandia a pie en 1888 y logró el récord de latitud norte en una expedición entre 1893 y 1896. La figura de Nansen es más que la de un aventurero con ingenio científico; tiene un aura humanista, preocupado por los problemas sociales de su época, que le hizo ganar el Premio Nobel de la Paz en 1922. Aunque no viajó personalmente a la Antártida, se convirtió en un referente de la supervivencia en los climas más hostiles y las técnicas de exploración, y fue siempre consultado por quienes tomaron el relevo.

onda acústica superficial (SAW), que se propaga sobre la superficie de un cristal como las olas en el océano, afectando solo a la superficie externa. Este sistema podría emplearse para estudiar otras áreas como la manipulación de nanopartículas y células o controlar reacciones químicas.

El trabajo ha sido realizado por un grupo de investigadores del sincrotrón ALBA, del Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona y de la Universidad de Barcelona, en colaboración con el Instituto Paul Scherrer (Suiza), la Universidad Johannes Gutenberg Mainz y el Instituto Paul Drude (Alemania).

## EXPOSICIONES

### Visitas al Observatorio hispano-alemán de Calar Alto y la Plataforma Solar de Almería

La provincia de Almería permite realizar dos visitas de contenido científico que, por su temática y proximidad, son una interesante forma de pasar el fin de semana.

Por un lado, el observatorio astronómico de Calar Alto es el mayor observatorio de Europa continental, con telescopios profesionales de hasta 3,5 metros de apertura. Está operado en conjunto por el Instituto de Astrofísica de Andalucía y el Instituto Max Planck para Astronomía de Heidelberg.

La visita diurna consiste en una charla didáctica sobre



el observatorio, el uso científico de los telescopios y la luz en astronomía, seguida por la visita al edificio de uno de los telescopios. La duración aproximada es de 2 horas. La visita nocturna se centra en la observación del cielo estrellado, aprovechando las magníficas condiciones del emplazamiento, y puede realizarse en el nivel básico con telescopios portátiles, o en el avanzado empleando el telescopio profesional de 1,23 m.

El otro centro es la Plataforma Solar de Almería, la mayor y más completa del mundo en I+D sobre sistemas de concentración de energía solar térmica. La visita a sus instalaciones es guiada, con demostraciones del funcionamiento de sus instrumentos y de una duración aproximada de 2 horas. Después se puede disfrutar de un paseo libre para apreciar las exposiciones divulgativas y diversas maquetas del complejo.

Ambos centros, pese a ser referentes globales en sus campos, se encuentran en una delicada situación económica que amenaza su actividad científica. Visitarlos, y aprender de ellos, puede ser una buena forma de mostrar el apoyo a sus labores de investigación.

#### Consultar fechas:

<http://www.azimuthspain.com/>


<http://www.psa.es/es/visitas/reservas.php>



## Representación de caras de personas por composición de imágenes diversas

El rostro de los humanos es el órgano central donde están ubicados los receptores de los sentidos y también es el espejo que refleja la expresión de los sentimientos de una persona. El rostro es la superficie frontal de la cabeza y es crucial para determinar la identidad humana. Los ojos, la nariz, las mejillas, el mentón y la boca son los elementos que con sus variadas formas hacen que una cara tenga una identidad característica propia. La cara es una región altamente sensitiva del cuerpo humano y su expresión puede cambiar cuando el cerebro es estimulado por cualquiera de los cinco sentidos y también por la temperatura. Los músculos de la cara desempeñan un papel preminente en la expresión de la emoción y varía en los diferentes individuos, dando lugar a cierta diversidad adicional a la expresión y rasgos faciales. La forma de la cara está determinada por la estructura ósea del cráneo que, con su variación anatómica, hace que cada cara sea única. Además, la forma de la cara cambia con el tiempo y la simetría facial es determinante en su belleza. En la dirección de Google “The seven face shapes- which one is yours? — Salt Lake City St. George Beauty | Examiner.com” se describen siete formas diferentes de rostros. La forma *oval* se considera la ideal. Las caras *cuadrada* y *redonda* son las más comunes. La cara *triangular* o en forma de *pera* es más estrecha en la frente y más ancha en la línea de la mandíbula. Otras formas son la de *corazón* o de *triángulo invertido*, la forma *oblonga* que es rectangular y la de forma de *diamante* que es la menos común.

En las siete figuras se muestran rostros no corrientes que están compuestos por yuxtaposición de diferentes imágenes más pequeñas. Es interesante que a primera vista se observa una cara regular y sin embargo una mirada más profunda revela una cara irregular. Este hecho hace que a estas pinturas se las considere unas obras de arte profundamente creativas que muestran el proceso de percepción del cerebro humano. Las figuras 1, 2 y 3 fueron creadas por el pintor mejicano Octavio Ocampo, nacido en 1943, cuyas obras se caracterizan por el fenómeno de que una pintura esconde más pinturas.

Las figuras 4 a 7 son obras de ilusión óptica del pintor ruso Oleg Shuplyak, nacido en 1967. Son retratos de personalidades famosas dibujados de tal modo que objetos comunes y escenarios amalgamados construyen sus rostros característicos. La figura 4 muestra el rostro del artista francés Pierre-Auguste Renoir, pintor importantísimo en el desarrollo del estilo impresionista. La figura 5 representa al pintor Salvador Dalí, bien conocido por sus sorprendentes obras surrealistas. La figura 6 muestra al artista ruso-francés Marc Chagall, cuyas pinturas se caracterizan por un mundo de fantasía y sueños. Y finalmente la figura 7 es la imagen del físico inglés Isaac Newton. A modo de conclusión: vemos que con diferentes imágenes se pueden componer otras que al observador le producen la impresión de caras humanas. 

Abraham Tamir  
Ben-Gurion University of the Negev (Israel)  
Francisco Ruiz Beviá  
Universidad de Alicante (España)

# agenda

Madrid,  
Del 13 al 15 de junio de 2018  
**TECMA. Feria Internacional del Urbanismo y del Medio Ambiente**  
IFEMA – Feria de Madrid,  
Av. del Partenón, 5  
[www.ifema.es/tecma\\_01](http://www.ifema.es/tecma_01)

Madrid,  
Del 13 al 15 de junio de 2018  
**GENERA. Feria internacional de Energía y Medio Ambiente**  
IFEMA – Feria de Madrid,  
Av. del Partenón, 5  
[www.ifema.es/genera\\_01](http://www.ifema.es/genera_01)



Murcia,  
Del 17 al 20 de junio de 2018  
**9.º Congreso Internacional de Química Alimentos y Bebidas**  
Hotel Thalasia,  
San Pedro del Pinatar  
[www.anque2018.com](http://www.anque2018.com)

Barcelona,  
Del 5 al 6 de septiembre de 2018  
**Biocides: la feria**  
CCIB – Centro de Convenciones Internacional de Barcelona,  
Plaça de Willy Brandt, 11-14  
[www.nferias.com/biocides/](http://www.nferias.com/biocides/)

**Gastech**  
EXHIBITION & CONFERENCE

Barcelona,  
Del 17 al 20 de septiembre de 2018  
**GASTECH. Congreso y exhibición sobre gas y gas licuado**  
Fira de Barcelona,  
Av. Reina María Cristina, s/n  
[www.gastechevent.com](http://www.gastechevent.com)



Madrid,  
Del 26 al 27 de septiembre de 2018  
**Composite Spain + MetalMadrid y Robomatica**  
Feria dedicada a materiales tecnológicamente avanzados  
IFEMA – Feria de Madrid,  
Av. del Partenón, 5  
<http://www.easyfairs.com/es/metalmadrid-2018/composite-spain-2018/>

Bilbao,  
Del 8 al 9 de octubre de 2018  
**Oil & Gas Conference**  
Bilbao Exhibition Centre,  
Ronda de Azkue, 1  
[ogc.bilbaoexhibitioncentre.com/](http://ogc.bilbaoexhibitioncentre.com/)



Madrid,  
Del 6 al 8 de noviembre de 2018  
**ChemPlast Expo. Cita anual de la Industria Química y Plástica.**  
IFEMA – Feria de Madrid,  
Av. del Partenón, 5  
[www.chemplastexpo.com](http://www.chemplastexpo.com)

Madrid,  
Del 12 al 13 de noviembre de 2018  
**Salón del almacenaje, mantenimiento, logística y distribución**  
IFEMA – Feria de Madrid,  
Av. del Partenón, 5  
<http://www.easyfairs.com/empack-madrid-2018/logistics-madrid-2018/>



Madrid,  
Del 13 al 16 de noviembre de 2018  
**MATELEC – Salón Internacional de Soluciones para la Industria Eléctrica y Electrónica**  
IFEMA – Feria de Madrid,  
Av. del Partenón, 5  
[www.ifema.es/matelec\\_01](http://www.ifema.es/matelec_01)

Valencia,  
Del 27 al 29 de noviembre de 2018  
**ECOFIRA. Feria Internacional de las Soluciones Medioambientales**  
Feria de Valencia,  
Av. de las Ferias, s/n  
[ecofira.feriavalencia.com](http://ecofira.feriavalencia.com)

Alemania,  
Del 11 al 15 de junio de 2018  
**ACHEMA Foro Internacional de la Tecnología Química y Bioquímica.**  
Frankfurt am Main  
[www.achema.de](http://www.achema.de)



Alemania,  
Del 20 al 21 de junio de 2018  
**Chemspec Europe**  
Koelnmesse, Colonia  
[www.chemspeceurope.com](http://www.chemspeceurope.com)

**Para el alumnado:**  
Libro del alumnado

**Para el profesorado:**  
Propuesta didáctica,  
recursos para el profesorado  
(disponibles en la web)  
y portfolio

## Física y Química

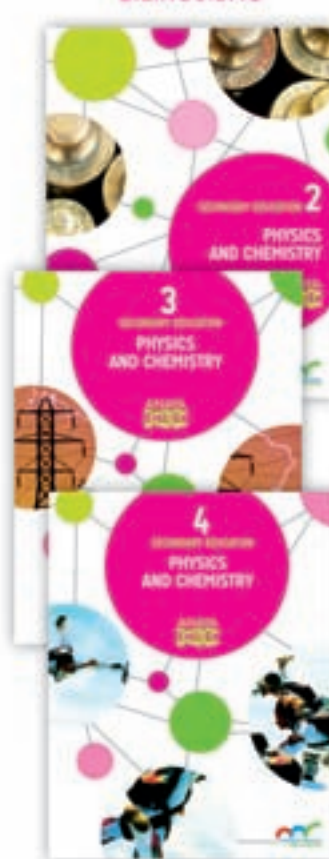
ESO



BACHILLERATO



BILINGÜISMO



## Cultura Científica



ESO

BACHILLERATO

## Ciencias aplicadas a la actividad profesional



ESO

## Y ADEMÁS

Proyecto Digital

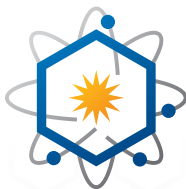
Libro digital

Web del alumnado  
y de la familia

Web del profesorado  
[www.anayaeducacion.es](http://www.anayaeducacion.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 21, 1.º E, 28001 Madrid



## TE OFRECE

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

#### SERVICIOS

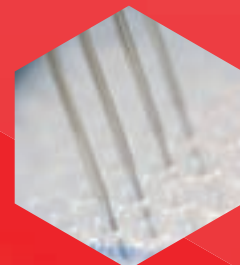
- Agencia de colocación.
- Conferencias y seminarios.
- Formación continua.
- Revista *Enlace*.
- Programa Químicos Emprendedores.
- Correo electrónico corporativo.
- Asesoría fiscal.
- Asesoría laboral.
- Elaboración de informes.
- Premios profesionales.
- Descuentos preferentes.
- Hermandad de Químicos (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.