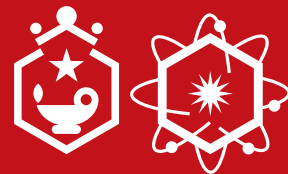




enlace

de los químicos de Madrid

REVISTA DEL COLEGIO Y ASOCIACIÓN DE QUÍMICOS DE MADRID




N.º 46 | JUNIO 2022

Química contra el crimen

Hermenegildo García Gómez:
“En investigación química España está
en el octavo puesto mundial”

Crónica del XIII Congreso Ibérico

**¡Olvídate de
la factura de la luz!
Instala paneles solares**
generaluz.es

 **91 514 10 98**

genera+
energía fotovoltaica

Un cambio de Era



Contar con suficiente información y comunicación ha sido un deseo que ha prevalecido a lo largo de toda la existencia de la humanidad. Se dice que la información es poder y el poder, a cualquier precio, es algo a lo que los humanos no estamos dispuestos a renunciar fácilmente. Hasta épocas muy recientes, no ha sido fácil contar con la información precisa en tiempo y en forma, como muestra la conocida historia, probablemente tan solo una leyenda, de cómo llegó hasta Atenas la noticia de la victoria griega en la batalla de Maratón, a costa de la vida del mensajero, Eucles.

Hoy día contamos con amplia información de cualquier evento, incluso en mayor cantidad de la necesaria, de forma sencilla y con rapidez, incluso en tiempo real. Los canales de comunicación se han multiplicado y están al alcance de la mano de cualquiera. Pero también se ha multiplicado la posibilidad de que la información que recibimos sea ficticia o tergiversada, lo que puede dar lugar a tomar decisiones y emprender acciones que no sean las más adecuadas para el caso que se trate.

Esto está produciendo un cambio profundo en la forma de vida de las sociedades occidentales, las relaciones interpersonales e internacionales, cuyas causas son diversas y complejas y que afectan incluso a muchos aspectos relacionados con la democracia, tal como ha evolucionado a lo largo de sus muchos siglos de existencia, desde la antigua Grecia.

Naturalmente estos cambios no son los únicos que ha sufrido la humanidad; cada cierto número de años se producen cambios que modifican los modos de vida de algunas regiones de la Tierra, pero la situación actual, en la que vivimos inmersos en la denominada globalización, es probable que dé lugar a

unos cambios irreversibles, que podrían no tener solución, y que solo podrían explicarse con ayuda de la termodinámica; es decir, con el inevitable aumento de la entropía.

Hay un aspecto muy curioso, por lo contradictorio, que está modificando y creo que, también tendiendo a la irreversibilidad, que es la conjunción de esa globalización unida a una situación, inicialmente beneficiosa, conseguida por las sociedades occidentales y es el ambiente, casi esterilizado, en el que

« Por fortuna, contamos con la química, en la que confiamos para solucionar, como tantas veces en el pasado, los problemas que vayan surgiendo »

vivimos. Esto provoca una respuesta de nuestro sistema inmune cada vez más débil. Un ejemplo evidente es la pandemia en la que estamos inmersos y que, con olas cada vez más atenuadas, irá acomodándose a nuestra vida normal, como ocurrió con la gripe, con la que convivimos de manera natural. Pero tampoco va a ser extraño que estas olas de pandemias se generalicen: el ejemplo más actual que tenemos es la viruela del mono o cualquier otra que la globalización y la invasión y destrucción de la naturaleza probablemente nos traerá en el futuro.

Por fortuna contamos con la QUÍMICA, con mayúsculas, y la investigación asociada, en la que confiamos para ir

solucionando, como ha hecho ya tantas veces en el pasado, los problemas que vayan surgiendo, tanto los provocados por las pandemias como los que desde la destrucción del ambiente terrestre nos vayan llegando. Ella es nuestra esperanza, pues nuestros políticos van a ser incapaces de tomar las decisiones necesarias para evitar los problemas y para solucionarlos.

Es posible que los envites que vamos recibiendo sean, como anuncian algunos, las acciones de la diosa Gaia que se defiende de los impactos que la actividad humana va generando contra la Tierra. O una mera respuesta de la naturaleza ciega para reequilibrar las alteraciones que en ella se producen.

En fin, puede ser que la visión que presento de nuestro futuro no sea muy halagüeña, pero probablemente se deba, además de a los aspectos negativos que sufrimos en los últimos años, a que es difícil comprender como se mueve el mundo de hoy día, particularmente con el exceso de información con el que contamos, la mayor parte de ella falsa, y la falta de conocimiento de la población, cada vez más acusada, que no permite discernir entre lo real y lo ficticio de esa información.

El colofón de todo esto es la incapacidad de nuestros políticos para ordenar las relaciones humanas y corregir la deriva que hemos mencionado; valga un ejemplo para aclarar esto: ¿qué clase de sanciones, y cómo, se están imponiendo a Rusia que abocan al mundo y, particularmente a la Unión Europea, a una crisis económica y alimentaria de proporciones desconocidas? Pues finalmente, en estas crisis, el perdedor es siempre el ciudadano de a pie.

Valentín González
Presidente de la Asociación de Químicos e Ingenieros Químicos de Madrid

índice

3 presentación

5 el núcleo

La huella química del crimen

La ciencia forense es una ayuda esencial para la resolución de numerosos delitos

11 materia

Crónica del Congreso Ibérico y XIII Nacional de Geoquímica

16 sociedad Q

Funcionalidades del vidrio y el misterio de su estructura por microscopía electrónica

18 educación Q

Construyendo el futuro de la ciencia

20 industria Q

El sector químico, palanca de crecimiento sostenible para el 'Green Deal'

22 entrevista

Hermenegildo García Gómez, Premio Nacional de Investigación Enrique Moles 2021: "En investigación química, España está en el octavo puesto mundial"

25 noticias

29 iones

32 arte Q

Análisis químico en restauración de piezas etnográficas

34 agenda



**Ilustre
Colegio Oficial
de Químicos
de Madrid**



**Asociación
de Químicos
de Madrid**

Enlace

Número 46. Junio 2022

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

Dirección: Lourdes Campanero Campanero

Comité editorial: Íñigo Pérez-Baroja Verde y Valentín González García

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

Producción: Divulga S.L.

Coordinación:

Ignacio Fernández Bayo

Diseño y maquetación:
José María Cerezo

Impresión:

BtoB Print Management
Outsourcing

ISSN: 2174-4653

Depósito Legal: M-26296-2011

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

el núcleo

La serie televisiva CSI puso en primer plano la creciente importancia que la ciencia, y muy especialmente la química, tiene para la labor policial a la hora de resolver los casos más complicados. Ya no se trata de lupa y lógica, al estilo de Sherlock Holmes: hoy un espectrómetro de masas, un microscopio electrónico o un secuenciador de ADN es esencial en la mayor parte de las ocasiones. Un mínimo rastro de pólvora, fluidos corporales o sustancias tóxicas que, tras un tratamiento adecuado, permite encaminar la investigación estrechando el círculo en torno al quién y al cómo. Más allá de los obvios casos de asesinato, envenenamiento y agresiones sexuales, es crucial a la hora de detectar una falsificación, determinar la causa de un incendio, el origen de un explosivo usado por terroristas, un caso de dopaje deportivo o una intoxicación alimentaria.



La ciencia forense es una ayuda esencial para la resolución de numerosos delitos

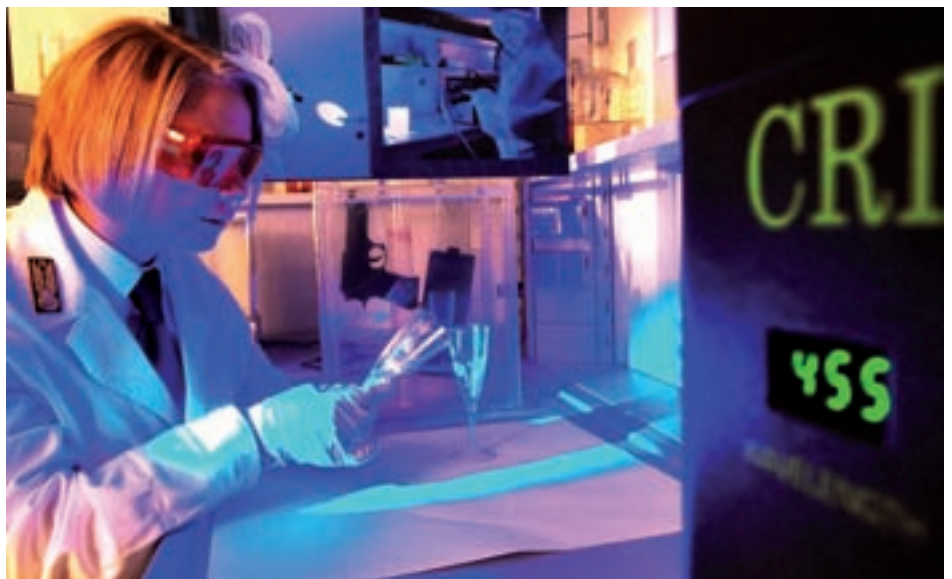
La huella química del crimen

Texto: Eugenia Angulo, periodista de ciencia

Cuatro enfermeras con batas blancas pasean como cuatro ángeles por esta zona árida y ocre, salvo por el rosa de las adelfas y el verde apagado de algún olivo, de las afueras de Madrid. Es mayo, hace calor. Las enfermeras llegan hasta la esquina de esta larguísima avenida, casi deshabitada, de vuelta al Hospital Enfermera Isabel Zendal, y pasan por delante de un edificio gris oscuro, completamente circular, que se alza solitario en medio de este descampado entre veloces carreteras. Es el Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses de la Comunidad de Madrid, más conocido como IML, y el único que ha llegado a alzarse en la que se suponía iba a ser la Ciudad de la Justicia en Valdebebas. Iniciado por el arquitecto Alejandro Zaera-Polo, la mayor parte del edificio se acabó de construir en 2009 pero hasta finales de 2020, en plena pandemia, no se puso en fun-

cionamiento. Dejó atrás las salas del obsoleto Instituto Anatómico Forense que desde los años 70 ocupaba la adorme-

cida parte de atrás de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid.



La policía científica proporciona las claves para resolver los casos más complicados.

Al IML llegan los cadáveres que tienen interés judicial de la mayor parte de la Comunidad de Madrid, incluyendo Madrid capital. Son aquellos que proceden de muertes violentas, como homicidios, suicidios o muertes accidentales —laborales, accidentes de tráfico...— en lo que la Ley de Enjuiciamiento Criminal llama muertes sospechosas de criminalidad. Suponen unos 2.200 cadáveres al año, unos seis o siete al día. “Las muertes sospechosas son aquellas que no son naturales y no tienen certificado de defunción, porque el médico no las ha certificado por resultarle un poco insólito, o porque no casa con los antecedentes de esa persona o no se conocen, o por el ‘perimundo’ de ese cadáver. Esos acaban aquí, pero cerca del 40% de los casos al final son muertes naturales”, explica Carlos Tortosa, jefe de la Sección de Toxicología Forense del IML. De ojos claros y hablar tranquilo, este médico forense está destinado también en los juzgados de Plaza de Castilla.

El servicio de toxicología se encarga de buscar y cuantificar la presencia de tóxicos, fundamentalmente drogas y medicamentos, que complementan la autopsia judicial. El servicio consta de dos secciones, toxicología y bioquímica, ambas juntas en este momento, porque el laboratorio de bioquímica aún no ha entrado en funcionamiento, aunque la sección más importante por el volumen de casos es toxicología. En un año normal reciben en torno a mil solicitudes, lo que para un laboratorio clínico es muy poco, pero para uno forense es, según Tortosa, mucho. Trabajan ocho personas en total.

A esta sala a veces llegan objetos ligados a una escena del crimen, objetos en el sentido toxicológico: muestras que proceden del entorno del cadáver: una papelina, una jeringuilla, pastillas desconocidas o, un polvo extraño que envía el forense. En ocasiones también reciben muestras de personas vivas que están en medio de un procedimiento judicial para que el laboratorio determine si existe consumo de algún tóxico, cuál, durante cuánto tiempo, si se puede datar ese consumo. “En base a los datos puramente analíticos podemos inferir alguna circunstancia de consumo: cómo podía estar esa persona en el momento en el que ocurrieron los hechos”. Pero la mayor parte de las muestras que llegan de la sala de autopsias. Allí cuentan con 18 puestos para realizar autopsias,



Carlos Tortosa, junto a dos tituladas en farmacia de su grupo, Gemma Zapater y María José Perea.

que podrían ampliarse en caso de necesidad, y 253 cámaras frigoríficas con puertas de color acero.

Alcohol y drogas

A diferencia de las autopsias clínicas, aquí se trata de determinar no solo las causas de la muerte, que es importante, pero, sobre todo, las circunstancias de la muerte. Para ello se toman muestras biológicas como sangre, orina, vísceras huecas, macizas, tejido, pelo, uñas... Cuando ascienden a la luz del laboratorio, lo primero que hace este equipo es un procesado inicial. Las muestras se separan en alícuotas, una parte se congela a unos 20 grados bajo cero y se almacena por si en el futuro hubiera que repetir algún análisis o mandarlo a otro centro. Sobre la otra parte el equipo de Tortosa se pone a trabajar.

“El procesado de cada muestra depende de un poco de lo que nos pidan. Es muy distinto que nos pidan monóxido de carbono, por ejemplo, por una intoxicación

a nivel doméstico, a que nos pidan una analítica completa. La base fundamental de nuestro trabajo es el alcohol, que sigue siendo la droga fundamental, y las drogas de abuso, las clásicas y nuevas sustancias psicoactivas. El que pone estas drogas en el mercado a veces no sabe muy bien ni siquiera lo que es y hay veces que puedes identificarla como tal, pero otras veces es más complejo y solo puedes decir ‘se parece a’”.

De forma general, lo primero que hacen es un screening o cribado inmunoenzimático, determinaciones sin cuantificar, muy rápidas y con poco tratamiento de la muestra, que en minutos te dicen la positividad o negatividad de una sustancia que estás buscando: positivo en cocaína, heroína, anfetaminas, benzodiazepinas... Esto da una primera impresión que puede ayudar al forense que está practicando la autopsia, pero hay que seguir investigando; primero, para confirmar la presencia de esas sustancias y, segundo, para cuantificarlas.

Para ello, se efectúa a continuación una serie de determinaciones extractivas en las muestras para limpiarlas, purificarlas y concentrarlas, y de ahí pasan a los sistemas analíticos de confirmación.

Estos equipos se encuentran aislados en una amplia cámara para mantener unas condiciones estables de funcionamiento.

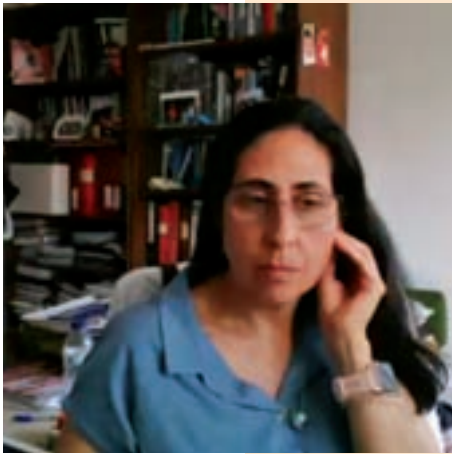


Entrada al edificio del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Madrid.

“Casi todas las sustancias en toxicología forense son sustancias de bajo peso molecular, entonces hay algunas que funcionan mejor en gases, otras en líquidos-masas... Un poco según la experiencia, según lo que estés buscando, y según la naturaleza de la muestra que recibas utilizas uno u otro”, indica. Como equipos de análisis, en esta sala disponen de cromatógrafo de gases acoplado a espectrómetro de masas (GC/MS, por sus siglas en inglés), sistemas de cromatografía líquida (HPLC) acoplados también a un espectrómetro de masas para la detección, identificación y cuantificación, y también otro sistema de cromatografía de gases acoplado a un detector de ionización de llama (FID). Éste último se utiliza para analizar compuestos volátiles, fundamentalmente alcoholes, que puedan estar presentes en los biofluidos.

“Identificar al final es comparar.

Lo que tenemos que hacer es separar las sustancias, fragmentarlas a nivel molecular y eso te da como una huella digital de cada una de esas moléculas. Éstas no se fragmentan al azar, sino de una forma muy característica, porque se rompen por aquellos sitios que son



Gemma Montalvo García.

más proclives a hacerlo, no de una forma caprichosa. Obtienes un fragmentograma que lo comparas con los datos de una librería y ya puedes identificar. Si introduces una serie de patrones de esa sustancia que has identificado puedes después cuantificarla”, explica Tortosa.

Muchas de las drogas, como las benzodiazepinas o los antidepresivos, son moléculas muy parecidas, con pocas variaciones, así que los analistas también buscan métodos que sean capaces de separarlas y diferenciarlas. “Tienes que poner en marcha ese método y ver que es reproducible, no porque en una muestra vayan a venir todas esas juntas, que es improbable, pero pueden venir con sus metabolitos, que muchas veces también son parecidos estructuralmente. Lo que tienes que buscar es que esos métodos permitan poder tener una buena especificidad, que puedan diferenciar esas sustancias que molecularmente pueden ser muy similares”.

Crímenes en la academia

Gemma Montalvo García es profesora titular de Química Física de la Universidad de Alcalá (UAH) e Investigadora Principal del grupo CINQUIFOR, de investigación de ciencias químicas y forenses. Esta universidad apuesta por la ciencia forense con un grado único en España de criminalística, ciencias y tecnologías forenses, un master en ciencias policiales y un doctorado en ciencias forenses en el que participan policías y guardias civiles que quieren entrar en los ámbitos de investigación del Instituto Universitario de Ciencias Policiales, también adscrito a la UAH.

Para Montalvo García ha habido hasta ahora poca colaboración entre la investigación académica y la policial. “Los policías tienen mucha carga de trabajo rutinario y no tienen tiempo ni espacio para desarrollar nuevas metodologías útiles. Y nosotros, si investigamos solo a partir de nuestra intuición nos quedamos cortos. Necesitamos interactuar para saber qué necesidades tienen y redirigir nuestra investigación a cosas de relevancia social y económica”, explica.

Montalvo y su equipo forman parte del proyecto europeo RISEN, formado por académicos y policías de toda Europa. “Ellos son los que están trabajando codo a codo con nosotros, eligiendo qué tipo de muestras son las que van a necesitar, qué tipo de sustratos y que inconvenientes se encuentran. Y nosotros ahondamos en esas investigaciones a nivel de laboratorio y también contando con un grupo de empresas de desarrollo metodológico”. Para llevar a cabo esa colaboración, es preciso que la policía les facilite información. Por

ejemplo, “qué tipo de escenarios son los que se aparecen con más frecuencia, qué dificultades encuentran en ellos, qué técnicas necesitan y qué características debería tener una nueva técnica que se pueda aplicar. Es decir, se trata de ir evaluando qué necesidades hay y que cuenten con el apoyo de una investigación puntera como la de la universidad y los desarrollos que realizan las empresas”.

Anna Barbaro es genetista forense y ha trabajado durante años en Calabria, en el sur de Italia, en un laboratorio de criminalística que colabora con la fiscalía italiana. También forma parte de este equipo de CINQUIFOR e investiga en un tema nuevo, la utilización de la espectroscopia infrarroja para identificar las manchas de una escena del crimen. “Se trata de distinguir el tipo de manchas biológicas, como saliva, semen, sangre, y también si son manchas humanas o animales y el tiempo de deposición. Son técnicas innovadoras, que no destruyen la mancha aunque sea muy pequeña, y se podrá utilizar para secuenciar ADN”, explica Barbaro. También investigan los llamados biofotones: en todo ser vivo a nivel celular se producen reacciones de oxidación

complejas que emiten fotones. Las investigadoras tratan de encontrar una manera de medir esta emisión, que cambiaría con el estado de ánimo, como el miedo o la ira, de forma que podría usarse como alternativa al polígrafo. “Nos falta todavía optimizar la sensibilidad de las cámaras, y eso supone mucho dinero”, concluye Montalvo.

Interpretar resultados

En último lugar está la interpretación de los resultados que, según Tortosa, muchas veces es lo más complejo. “Muy a menudo hablamos de sustancias que no son medicamentos como tal, que no sabemos muy bien la dosis que ha podido consumir ese sujeto. Cuando tomas un ibuprofeno de 400 miligramos sabes lo que has tomado y tenemos un montón de estudios farmacológicos que nos dicen la vida media, la fracción ligada a proteínas de este fármaco... está reglado. Pero cuando uno se mete algo que alguien le ha pasado o ha comprado en la calle y que le dicen ‘esto es éxtasis’, no sabes lo que has tomado ni el porcentaje de riqueza de lo consumido. Muchas veces la

interpretación es difícil, sobre todo cuando tienes solo una matriz que investigar, sangre u orina, y datos imprecisos. Al juez o al fiscal, le dices: estos datos son compatibles con un consumo situado en este margen temporal. ¿Y cómo podía estar ese sujeto en ese momento? Puedes llegar a donde puedes llegar.”

Además, a partir del momento de la muerte ocurren en el cuerpo una serie de fenómenos llamados cadavéricos, como la disminución de la temperatura, deshidratación, las evidencias cadavéricas –la acumulación de sangre en los planos declives del cadáver... – y esos fenómenos también tienen una incidencia muy clara en cuanto a lo que se detecte en un análisis toxicológico y las propor-

Juego limpio

La química forense tiene también una aplicación bien conocida: controlar que en las competiciones todos los participantes lo hagan en condiciones de igualdad. En España esta tarea la realiza la Agencia Estatal Comisión Española para la Lucha Antidopaje en el Deporte, y cada año publica la lista de productos prohibidos, de acuerdo con el Programa Mundial Antidopaje. La última actualización es de noviembre de 2021 e incluye sustancias como: agentes anabolizantes (esteroides o clenbuterol), hormonas peptídicas, factores de crecimiento y afines, beta-2 agonistas (usados en el tratamiento del asma y otras enfermedades respiratorias), moduladores hormonales y del metabolismo, diuréticos y agentes enmascarantes, estimulantes, narcóticos, cannabinoides, glucocorticoides y beta-bloqueantes, entre otros.

Algunas de estas sustancias están prohibidas en todo momento y otras solo en competición. La Agencia Mundial Antidopaje (AMA) establece que el deportista es el responsable principal, por lo que, si se le encuentra alguna sustancia prohibida, aunque haya obrado inconscientemente, es sancionado. Los controles pueden realizarse durante la celebración de la competición o en otro momento, bien por sorpresa o previa citación. El proceso se inicia con un requerimiento por



parte de un oficial de control de dopaje (OCD) de cualquier organización autorizada con autoridad sobre el deportista, que debe presentarse lo antes posible.

La recogida de la muestra se realiza en una estación de control de dopaje, donde el deportista puede escoger el kit de recolección de muestras que prefiera entre los disponibles. La muestra debe tener como mínimo 100 ml, y el deportista debe desvestirse de rodillas a abdomen y de manos a codos para proporcionar una visión sin obstrucciones al OCD, del mismo sexo, que observa la salida de la orina de su cuerpo. Después, escoge el kit de recolección y distribuye la muestra en dos recipientes, A y B y procede a su sellado. Por último, el deportista debe completar y firmar un formulario que incluye: información personal, sustancias que esté tomando (medicación recetada, medicación comprada directamente, complementos alimenticios), comentarios sobre el proceso de control y confirmar que la información, los números registrados y el código de la muestra

son correctos, y recibe una copia de este informe. Las muestras se envían a un laboratorio acreditado por la AMA, de forma que se garantice su seguridad. La muestra A será analizada y la muestra B se almacena para posibles controles posteriores. El laboratorio envía los resultados a la organización antidopaje y a la AMA.



ciones de esa sustancia entre los distintos biofluidos. “Esto se debe a que se rompen las paredes celulares y hay muchas sustancias, como fármacos, que están dentro de la célula y salen al exterior. Eso hace que las concentraciones postmortem sean muy distintas a las que te puede dar un estudio clínico con pacientes que tú controlas por una muestra de sangre para ver cuánto tiene de este fármaco. En un cadáver eso no funciona así.”

También es importante la sensibilidad de los equipos analíticos. Ahora mismo los científicos trabajan con sistemas que tienen un límite de detección de cinco o diez fentogramos o 10^{-12} gramos. Eso les genera una serie de problemas porque cuando aparecen sustancias en esas cantidades tan sumamente pequeñas puede ser que se trate de una contaminación. “Por ejemplo, en los anabolizantes que se utilizan con cierta frecuencia de forma fraudulenta depende de la proporción en que se haya consumido. Tenemos unos métodos tan sensibles que muchas veces, parece paradójico, pero hace que sea más complejo el resultado.” Aunque el IML no es un laboratorio antidoping, con cierta frecuencia reciben muestras de sujetos que han muerto de forma súbita en la actividad deportiva o en gimnasios en los que encuentran sustancias que se utilizan para tener un desarrollo muscular más potente y que muchas veces originan alteraciones, sobre todo cardíacas y hepá-

ticas, que pueden llevar a la muerte súbita.

Burundanga

En los últimos años existe una preocupación social por el uso de drogas que anulan la voluntad, como la famosa burundanga (escopolamina, en jerga química), lo que se llama sumisión química. Como otras drogas, la escopolamina tiene una vida plasmática media muy corta, lo que hace difícil su detección salvo que los investigadores tengan una buena muestra, en cantidad suficiente y muy cercana al momento de los hechos que se investigan. La pregunta es si realmente se están utilizando o no estas drogas invisibles de forma tan masiva como parecen indicar los medios de comunicación. “Hay una leyenda urbana de utilización de ciertas sustancias que en realidad no se están utilizando”, opina Tortosa. “En el día a día lo que vemos es principalmente alcohol y con cierta frecuencia benzodiazepinas, ansiolíticos, que muchas veces la propia persona consume. Algún caso muy concreto exige además una integración un poco distinta: alguien que no consume nada habitualmente,



Comparación de fibras mediante fluorescencia y microscopía.

que piensa que le han echado algo, han pasado ya unas horas... Si pasa un día o dos, en sangre ya no vamos a encontrar nada, en orina dependiendo del tóxico podemos encontrar algo o no, y entonces utilizamos otras matrices como cabello, por ejemplo, que desde el punto de vista toxicológico permite datar consumos no recientes, que no vamos a poder encontrar en otras matrices”. Los datos coinciden con una investigación publicada recientemente en la revista Medicina Legal por Begoña Bravo, farmacéutica y jefa del Servicio de Química del Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses, en el que examinaron 292 casos sospechosos de sumisión química por burundanga en los últimos siete años del Hospital Clínico San Carlos de Madrid. Solo uno de ellos dio positivo.

Para Tortosa, su trabajo es “convertir una serie de muestras de sangre, de orina y tal, en un papelito con una información útil. Nos llega un muerto identificado, con una autopsia, con el nombre, la edad, los antecedentes... y nosotros trabajamos sobre ello para identificar una serie de sustancias, cada una con su rango de pureza, y el informe que elaboramos lo enviamos al juzgado”. Aquí trabajan por requerimiento judicial, a partir de un pro-

recoger muestras biológicas o cualquier analítica que pueda ayudar al esclarecimiento del delito para saber qué es lo que ha pasado, o para la identificación del autor, o de la víctima, porque a veces no se sabe quién es la víctima. Y ya en función de lo que se busque se manda a un sitio o a otro.”

La Unidad Central de Análisis Científicos ocupa un edificio de una enorme manzana del barrio de Canillas en

Madrid. Es casi como una ciudad en la que de edificio a edificio te desplazas en coche. Los laboratorios son similares a un laboratorio forense habitual, pero con “muchísima variabilidad de instrumentación, muchísimo aparataje para muchas cosas distintas. Y luego, aunque haya equipos pensados para

analizar algo, nosotros intentamos sacarle partido para cualquier otra cosa. Por ejemplo, tenemos difracción de rayos X, que se utiliza para el análisis de tierras, pero como al final una tierra es una sustancia cristalina, nosotros la utilizamos para analizar cualquier sustancia cristalina, sea tierra o no; por ejemplo, drogas”, explica Sánchez.

El laboratorio cuenta con equipos analíticos de cromatografía de gases-masas y HPLC para el análisis cualitativo y cuantitativo de todos tipo de tóxicos, drogas fundamentalmente; microscopios ópticos adaptados a otras técnicas como fluorescencia para el análisis de fibras; difracción de rayos X para cualquier muestra cristalina; espectroscopía infrarroja para trabajar con pinturas y vidrios; microscopía electrónica para análisis de residuos de disparo, fundamentalmente plomo, bario y antimonio, que están presentes en los fulminantes, aunque en la actualidad también se está trabajando con una munición que llaman “no tóxica” que está basada en nitrocelulosa, en cuyo caso utilizan HPLC. También analizan todo tipo de explosivos, una vez se han desactivado por parte de los TEDAX, y en el laboratorio de incendios se determina la presencia de sustancias acelerantes de la combustión por cromatografía de gases-masas con sonda, por ejemplo, gasolina y gasoil, en el caso de

incendios con sospecha de criminalidad.

Paseando por los largos pasillos que ocupan estos laboratorios llega un carrito cargado de lo que llaman asuntos, muestras que recogen en las escenas de crímenes que ocurren en toda España, en este caso de un homicidio ocurrido en Madrid, posiblemente relacionado con las bandas latinas. Una es una chaqueta deportiva que ha sido recogida en la habitación del detenido, dentro de un armario. Pocos días antes recibieron ropas de una víctima y dos cuchillos. De la hoja de uno de los cuchillos consiguieron sacar unas fibras de algodón blanco y unas sustancias rojizas que probablemente eran sangre.

“En nuestra área estudiamos el intercambio de fibras entre el autor de un hecho delictivo y la víctima. Primero hacemos un estudio del tejido, en este caso de la víctima, y luego vamos extrayendo las diferentes fibras en la hoja del cuchillo. En ese caso son coincidentes; tras someterlas a fluorescencia con el microscopio de comparación vemos que más o menos es el mismo patrón. No solo nos guiamos por el color sino por la intensidad, para saber si se comportan de la misma forma”, explica Aurelio, biólogo especialista en el análisis de fibras. Los investigadores se fijan en el color, el diámetro, presencia de deslustrante —las fibras artificiales tienen mucho brillo y para quitarlo añaden dióxido de titanio—, entre otras cosas. Posteriormente, los cuchillos pasarán a un estudio de huellas, trazas, y ADN, lo mismo que las ropas. Son estudios distintos, que aportan información distinta; por ejemplo, que haya un perfil genético en esa sustancia rojiza que encontraron no les afecta.

“Si veo que es de color rojo presumo que es sangre, pero en el área de ADN distinguirán si es sangre o no y probablemente finalicen diciendo que es sangre y probablemente de la víctima, igual que yo estoy diciendo que las fibras que hemos encontrado en los cuchillos son de ropa de la víctima. Al final cada uno tiene que ser un poco aséptico de los demás, coger las muestras y analizarlas de la forma más objetiva posible”, añade el biólogo. Este grupo también está especializado en el análisis morfológico de pelo, aunque se utiliza poco, ya que si se tiene el ADN del individuo apenas aporta información.

De un mismo asunto, en función de los vestigios que lleguen, los científicos policías emiten diferentes informes, cada uno dentro de su especialidad, que van a las unidades investigadoras y al juzgado



Edificio de la Comisaría General de la Policía Científica en Canillas (Madrid).

cedimiento y con muestras de orina, sangre u otras sustancias, con frecuencia procedentes de una autopsia.

La química en la escena del crimen

Begoña Sánchez Aroca es la jefa de la Unidad Central de Análisis Científicos de la Comisaría General de Policía Científica. Licenciada en Químicas por la Universidad Complutense, una visita de estudiantes a las instalaciones de la Policía Nacional decidió su vocación. En esta unidad trabajan unas 100 personas en dos áreas estructuradas: biología-ADN y química-toxicología. En la primera se analiza todo lo que tenga que ver con la determinación de perfiles genéticos en vestigios biológicos que se han obtenido en detenidos o en escenas de crímenes. La parte de química toxicología se encarga del resto: todo lo que tiene que ver con drogas, cualquier tipo de tóxicos, explosivos, sustancias acelerantes de la combustión, residuos de disparo, fibras, pinturas y la determinación de tóxicos en orinas y sangres.

“Cuando se produce un delito, por ejemplo, un homicidio, nosotros vamos a la escena del crimen, se realiza una inspección ocular y todos los indicios que se recogen acaban en este edificio normalmente para su tratamiento. Primero pasan por las brigadas, ellos miran tema de huellas, si hay posibilidad de

con los que se hacen una composición de lugar de qué es lo que ha podido pasar y cómo. En cualquier caso, hay que evitar sacar conclusiones precipitadas: “que yo tome una muestra de las manos de un detenido y pueda determinar que hay plomo, bario y antimonio no significa que haya sido el autor del disparo, pero como mínimo, ha tenido que estar muy cerca del arma que ha disparado y tendrá que explicar qué hacía tan cerca del autor del disparo”.

En la policía científica también hay grupos que trabajan en otros ámbitos: informática forense, destripando ordenadores; cibercriminalidad, para delitos

duda el análisis cuantitativo y siempre se puede hacer un contraperitaje por otra parte”, explica.

La unidad está cualificada a nivel cualitativo para cualquier droga o fármaco, y a nivel cuantitativo en cocaína, heroína y -9-Tetrahidrocannabinol, más conocido como THC. En cuanto a las sustancias acelerantes de la combustión, se encuentran en proceso de acreditación de gasolina y gasoil.

En drogas, una cuestión importante es que están en permanente cambio, lo que tiene implicaciones legales. “Las drogas van cambiando. Muchas emergentes que van apareciendo, especial-

ción tecnológica o científica propia, pero aprovechan la investigación procedente del mundo académico, ya que “los avances tecnológicos son lo que nos hace avanzar a nosotros también”.

El ADN es el área que más ha avanzado técnicamente en los últimos años. Todo está automatizado, hay muy poca participación de personal, y la sensibilidad de los kits ha mejorado muchísimo. Analizan 24 marcadores que se guardan en una base de datos con códigos solo alfanuméricos, es decir, no hay datos asociados de personas. Todos los perfiles genéticos que se obtienen de una muestra dubitada, como denominan las que no están identificadas, o indubitada por un detenido se introducen en ella. “Cuando tenemos un perfil genético de un vestigio que no conocemos el autor, vas a la base de datos. Si ya ha sido detenido y está en la base de datos da una coincidencia entre dos códigos y ahí es cuando iniciamos los intercambios de información”, explica Pedro Sogo, farmacéutico y jefe del Servicio de ADN de la Comisaría General de Policía Científica.

“Si el propietario del perfil es la Guardia Civil o el Instituto Nacional de Toxicología, les preguntamos la identidad de ese marcador, pero antes le damos la información del nuestro. Es decir, si tengo el perfil genético de una muestra encontrada en una colilla relacionada con un homicidio puedo saber si corresponde con una persona que fue reseñada con motivo de robo y su identidad, y entonces podemos resolver el hecho delictivo”, añade Sogo. Esta base de datos está estructurada en forma de pirámide: todas las fuerzas y cuerpos de seguridad vuelcan sus perfiles genéticos y se intercambian entre ellos y a nivel europeo. Y todos los días se encuentran coincidencias.

“El ADN orienta muchas veces la investigación, identifica un perfil genético, identifica a una persona, pero no significa que ese sea el autor del hecho. En función del caso, de cómo se haya producido y de dónde se encuentre esa muestra de ADN puede identificarlo, pero no siempre es así: si tú tienes un cuchillo con el que yo ha agredido a alguien y en el mango está mi ADN, y se puede presuponer que yo, como mínimo, el cuchillo lo ha tocado”, concluye.

Aunque probablemente pocos recién licenciados se lo plantean, la creciente pujanza de la química forense abre vías insospechadas de dedicación profesional, con el aliciente de contribuir a la resolución de delitos de todo tipo.



La recogida de muestras es una de las fases más delicadas del proceso.

que suceden en la red; economistas, para fraudes fiscales; acústica forense, donde físicos y lingüistas analizan la voz y las formas del habla según zonas geográficas; o infografía forense, donde se encargan de recrear en 3D escenarios bajo investigación policial, como homicidios o accidentes de avión.

Para Sánchez Aroca, la policía científica no es el instrumento principal para resolver casos, pero, “está claro que cuando nosotros entramos en juego y emitimos un informe pericial lo que decimos pesa mucho en el juicio. Muchos de nuestros informes acaban siendo pruebas de cargo, ya sea a favor o en contra, sirven tanto para inculpar como para exculpar. Un testimonio oral puede darle más o menos credibilidad en función de todo lo que ha habido en el atestado, de toda la instrucción que hayan realizado... Pero un informe pericial en el que nosotros decimos que algo es cocaína... no hay mucho que discutir. Se podrá poner en

mente las llamadas nuevas sustancias psicoactivas (NPS por sus siglas en inglés), no se encuentran fiscalizadas, es decir, tienes una nueva estructura química, cambian algo sin que cambien los efectos, pero como no se encuentra fiscalizada ya no es una droga ilegal. Hay unas listas que están tasadas: las drogas exactamente que están y sus precursores también. Además, ésta viene en todo tipo de matrices: impregnada en plásticos, disuelta en líquidos...”, explica. A veces, sobre todo con MDMA o éxtasis, también intentan hacer lo que llaman profiling de la droga: miran el principio activo con todas las sustancias de corte para ver si luego vienen del mismo fabricante, el logotipo con el que ha sido impreso, el troquel...

A estos laboratorios acuden los alumnos del Máster de Ciencias Policiales del Instituto de Ciencias Policiales que depende de la Universidad de Alcalá de Henares, pero la unidad no realiza investiga-

Puertollano acoge el XIII Congreso Ibérico y XIII Nacional de Geoquímica

Crónica de un Congreso

Tras posponerlo de septiembre de 2021 a la primavera de este año, y aunque todavía no nos habíamos podido quitar la mascarilla, del 25 al 27 de abril de 2022 hemos celebrado el XIII Congreso Ibérico y XIII Nacional de Geoquímica. Un Congreso es un enriquecimiento científico para todos sus participantes. Remedando el “Caminante no hay camino, se hace camino al andar” de Antonio Machado, podríamos decir “intercambiando proyectos, investigaciones e inquietudes científicas se hace ciencia”. En la Agenda 2030, en la que se da cabida a la problemática mundial en un intento de globalización, tiene un lugar preferente la creciente sensibilización de nuestra sociedad ante el uso de materias primas minerales de gran interés para las tecnologías actuales y de futuro. Y esa ha sido la esencia de este encuentro tan esperado, hecho por fin realidad.

Texto: Antonio Gutiérrez Maroto, presidente de la Sección Técnica de Geoquímica de la Asociación de Químicos e Ingenieros Químicos de Madrid

Según Eduardo O. Zappettini, los metales y los minerales estratégicos son esenciales para la industria y la tecnología modernas, aunque su suministro puede estar limitado y/o sujeto a interrupciones. Su importancia económica y el riesgo del suministro son los dos parámetros principales utilizados para determinar la criticidad de las materias primas minerales. Así pues, la búsqueda, extracción y transformación de estos materiales, junto con el impacto que todo ello conlleva en el medio natural y en su ciclo geoquímico, justifican, una vez más, este encuentro de profesionales e investigadores del campo de la geoquímica.

Esta disciplina estudia la abundancia, la distribución y las migraciones de los elementos químicos y sus compuestos en el medio natural. Suyo es el campo de la prospección, extracción y evaluación del impacto de esta actuación: detectando, previniendo y mitigando o corrigiendo muchos de los problemas ambientales que pueden surgir. Esta inquietud y reto son un objetivo más a añadir a las secciones científicas, ya tradicionales, en la celebración de estos Congresos de Geoquímica Ibéricos y Nacionales.

El Congreso ha tenido lugar en Puertollano (Ciudad-Real). El marco elegi-

do, en esta ciudad de Castilla La Mancha, aporta un ambiente singular. Su cuenca carbonífera explotada por minería subterránea desde 1884 hasta 1975, en que se continuó a cielo abierto; su base industrial petroquímica; su ejemplo de restauración impecable de minería a cielo abierto, su situación en el posible Geoparque de Castilla La Mancha, junto a Almadén, Valle del Alcudia, suelos volcánicos de Calatrava etcétera, la hacen digna de esta elección.

Entre 1917 y 1966 se explotaron las pizarras bituminosas para su destilación y obtención de combustibles y aceites. Esto daría lugar al complejo petroquímico, que actualmente se nutre por medio de un oleoducto de crudo petrolífero desde Cartagena. Y ahora se ubica allí, además, el nuevo Centro Nacional del Hidrógeno. La última mina de carbón explotada ha sido la descubierta Emma, un magnífico ejemplo de explotación y de respeto a la naturaleza donde han ido simultáneos los programas de explotación y de restauración, cuidando y hasta enriqueciendo el entorno y el medio ambiente de la región que hemos visitado. El Congreso se ha extendido, como un aliciente más, hasta Almadén,



Mesa de la sesión inaugural del Congreso.

Puertollano, capital internacional de investigación del hidrógeno

Grandes empresas localizadas en Puertollano, como Repsol, Enagás, Iberdrola y Fertiberia, están inmersas en la descarbonización de sus procesos productivos utilizando el hidrógeno verde como vector energético, ejemplo práctico y pionero de la sostenibilidad industrial y la transición energética. El impulso del sector iniciado en 2020 ha llevado a la creación de un Clúster regional del hidrógeno verde, que hace que Puertollano destaque como polo nacional de producción de energías renovables.




Monumento al minero, en Puertollano.

La especialización tecnológica del hidrógeno lleva implícito un incremento de las oportunidades de generación de riqueza y de empleo de alto valor añadido. El desarrollo de los proyectos de hidrógeno verde en Puertollano encaja con los planes e iniciativas de apoyo al sector en Europa y España y le permite aprovechar ese viento favorable.

Puertollano es cuenca minera de carbón desde 1873, explotada por minería subterránea. Entre 1917 y 1966 se explotaron las pizarras bituminosas para su destilación y obtención de combustibles y aceites. Esto dio lugar al complejo petroquímico, que actualmente se nutre por medio de oleoducto de crudo petrolífero desde Cartagena.

La última mina de carbón explotada fue EMMA, mina de transferencia de estériles que ha sido ejemplo de explotación y de respeto a la naturaleza al mismo tiempo, con trabajos de restauración mientras se explotaba y cuidando el entorno y el medio de la región, lo que ha convertido a Puertollano en un referente. Además, al contar con el carbonífero, está en pleno estudio un monumento natural que va a aportar muchísimo conocimiento, a su vez, al proyecto del Geoparque de los volcanes de Calatrava.

Puertollano es una ciudad resiliente que ha resistido a muchas crisis y que se ha hecho grande gracias al sudor y al trabajo de muchos hombres y mujeres en la etapa minera, de la extracción de la riqueza a través de la tierra. Y ahora está dispuesta a traer la riqueza a través de la innovación, la ciencia, la energía, con el hidrógeno verde y la economía circular. Puertollano se convierte así en tierra de oportunidades, en tierra de futuro. 

con su mina secular, situada bajo la ciudad, que ha producido un tercio de todo el mercurio empleado por la humanidad hasta nuestros días y hoy convertida en un magnífico museo a unos 50 metros de profundidad.

Desarrollo del Congreso

Las circunstancias creadas por la pandemia hicieron que la asistencia de los investigadores haya sido de un centenar, con un 25 % de colegas portugueses, venidos de las universidades de Aveiro, Porto, Tras-os-Montes e Alto Douro, Minho, Coimbra, Lisboa, Évora y Algarve. Completando este centenar con la participación de investigadores y profesionales españoles de los Colegios de Ingenieros de Minas, Geólogos y Químicos, así como de nuestras universidades.

Se presentaron 65 trabajos orales y en posters, teniendo una incidencia especial la Sección de Geoquímica Ambiental y Biogeoquímica, con 27 trabajos, y Materias Primas Críticas y de Interés Industrial, con 10. El resto de trabajos se han distribuido así: 7 de Geoquímica de los Procesos Endógenos, 7 de Geoquímica Orgánica, 4 de Hidro-geoquímica y Geoquímica de los

Procesos Termales, 3 de Métodos Analíticos y Matemáticos en Geoquímica, 2 de Geoquímica Isotópica, 2 de Cosmo-geoquímica y 2 de Patrimonio Geológico y Minero.

Las ponencias tuvieron lugar en dos salones simultáneos para poder disponer de tiempo para su discusión. Los presentados en posters estuvieron expuestos durante todo el Congreso y se dedicó la tarde del 25 para recabar información de sus autores.

El comité científico otorgó un premio al mejor trabajo de Investigación presentado por investigadores junior, considerados como tales los que tienen hasta 35 años y que están elaborando su tesis doctoral o son postdoctorales recientes. El premio, que consta de un diploma y 500 euros se acompañó de dos accésits de 250 euros cada uno y estuvo patrocinado por la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha desde su delegación de Ciudad-Real.

El día 26 se dedicó íntegramente a la visita de campo, trasladándose el Congreso en pleno a Almadén por la mañana y visitando por la tarde el proyecto de explotación y de restauración llevados a cabo simultáneamente en la Mina Emma de Encasur.

Conferencias Plenarias

De especial relevancia dentro del Congreso fue la serie de conferencias dirigidas al público en general, que contó con una amplia asistencia por parte de la ciudadanía de Puertollano y que fueron impartidas en el Centro Cultural de la ciudad. Reseñamos aquí los contenidos de las conferencias plenarias:

“El Distrito Minero de Almadén y sus mineralizaciones de mercurio. Consideraciones ambientales”. Impartida por el Dr. Pablo L. Higuera Higuera, catedrático de Prospección e Investigación Minera y director del Instituto de Geología Aplicada de la Universidad de Castilla-La Mancha.

“Almadén es el centro de un distrito minero conocido a nivel mundial a través de la explotación de sus yacimientos de cinabrio, que es el sulfuro de mercurio. Los yacimientos del distrito corresponden, desde el punto de vista geológico, a diversas tipologías, que se pueden agrupar en dos grandes conjuntos: yacimientos de tipo Almadén, de carácter estratoligado, con impregnaciones de cinabrio en una formación cuarcítica denominada Cuarcita del Criadero, de edad Silúrico basal; y yacimientos de tipo Las Cuevas, que son

mineralizaciones claramente epigenéticas, es decir, no estratoligadas, y que en el detalle corresponden a tipologías diversas: vetas con cinabrio en cuarcitas, impregnaciones de cinabrio en rocas volcánicas, o masas de reemplazamiento controladas por efectos tectónicos. De entre todas ellas, sin duda la más importante corresponde a la Mina de Almadén, explotada desde hace más de 2000 años, que ha suministrado más del 95% de la producción del conjunto del distrito. Otros yacimientos importantes son los de El Entredicho, La Concepción Vieja y la Concepción Nueva, en el entorno de Almadenejos, y Las Cuevas, situado al noreste de Almadén.

La presencia y la explotación minera de estos yacimientos, así como la actividad metalúrgica implicada (tostación del cinabrio para obtener y condensar el metal líquido) han supuesto que, en el marco del conjunto del distrito, en una extensión que puede estimarse en unos 125 km², el medio ambiente esté afectado por la presencia de este elemento, ya sea en forma de altas concentraciones en la atmósfera, en suelos, en aguas, o en plantas. Por otra parte, esta presencia no produce efectos que puedan cuantificarse y caracterizarse como nocivos para la salud de la flora, la fauna, o los seres humanos. En particular, en los habitantes del área se han determinado concentraciones de mercurio en cabello por encima de las propias de otras áreas del país, e incluso de la provincia, pero en ningún caso estos niveles han superado umbrales que indiquen una situación de riesgo para la población general.

Sí es cierto que en los años 20 del pasado siglo los trabajadores de la empresa estaban afectados por la enfermedad profesional llamada hidrargirismo, debido a las condiciones laborales que suponía un estrecho y continuado contacto con los vapores del metal. Pero a partir de mediados del pasado siglo, con la implantación de medidas basadas en reducción de la jornada laboral de los trabajadores de la mina y la metalurgia, la incidencia de esta enfermedad se redujo drás-

ticamente. En la actualidad, el cese de la actividad minera y metalúrgica en los años 1990, y la restauración de escombreras, que seguían constituyendo focos de emisión de vapor de mercurio a la atmósfera, realizada en la década de 2000, han supuesto una notable mejora de las condiciones de calidad del aire para el conjunto de la población.”



Pablo Higuera, durante su conferencia plenaria sobre Almadén.



Nemesio Pérez habló de la erupción del Cumbre Vieja en La Palma.

“La erupción de Cumbre Vieja 2021 (La Palma, Islas Canarias) y la monitorización geoquímica”. Impartida por el Dr. Nemesio M. Pérez Rodríguez, coordinador científico del Instituto Volcanológico de Canarias, licenciado en Química-Geoquímica por la Universidad Autónoma

de Madrid y doctor en Geología-Geoquímica por la Louisiana State University y la Universidad de La Laguna.

“El 19 de septiembre de 2021 una nueva erupción empezaba en el flanco oeste del volcán Cumbre Vieja (La Palma, Islas Canarias), tras un periodo de 50 años desde la erupción anterior (Teneguía, octubre de 1971). El evento fue una poderosa erupción fisural con mecanismo estromboliano, que llegó a alcanzar un índice de explosividad volcánica (VEI) de 3 como consecuencia de haber emitido un volumen de tefra superior a los 10 Mm³. Teniendo en cuenta la ingente cantidad de dióxido de azufre (SO₂) emitido a la atmósfera (aprox. 4,1 Mt) y los graves daños ocasionados por sus coladas de lava, se puede afirmar que esta erupción ha sido la más importante de Europa durante los últimos 75 años. La monitorización geoquímica del volcán Cumbre Vieja ha sido de una gran utilidad para comprender la dinámica de este proceso de reactivación magmática.”

“Los recursos minerales en la lucha contra el cambio climático: Elementos críticos y transición energética”. Impartida por el Dr. Juan Francisco Llamas Borrajo, ingeniero de minas y doctor en Ingeniería de Minas por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM).

“El cumplimiento del objetivo de calentamiento global de 2°C como máximo requiere una amplia adopción de tecnologías energéticas bajas en carbono. Muchas de estas tecnologías implican el uso de metales cuya concentración en la corteza terrestre es muy baja o que, al estar muy diluidos, dificulta su explotación. Los países más desarrollados, que son los que están implementando esas tecnologías limpias, no producen la mayor parte de esos elementos y dependen de su importación, lo que implica un riesgo en cuanto a la seguridad en el suministro y la externalización de los impactos ambientales asociados a la obtención de esos materiales. El resultado es que los esfuerzos de los países desarrollados para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero induce un incremento de las emisiones y de los impactos ambientales en los países

menos desarrollados. El análisis de ciclo de vida y de la huella de los materiales permite detectar y medir esos impactos. Se propone como solución que los metales críticos necesarios para las tecnologías limpias se consigan, dentro de lo posible, en los mismos países que los van a utilizar y que dispongan de una legislación ambiental que asegure que el impacto será mucho menor que el actual. Por último y como motor para conseguir el objetivo real de reducción global de las emisiones, se propone que dichas emisiones, todas las asociadas a cualquier producto, se le imputen al país que lo consume y no, como hasta ahora, al país que lo produce. De esa manera quedaría claro cuáles son los países que más emiten y aquellos otros, por lo general más pobres, que simplemente fabrican lo que se les demanda y al precio que se lo demandan.”



Juan Lamas Borrajo habló de los recursos minerales en la lucha contra el cambio climático.

Actos Oficiales y sociales

La apertura del Congreso tuvo lugar el día 25, presidida por el Excmo. Sr. D. Alfonso Muñiz Lorenzo, alcalde presidente de Puertollano; Excmo. Sra. D^a Petra Sánchez Bonales, vicepresidenta de la Diputación Provincial de Ciudad-Real y concejala de Puertollano; Ilmo. Sr. D. Donato Herrera Muñoz, decano del Colegio de Químicos de Madrid y presidente del Comité Organizador; Ilmo. Sr. D. Valentín González García, presidente de la Asociación de Químicos e Ingenieros Químicos de Madrid y presidente del Comité Organizador; Ilmo. Sr. D. Ángel Cámara Rascón, decano presidente de los Colegios de Ingenieros de Minas de España; Ilmo. Sr. D. Manuel Regueiro González-Barros, presidente del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos; Ilmo. Sr. D. Eduardo Ferreira da Silva, presidente del Grupo de Geoquímica de Portugal; Ilmo. Sr. D. Pablo Higuera Higuera, presidente del Comité Científico; y el Ilmo. Sr. D. Juan Ramón Álvarez Fernández, presidente de ARQUICMA.

En su intervención inaugural, Donato Herrera, como presidente del Congreso, señaló que “con las limitaciones que nos imponen las circunstancias vamos a realizar este Congreso, con la esperanza de que sea fructífero para todos los participantes y para nuestra sociedad, con las conclusiones científicas

que se puedan extraer de estas jornadas. Como presidente del Comité Organizador quiero dar las gracias a las autoridades de la región comenzando por el Gobierno de la Comunidad que hoy le ha sido imposible asistir, al Ayuntamiento de Puertollano por su acogida, a la Diputación Provincial, por su apoyo, y a todos los patrocinadores,

primer día y en la misma sede del Congreso, la Diputación Provincial ofreció una recepción a los congresistas.

Paralelamente al desarrollo del Congreso, mientras los participantes se trasladaban a Almadén, en la sede tuvo lugar un taller de prácticas de geoquímica para los alumnos de los centros educativos de la ciudad, proyectando una línea de futuro trabajo en este campo de las ciencias de la naturaleza, dado el interés que suscitaron.

El 27 a mediodía se clausuró el Congreso, con la entrega de los premios a los mejores trabajos presentados por investigadores junior y con la toma de relevo por nuestros colegas portugueses para celebrar el próximo congreso, anunciando que su sede será en Las Azores. La presentación estuvo acompañada de un reportaje gráfico del lugar.

La organización del congreso hizo entrega del *Atlas geoquímico de España* a las autoridades del Ayuntamiento de Puertollano, de la Diputación provincial de Ciudad Real y de la Delegación de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, como muestra de agradeci-




Intervención de Casto Sánchez, representante del Gobierno de Castilla La Mancha, durante el acto de clausura.

que hacen posible la realización del XIII Congreso Ibérico y XIII Nacional de Geoquímica.

Siguieron después otras intervenciones de la mesa presidencial, y cerró el acto Alfonso Muñiz, declarando abiertas las jornadas del Congreso.

Tras la Conferencia Plenaria de este

miento por su colaboración. También se entregó dicho recuerdo a los tres conferenciantes plenarios.

La comida congresual se realizó en las afueras de Puertollano y con ella se puso punto final a estas jornadas que siguen vivas en estos congresos que tuvieron su primera luz en 1985. 



De arriba abajo y de izquierda a derecha: entrega del Mapa de Geoquímica de España a los conferenciantes plenarios; entrega del premio a los investigadores jóvenes; visita a las minas de Almadén; entrega del Mapa de Geoquímica de España a la vicepresidenta de la Diputación Provincial, Petra Sánchez; los congresistas en el interior de la mina de Almadén; sesión de presentación de pósters; prácticas de geoquímica con alumnos de centros educativos de Puertollano; y los congresistas que visitaron la mina EMMA, en Puertollano.



Funcionalidades del vidrio y el misterio de su estructura por microscopía electrónica



Naciones Unidas declaró 2022 como Año Internacional del Vidrio, a propuesta de la International Commission on Glass (ICG), que aglutina a más de 5000 investigadores, empresas y otros actores dedicados profesionalmente al sector. Este material fascinante tiene una gran versatilidad en aplicaciones en nuestra vida diaria y en la tecnología. Un material “misterioso”, integrado en la economía circular y amigable con el medio ambiente, tanto en sus aplicaciones como en su fabricación, como expliqué en la conferencia impartida el 10 de marzo, dentro de las actividades del Grupo de Ingeniería Química del Colegio de Químicos de Madrid, dirigido por Carmen Clemente, del que se ha extraído este texto. Este Año Internacional pretende divulgar la historia, utilidad e importancia económica y social del vidrio, y su futuro, gracias a la investigación para desentrañar los misterios de su estructura.

Texto: Jesús M.ª Rincón, científico colaborador honorífico de la UMH-Elche y profesor de investigación del CSIC.

El vidrio es un material conocido desde la antigüedad que ha tenido y sigue teniendo amplias aplicaciones en todas las civilizaciones. Se pueden formar vidrios tanto naturales como artificiales a partir de todos los elementos del sistema periódico, cumpliendo las condiciones cinéticas de enfriamiento que se requieren para lograr llegar al “estado vítreo”. Hay vidrios naturales tales como las obsidias y las riolitas, producidos por el enfriamiento de la lava volcánica, otros formados por impacto de meteoritos, como las tectitas, e incluso los astronautas de las misiones Apolo recogieron esferas de vidrio en la superficie lunar. El vidrio se fabricaba hace más de 5.000 años, a partir de arena y fuego y se han descubierto en el centro y norte de Europa murallas y fuertes vitrificados, intencionada o accidentalmente. Muchos museos exhiben ejemplares fenicios, mesopotámicos, romanos, visigodos, medievales... y las vidrieras de las catedrales góticas muestran su expansión por Europa. Pero las innovaciones más notables tuvieron lugar en el siglo XX y lo que llevamos del XXI.

Virtudes y desventajas

El vidrio es un material noble que se utiliza en viviendas, vehículos, edificios, electrónica... objetos tan cercanos que no nos percatamos de lo que aportan en limpieza y belleza. La aplicación principal es la arquitectura, y se puede apreciar en infinidad de fachadas, ventiladas o no, con vidrios planos o curvos. Los productos vítreos que se encuentran en el mercado dependen de sus aplicaciones y su forma. Se puede colorear, tanto en masa como en superficie, se puede hacer transparente o bien opal y opaco. Tiene propiedades ópticas excepcionales para su uso en instru-

mentos ópticos (gafas, microscopios, telescopios...) y en forma de fibra conduce información lumínica a distancia. Se usa en el ámbito artístico, tanto por prensado como tallado.

En los últimos años se han desarrollado pantallas táctiles más versátiles e incluso paneles solares para generar electricidad. Mediante capas de TiO_2 se comercializan vidrios auto-limpiables. Hay también sensores de gases contaminantes (NO_x y SO_x), con vidrios de silicato de calcio y potasio y otros de fosfatos de calcio y potasio. Aunque los de hace varios siglos pueden presentar alteraciones superficiales por corrosión, en el corto espacio de tiempo de una vida humana son estables y duraderos frente a la corrosión. Por eso se usan para almacenamientos de bebidas, alimentos, vacunas y fármacos, e incluso se han desarrollado vidrios biocidas y virucidas.

Pero también se le reprochan inconvenientes, como su fragilidad, su peso elevado y su sonoridad. Según la teoría de microgrietas de Griffith su resistencia debería ser mucho mayor, incluso como la del acero, y en fibra presenta una enorme resistencia mecánica a la flexión. Desde el siglo pasado se realizan mejoras gracias a los tratamientos superficiales por cambio iónico y otros especiales, como recubrimientos de capas a compresión o mediante capas de zircón obtenidas por procesado sol-gel. Por otro lado, la resistencia al choque térmico de los vidrios sodo-cálcicos y los de vidrio-cristal con PbO es muy baja, pero hay otras composiciones (boro-silicato, sílice pura y Li_2O) resistentes al fuego y a intensos choques térmicos. Los hay resistentes a la radiación que se usan en laboratorios de investigación nuclear y otros absorbentes de neutrones térmicos. Su ex-



Arriba, diferentes vidrios y algunos antiguos romanos del MNAR, Mérida. Abajo, usos del vidrio en objetos y estructuras cotidianas.

cesivo peso es un problema que se ha mejorado con el desarrollo de envases de paredes finas y resistentes.

Procesado y reciclado

Todos los vidrios parten de un óxido que actúa como principal formador de la red vítrea, al que se le añaden modificadores de la red (como óxidos de elementos alcalinos y alcalinotérreos) y acompañado en la mayoría de los casos por óxidos intermedios, como el de aluminio. El vidrio convencional calco-sódico de silicato se obtiene desde siempre a partir de arena de cuarzo (SiO_2), caliza (CaCO_3) y sosa Solvay (Na_2CO_3). Los componentes se funden en hornos especiales. Para facilitar la formación de vidrio, se puede usar el vidrio fracturado procedente de usos previos, que permite reciclarlo, dentro del concepto de economía circular, lo que significa menor daño al medio ambiente, ahorro de materias primas y menor coste energético.

Una vez obtenido y moldeado el vidrio después de su colado (volcado o extendido desde el horno) hasta la temperatura ambiente, se puede moldear por varios procedimientos: el tradicional soplado, moldeado al soplete, en fibra y prensado en caliente. También puede obtenerse en forma de polvo por enfriado brusco en agua, polvo que posteriormente se puede prensar y sinterizar para la producción de vidrio-mosaico, de aplicación en pavimentos y revestimientos. Este proceso del sinterizado permite

el reciclado de todo tipo de residuos después de vitrificarlos para su uso directo o como aditivo en otros materiales de construcción. Este procesado por sinterización se aplica también en materiales vitrocerámicos de gran formato para fachadas, que no podrían obtenerse por métodos tradicionales. Las cocinas de vitrocerámica son también vidrios.

La estructura del vidrio

Desde comienzos del siglo XX se caracterizó el vidrio como un material amorfo e incluso se propuso como otro estado de la materia. Se decía que era un tema pendiente en la física de la materia condensada, ya que por debajo de la temperatura de transición vítrea, pasan al estado rígido por cambio progresivo de su viscosidad, pero es una transición cinética que se consigue a una velocidad relativamente rápida. Termodinámicamente se considera como un estado metaestable, aunque esta tipificación sería más adecuada para los vidrios heterogéneos con microestructuras de separación de fases líquidas.

La investigación de la estructura de los vidrios se aborda por métodos de observación (microscopía electrónica, de fuerza atómica, etc.), de difracción (de rayos X, de electrones, de neutrones, etc.) o por espectroscopías (Raman, RMN, Infrarrojo...), pero desde los años 70 del pasado siglo el mayor interés es el uso de la microscopía electrónica, especialmente la de transmisión (TEM). Al ob-

servar el vidrio por microscopía óptica, sólo apreciamos la homogeneidad tanto de su superficie, como de las superficies de fractura, y con polarizadores se pueden observar y localizar sus tensiones internas. Con la microscopía electrónica TEM o de barrido SEM fue posible apreciar que el vidrio no era tan homogéneo y poseía zonas de inmiscibilidad líquida en forma de gotitas dispersas en su microestructura, lo cual era más evidente en vidrios de borosilicato y en vidrios de silicato con altos contenidos en Li_2O o incluso en los que contienen Na_2O . Con los HREM-TEM de Alta Resolución, ya en los 90, pudo observarse inicialmente que a diferencia de la estructura ordenada de átomos de los materiales cristalinos, las zonas vítreas mostraban los átomos desordenados en zonas amorfas, mostrando diferentes contrastes.

Más recientemente científicos chinos parecen haber conseguido el método definitivo para conocer o elucidar la verdadera estructura del vidrio, usando la técnica de difracción de un haz de electrones ultrafino (0,4 nm) que permite el orden de corto alcance del vidrio. Y Michael Ojovan, en el Imperial College de Londres, está logrando avances espectaculares al considerar las estructuras vítreas mediante la teoría de conectividad-percolación de la transición vítrea.

Tenemos que observar y disfrutar del vidrio que nos rodea y agradecerle las prestaciones que nos ofrece en nuestra vida diaria.



Experiencias para fomentar entre los adolescentes las vocaciones STEM, especialmente en química

Construyendo el futuro de la ciencia

El concepto STEM (acrónimo de Science, Technology, Engineering and Mathematics) designa un conjunto de prácticas educativas centradas en la enseñanza de las disciplinas englobadas en los términos ciencia, matemáticas, ingeniería y tecnología, y hacerlo de una forma integrada y multidisciplinar, con el objetivo de conseguir despertar vocaciones en estos ámbitos. Una forma de conseguirlo es utilizar el desarrollo de conocimientos teóricos con objeto de aplicarlo a la resolución de problemas científicos y tecnológicos prácticos, otorgando importancia al trabajo en equipo y promoviendo la creatividad. El Colegio Oficial de Químicos de Madrid y la Asociación de Químicos e Ingenieros Químicos de Madrid ha llevado a cabo diversas estrategias vinculadas a este enfoque fundamental, con una meta clara: incentivar el interés por el universo de la química entre los estudiantes de secundaria.

“La química lo es todo: vida y progreso”, dice Íñigo Pérez-Baroja, decano del Ilustre Colegio Oficial de Químicos de Madrid. “En cualquier sector en el que quieras trabajar, siempre hay algo relacionado con la química, así que debemos tratar de eliminar ese mal pensamiento que la gente tiene sobre ella”. Bajo este prisma nació el proyecto que esta institución ha llevado a cabo con la Universidad Complutense de Madrid (UCM), en el que el objetivo principal consiste en estimular el interés de los adolescentes por la química. “Nuestro papel es proteger la profesión y divulgar la química, y minimizar la mala prensa que tiene en ocasiones”, indica Pérez-Baroja..

Entre las experiencias que se han impulsado este año, destacan diversas conferencias, talleres y experimentos, cristalizadas en numerosos institutos y por parte de profesionales de diferentes sectores científicos. “Hemos realizado charlas en centros educativos para divulgar la química; charlas que todos los años cambiamos y tratamos de enfocar hacia la realidad cotidiana”, cuenta el decano. “Si conseguimos levantar esa vocación que tenían oculta algunos alumnos, cre-

emos que nos lo agradecerán”. Además, desde el proyecto destacan la relevancia de la sinergia entre los colegios e instituciones como la universidad para alcanzar un mayor éxito comunicativo.

“El proyecto se planteó porque se vio que, dentro del ámbito STEM, las carreras de química e ingeniería química habían sufrido un gran bajón en cuanto al interés de los estudiantes, en comparación con otras como matemáticas o física, algo que también se aprecia en las notas de selectividad”, señala Esther Gómez Mejía, estudiante de doctorado. Para paliar esta situación, se ha querido poner de relieve la gran cantidad de salidas profesionales —tanto en investigación como en enseñanza—, que tiene la química y hacerlo a través, entre otras cosas, de mostrar que “es muy interesante y se encuentra siempre a nuestro alrededor”.

Charlas, talleres y experimentos

El proyecto ha sido, en buena parte, una continuación del realizado en 2021, donde ya se había comenzado a observar que se habían reducido las vocaciones por el campo de la química. Paralelamente, se decidió centrarlo en los Objetivos de



Esther Gómez Mejía durante uno de los talleres con estudiantes de secundaria.

Texto: Pedro Mateos, periodista científico

Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 adoptada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en septiembre de 2015. “El pasado año se realizaron talleres basados en charlas divulgativas y debates y este año se han realizado experimentos sencillos: con tinta invisible, síntesis de polímeros, reacciones redox con colores, uso de parafinas... Y, por otro lado, actividades que ha llevado el Colegio de Químicos, como son las mentorías”, explica la investigadora: “Hemos trabajado, sobre todo, con alumnos de 3º y 4º de la ESO y de Bachillerato”.

Las charlas giraban en torno a temas como la salud alimentaria, contaminan-

tado más atención”, detalla Esther. Los talleres estaban, en su mayoría, dentro del ámbito de la química analítica: “se abarcaron conceptos de ácido base, oxidación-reducción y síntesis de polímeros”, donde a los estudiantes se les hacían preguntas teóricas relacionadas con estas pruebas experimentales.

“La enseñanza de la ciencia se percibe por algunos estudiantes como aburrida, abstracta, difícil y con fórmulas y ecuaciones incomprensibles”, indica Emilio Gómez Castro, profesor asociado del Departamento de Ingeniería Química y de Materiales de la Facultad de Ciencias Químicas de la UCM. Para cambiar esta

aprendido conceptos nuevos a través de los talleres y describieron su experiencia en el desarrollo de la actividad como activa, interesante y muy motivadora”.

Saber adaptarse

“Decía el divulgador científico estadounidense Bill Nye: ‘la ciencia es la clave de nuestro futuro y si tú no crees en la ciencia, entonces nos estás reteniendo a todos hacia atrás’”, cita Gómez Castro. El cambiante mundo que nos rodea implica que la humanidad debe comprender los fenómenos y desarrollos científico-tecnológicos que imperan en nuestra realidad. “El futuro está en manos de las gene-



Íñigo Pérez-Baroja.



Donato Herrera Muñoz.



Emilio Gómez Castro.

tes emergentes, antioxidantes naturales en residuos de alimentos, biorrefinerías, nanopartículas y nanomateriales y sustancias adictivas. “Se trata de eventos de unos treinta minutos, interactivos, donde se plantean preguntas y los estudiantes pueden desarrollar ideas por ellos mismos, para terminar con un debate y un juego interactivo para ver quién ha pres-

percepción, se creó un espacio de divulgación y comunicación de conocimientos científicos, con la intención de fomentar el interés por la ciencia, a través de actividades no curriculares y en un contexto no formal, combinando charlas y talleres experimentales. “Los resultados de las encuestas realizadas mostraron que la mayor parte de los alumnos habían

raciones que ahora están en las aulas de los colegios, los centros de secundaria y formándose en las universidades. Es decir, existe la necesidad de unos ciudadanos activos e informados para actuar en una sociedad abierta que debe dar respuesta a los retos del siglo XXI”.

Para el futuro, se están desarrollando numerosas iniciativas para potenciar el interés por la ciencia entre las nuevas generaciones y concienciar a los alumnos de que muchas de las soluciones a los problemas actuales pasan por la aplicación de la ciencia y la tecnología. “Nos hemos planteado hacer partícipes a estudiantes de la universidad, de fin de grado o de máster, que muchas veces tienen que enfrentarse a retos prácticos, para que puedan estar en contacto con profesionales de diferentes sectores industriales”, señala Esther Gómez Mejía. “Aunque la presencialidad es muy importante, la tecnología también es una plataforma crucial, y ahora se está fomentando que los informes de las prácticas se hagan en diferentes formatos, como fotografías o vídeos, acercando la profesión así a la naturaleza de las nuevas generaciones”.

Las posibilidades de la química

Anualmente, se celebra el Día de las Profesiones dentro del Colegio y la Asociación de Químicos de Madrid. Se trata de una especie de feria que dispone varios puestos donde se exponen las salidas que presentan sectores como la química, la ingeniería química y la bioquímica, además de manifestar su importancia y su contribución a la sociedad. “Pretendemos concienciar de lo que es la química y las posibilidades que tiene, tanto en la investigación como en la educación”, dice Donato Herrera Muñoz, vicepresidente de la Asociación de Químicos e Ingenieros Químicos de Madrid. “En esta jornada, hicimos una presentación para dar a conocer cuál es el trabajo que lleva a cabo un químico, con el propósito de que los alumnos descubran sus aplicaciones y despierten su posible vocación por la profesión”. Por otra parte, la Fundación 3M, en colaboración con ANAYA e Inspiring Girls, ha creado el programa Top Scientists, un concurso nacional que se ha propuesto motivar a los estudiantes españoles en lo referente al talento y al valor científico. El proyecto pretende encontrar soluciones innovadoras mediante la aplicación de la ciencia y la tecnología, estimulando la originalidad y el ingenio y premiando los mejores trabajos con diversos premios.



El sector químico, palanca de crecimiento sostenible para el 'Green Deal'

La industria química es uno de los motores económicos estratégicos de España, tanto por su solidez como por su tamaño, pero sobre todo por su capacidad tractora para otros sectores. De hecho, abastece de productos y tecnologías al 98% de los sectores productivos y se encuentra en la base de innumerables cadenas de producción. Esta condición transversal le ha permitido navegar en las peores crisis. En el periodo 2007-2021, y a pesar de las crisis financiera y sanitaria globales, el sector químico acumuló un crecimiento productivo del 25,1 %, que contrasta con una pérdida de casi el 23% para el conjunto de la Industria española. Y lo ha hecho asumiendo el compromiso de integrar la doble transición que los tiempos exigen, la de la sostenibilidad y la de la digitalización, dando pasos firmes hacia la eficiencia en el uso de recursos naturales y, singularmente, del consumo energético.

En 2021 el sector químico experimentó un crecimiento inusual de su cifra de negocios, con una subida del 19,7 % respecto a 2020, alcanzando un resultado de 77.241 millones de euros, y del 21,1 % (hasta los 44.527 millones) en el caso de las exportaciones. Unas cifras sin precedentes, resultado, por un lado, del comportamiento de la producción, impulsada por la alta demanda experimentada por los productos químicos y, por otro y sobre todo, por el incremento de los precios.

A pesar de que el ejercicio 2021 estuvo marcado por una demanda muy intensa y una oferta todavía en proceso de ajuste, la evolución inflacionista de los costes de producción y operación (altos precios de la energía, de las materias primas y del transporte marítimo) limitaron notablemente los márgenes de las compañías.

En el caso de la producción, la mayor parte de las plantas españolas mantuvieron un alto ritmo de crecimiento sectorial, del 5,9 %, que permitió recuperar ampliamente las tres décimas perdidas en 2020. La elevada demanda y el impacto de los precios en 2021 también se

vieron reflejados en el consumo de productos químicos por habitante en España, que creció un 17 %, hasta superar los 1.800 € anuales.

En estos momentos, la incertidumbre no ha mejorado sustancialmente y la volatilidad de los mercados de las materias primas y de la energía no permiten realizar una previsión sólida, aunque se prevé que la demanda seguirá al alza, si bien más estable. Asimismo, el comportamiento en 2022 presenta incertidumbres geopolíticas y económicas evidentes, en las que a la injustificable invasión rusa de Ucrania se unen los precios energéticos y una hiperinflación que amenaza la estabilidad de la mayoría de las economías mundiales. Paralelamente, la evolución del sector químico dependerá también de sus principales sectores clientes, como es el caso de la automoción.

Con respecto a la I+D+i, clave para impulsar su competitividad, el sector químico continúa liderando la inversión industrial en este ámbito, al que destina 1.721 millones de euros anuales y donde también encabeza la contratación de investigadores del sector privado (uno



Texto: Juan Labat, director general de Feique.

“En investigación química, España está en el octavo puesto mundial”

Hermenegildo García Gómez (Canals, Valencia, 1957), es doctor en Química por la Universidad de Valencia. Catedrático de la Universidad Politécnica de Valencia e investigador en el Instituto de Tecnología Química desde su fundación, en 1991, ha realizado importantes aportaciones en fotoquímica y catálisis heterogénea, tecnología del grafeno y desarrollo de fotocatalizadores. Su grupo ha desarrollado fotocatalizadores basados en grafeno, mediante lo que ha bautizado como carbocatálisis, y los utiliza para la captura de CO₂ atmosférico. En 2021 recibió el Premio Nacional de Investigación de Ciencia y Tecnología Químicas “Enrique Moles”, por su trabajo en conversión de energía solar en combustibles verdes, como el hidrógeno, mediante fotocatalizadores. Su objetivo es que estas tecnologías salgan del laboratorio y se conviertan en una realidad industrial.

Texto: Noemí Trabanco Martín, periodista de ciencia

Pregunta. ¿Qué sintió al recibir el Premio Nacional de Investigación el pasado año?

Respuesta. Sientes mucha alegría y satisfacción y piensas que has tenido suerte porque hay mucha gente igual o mejor que tú. Pero es un reconocimiento de mucho trabajo y de mucha gente.

P. ¿De cuántas personas se nutre el grupo de investigación?

R. Ahora mismo contamos con unos 5 miembros permanentes, 5 investigadores postdoctorales y unos 12 estudiantes predoctorales. Además de investigadores visitantes que pasan por nuestro laboratorio durante diferentes periodos. Somos en torno a 25 personas.

P. Su grupo es uno de los expertos mundiales en fotocatalisis, ¿qué es y para qué nos puede servir?

R. La vida en la Tierra depende de la luz solar. El proceso de fotosíntesis natural es muy complejo, basado en muchas proteínas y un ordenamiento delicado de todos los componentes. Mediante este sistema, la luz de sol, que es energía, es transformada en energía química. Cuando la luz es absorbida promueve un electrón y se genera una separación de cargas. Con ese electrón se hacen reacciones de oxidación-reducción. Un tercio de toda la química son este tipo de reacciones. Estamos muy lejos de entender todo el detalle y complejidad de la fotosíntesis natural, pero si queremos imitarlo de alguna manera, tenemos que irnos a sistemas mucho más simples. Nosotros trabajamos con sistemas de uno o dos elementos, a lo sumo, tres. Eso se llama fotocatalisis, aprovechar una fuente de energía que no es térmica, como en el caso de la catálisis, para promover una reacción química. Cuando los fotones vienen de la luz solar tenemos, además, la ventaja de que la fuente de energía es inagotable, limpia y asequible. Estamos aún lejos de conseguirlo, pero trabajamos para lograrlo.

P. Una de sus líneas de investigación es, precisamente, el desarrollo de catalizadores eficaces para este tipo de procesos, ¿no es así?

R. Sí, efectivamente la clave de todo está en el material. No solamente la composición sino cómo lo estructuras, en qué tamaño, qué morfología tiene y como se combina con otros. Empezamos a entender que todo esto es crucial para que el fotón, que es pura energía, sea capturado por el material y ese exceso de energía se utilice para excitar los electrones de ese material y se genere una separación de cargas, que es el proceso clave.

P. Uno de esos materiales es el grafeno, ¿qué beneficios presenta?

R. Normalmente, los materiales que capturan fotones y lo convierten en energía química son fundamentalmente semiconductores metálicos, como el dióxido de titanio. También se añaden metales nobles, como el platino, a los fotocatalizadores actuales. Pero, ¿de dónde sacamos esos materiales? ¿cuánto de este material está disponible? Si queremos un proceso a escala industrial, a escala masiva, necesitamos un elemento súper abundante. Y ese es el caso del carbono. Además, el carbono es muy manipulable y tiene muchas formas. Una de esas formas es el grafeno. Cuando es ideal forma una lámina de hexágonos y en cada vértice del hexágono tenemos un átomo de carbono. En esta forma ideal, tenemos electrones en ambas caras de la lámina. Este grafeno es transparente y es un conductor mejor incluso que los metales. Pero si a ese grafeno le sabemos introducir ciertos ‘defectos’, cosa que sí sabemos hacer, se convierte en semiconductor. Una investigación muy activa ha sido conseguir ese grafeno puro, ideal. Pero nosotros hemos sabido sacar ventaja a lo contrario, es decir, el grafeno imper-



fecto, que al ser semiconductor es capaz de absorber fotones y podemos emplearlo como fotocatalizador.

P. Ustedes están trabajando también en la obtención de grafeno a partir de materia orgánica.

R. Una de las formas de obtener grafeno, que existen varias, es a partir de metano. Pero para que todo el sistema sea aún más sostenible nosotros hemos logrado producirlo a partir de restos orgánicos. Uno de los procesos que se ha hecho más famoso es el de haberlo logrado a partir de la piel de gamba, obteniendo un grafeno muy activo en fotocatalisis y convirtiendo así un residuo en el producto de partida de un proceso con alto valor añadido. Esto es la base de la economía circular y la sostenibilidad.

P. El grafeno, ¿sigue siendo entonces el compuesto del futuro?

R. Actualmente se usa mucho como aditivo reforzante de plásticos, aunque en este caso se usa muy poca cantidad, pero otra aplicación que consume muchísimo grafeno actualmente es la producción de baterías de litio para reducir el tiempo de carga y mejorar la potencia. Se usa grafeno como conductor. En un futuro también habrá superconductores de grafeno, ya que como el vector de energía a corto plazo va a ser preferentemente eléctrico, necesitamos almacenar esa energía. Para ello necesitamos un condensador, en el que tenga lugar la separación de cargas. En toda esta parte se comenzará a consumir seguramente muchísimo grafeno. También se utilizará en foto y electrocatalizadores; es decir, en muchas aplicaciones. Es un material muy versátil.

P. ¿Existe limitación en la producción u obtención de grafeno?

R. No tiene por qué. El grafeno de muy alta calidad puede ser caro, pero para otro tipo de aplicaciones que no necesiten esa calidad no tiene por qué. Por ejemplo, para su utilización en baterías, es barato. Depende de la calidad. Y, de hecho, otros materiales que se usan en este tipo de aplicaciones también son caros actualmente, como es el caso del silicio.

« Para que el sistema sea aún más sostenible hemos logrado producir grafeno a partir de restos orgánicos »

P. ¿En qué punto de desarrollo industrial se encuentra actualmente la fotocatalisis?

R. Esto se mide con el *Índice de madurez* de una tecnología, o escala TRL, que va del 1 al 9. La fotocatalisis está en un TRL en torno a 3. Es decir, en el laboratorio sabemos que el proceso existe y funciona, pero ahora nos quedarían muchos pasos para llegar al nivel industrial. En primer lugar, tenemos que obtener un prototipo a nivel de laboratorio y ver cuál es el máximo de eficiencia que podemos conseguir. Eso sería un nivel 4. A partir del

nivel 5 ya se sale del laboratorio y ya vendrán los escalajes a nivel industrial, verificar que se mantiene la eficiencia...

P. Es decir, nos queda aún mucho tiempo...

R. Sí, pero yo esto lo veo como una oportunidad. Si yo compito por una tecnología que ya está muy desarrollada tengo menos margen para poder aportar algo novedoso, mientras que en una tecnología con un TRL bajo, tienes más oportunidades y si las empresas se interesan por este tipo de tecnologías y logras pasar de un TRL 3 a un TRL 6, por ejemplo, has multiplicado muchísimo su valor.

P. Por tanto, ¿es imprescindible la colaboración con empresas?

R. Nosotros hemos sido afortunados porque hemos colaborado con muchas empresas en muchos proyectos, pero en mi experiencia la empresa está muy centrada en conseguir rendimiento y beneficios a muy corto plazo. En algo que está alejado del mercado, no suelen estar muy interesados. Hay un tipo de inversión en capital-riesgo que si tiene interés en apoyar tecnología que puede multiplicar su valor más a largo plazo, pero las empresas están más centradas en el corto plazo, quieren algo más inmediato. Aunque claramente comenzarán a tener un interés porque vemos que cada vez es más necesario disponer de nuevas fuentes de energía.

P. Pero la competencia a nivel de investigación sí que es muy alta, ¿verdad?

R. Sí, en estos últimos años hay mucho interés en la fotocatalisis y en toda la química en general. La química es el sexto sector económico en importancia, sin incluir los combustibles. Hasta ahora toda la industria química estaba basada en el empleo de calor, porque se utilizaban combustibles fósiles que se quemaban. Pero ahora nos encontramos con una situación en la que hay que cambiar esto. Mucha gente que trabajaba en catálisis térmica está ahora apostando por la electrocatalisis y la fotocatalisis, por lo que es un campo muy competitivo.

P. ¿Qué diferencias hay entre electro y fotocatalisis?

R. La electrocatalisis es similar a la fotocatalisis. Cogemos un material que polarizamos aplicando un voltaje y ese material puede hacer cosas como generar hidrógeno a partir de agua. La electrocatalisis está enfocada, principalmente, a la electrolisis del agua de una forma muy eficiente o a la reducción de CO₂ para generación de combustibles o productos químicos.



Hermenegildo García Gómez y su grupo de investigación.

P. Otra de sus líneas es la captura del CO₂. ¿En qué consiste?

R. Nosotros trabajamos principalmente en la parte de transformación, lo que llamamos fotosíntesis artificial. La fotosíntesis natural utiliza el CO₂ junto con agua y la energía de la luz solar para generar glucosa. Nosotros no queremos biomoléculas sino combustibles, de ahí que la denominemos así. Utilizamos el CO₂ para conseguir, por ejemplo, metanol, metano, ácido fórmico... Esto es importante para el futuro, porque en el momento en que haya una descarbonización avanzada, la captura de CO₂ se reducirá, pero habrá un periodo de adaptación de unos 10 a 15 años en el que podemos aprender a capturar CO₂ a partir de fuentes estacionarias y del aire; y si esto es así, esta tecnología seguiría teniendo validez después incluso de la descarbonización.

P. ¿En qué punto se encuentra actualmente esta tecnología?

R. Catalíticamente el sistema funciona muy bien, se puede aplicar, pero requiere calor. Si hablamos de electrocatalisis, estaría en niveles TRL de 3 o 4, por detrás de la catálisis que está en 6 o 7. La fotocatalisis en este aspecto estaría aún por detrás.

P. ¿En qué proyectos están inmersos actualmente?

R. Tenemos varios proyectos europeos para utilizar CO₂ y luz y obtener

compuestos de interés. Entre ellos está FlowPhotoChem en el que trabajamos en la obtención de monóxido de carbono para después realizar procesos Fischer-Tropsch para la producción de hidrocarburos. En colaboración con China, trabajamos en otro proyecto para conseguir metanol, que es el proyecto MetaSol. Tenemos proyectos de aprovechamiento de la luz solar para la obtención de combustibles o de electrocatalisis para reducir CO₂ a metanol. En cuanto a proyectos nacionales, estamos trabajando en proyectos para desarrollar grafenos como fotocatalizadores, en los que tenemos muy buenos resultados y queremos llevarlos a escalaje para ver su viabilidad industrial.

P. ¿Siguen colaborando con empresas?


R. Sí, en el caso de proyectos con empresas estamos trabajando en el empleo de grafeno como recubrimiento antioxidante de metales, algo que es muy importante, ya que el recubrimiento que se utiliza actualmente es muy antiguo y estamos tratando de utilizar el grafeno con este propósito, dotando al objeto de una especie de piel que evita su corrosión. También estamos desarrollando retardantes de llama para incendios forestales, para intentar limitar el progreso del fuego. Hemos desarrollado un retardante sin fosfatos, con dos compuestos no contaminantes que se unen de forma muy estable, inhi-

biendo el fuego. Después, cuando llueve, estas uniones se rompen, los compuestos se disuelven en agua y no contaminan, porque son moléculas orgánicas biodegradables. También estamos intentando desarrollar electrocatalizadores y fotocatalizadores. En fin, tenemos muchos frentes abiertos.

P. ¿Cree que la situación actual con la energía impulsará un cambio de modelo energético?

R. Tenemos una oportunidad muy grande, como potencia que somos, para cambiar el modelo de producción y que se cree riqueza a base de modelos de investigación e innovación en nuevas tecnologías. En investigación química, España está en el octavo puesto mundial, pero tenemos que aprovecharlo. No podemos dejar de comprar petróleo o gas y pasar a comprar aerogeneradores a otros países europeos. Tenemos que tener capacidad de producción y la tecnología adecuada para el aprovechamiento del sol. España tiene un gran potencial gracias a la cantidad de radiación solar que recibimos.

P. Pero tenemos que esperar entonces cambios en nuestros políticos...

R. Bueno, en los políticos y en los empresarios. Que entiendan que es necesario apostar por tecnologías disruptivas, que necesitan un tiempo de desarrollo pero que pueden luego generar grandes beneficios. Necesitamos un cambio del modelo productivo. 

noticias

NOTICIAS

Nombramiento de nuevo decano y renovación de la Junta Directiva del Colegio de Químicos de Madrid

El día 5 de febrero de 2022 tuvo lugar la presentación de la candidatura encabezada por Íñigo Pérez-Baroja Verde para la Junta Directiva del Colegio Oficial de Químicos de Madrid, única lista presentada, formada por:

Decano

Íñigo Pérez-Baroja Verde

Vicedecano 1º

Donato Herrera Muñoz

Vicedecano 2º

Tomás García Martín

Secretario

Ángel Prieto Maeso

Vicesecretario

Juan Antonio Revenga Hernández

Tesorera

María Esther Lindoso García

Interventor

María Carballido Viejo

Vocales

María del Mar Alarcón Hernández

Lourdes Campanero Campanero

Javier Domínguez Cuenca

María Dueñas Pérez

Antonio Gutiérrez Maroto

Rosario García Giménez

Carlos Mayo del Río

Alberto Orío Hernández

Vocales delegados:

– Puertollano

María del Carmen Sánchez Hipólito

– Segovia

Eduardo Gil Ceballos

La toma de posesión tuvo lugar el día 29 de abril y se realizó una celebración el día 12 de mayo, en la que el profesor Luis Enjuanes impartió la conferencia “Evolución y patología de los coronavirus humanos: Desarrollo de vacunas y antivirales”.

Donato Herrera participó en la Jornada de Orientación Profesional para Químicos de la UAM

El 19 de mayo, el vicedecano del Colegio de Químicos de Madrid, Donato Herrera Muñoz, visitó la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de



Madrid, invitado a participar en la Jornada de Orientación Profesional para Químicos, organizada por dicha universidad. El Colegio y la Asociación de Químicos de Madrid tienen entre sus objetivos dar a conocer las salidas profesionales que ofrece la química a las futuras promociones, transmitirles las experiencias en el mundo docente y empresarial e indicarles los lugares que pueden elegir para satisfacer las múltiples opciones que ofrece esta titulación.

Convenio entre el Colegio y la Fundación Conama

El Ilustre Colegio Oficial de Químicos de Madrid y la Fundación Conama han firmado un convenio para la coorganización del Congreso Nacional de Medio Ambiente que se celebrará en el mes de noviembre de 2022 en Madrid. El Colegio de Químicos de Madrid participará en varios grupos de trabajo en materias relacionadas con la química, tales como residuos municipales, innovación en economía circular y gobernanza del agua; y también mediante alguna ponencia y la moderación de grupos durante el congreso.

Convenios firmados este año por el Colegio y diversas instituciones

Además del ya mencionado, durante el último año el Colegio de Químicos de Madrid ha firmado convenios de colaboración con las siguientes entidades:

- Unión interprofesional de la comunidad de Madrid para la edición y publicación de listado de peritos.
- Red de autónomos, estableciendo una colaboración, junto con otros

agentes del territorio, para apoyar a las pymes en entornos rurales de la provincia en su proceso de transformación digital.

- Cerne Auditores de Prevención S. L., para potenciar el servicio de auditoría y certificación de la correcta gestión de calidad del aire en ambientes interiores en el ámbito de la prevención de riesgos laborales y de la protección de los usuarios de las instalaciones.
- Fira internacional de Barcelona, para potenciar la visibilidad de la Feria Internacional de la Química Expoquimia, evento de carácter internacional.

También firmó un nuevo convenio con la Universidad Autónoma de Madrid y su Fundación, sobre el Aula de Sostenibilidad Industrial, y se renovaron automáticamente los firmados con Nueva Mutua Sanitaria, actualizando ofertas y ventajas en sus pólizas para los colegiados, y con el Centro de Estudios Superiores de la Industria Farmacéutica (CESIF), con ventajas en actividades de formación.

Íñigo Pérez-Baroja, presidente de la Comisión de Medioambiente

El decano del Colegio de Químicos de Madrid, Íñigo Pérez-Baroja Verde, ha sido elegido presidente de la Comisión de Medioambiente por la Junta directiva de la Unión Interprofesional de la Comunidad de Madrid. Con más de 20 años de experiencia profesional en el ámbito del medio ambiente industrial, señaló que apuesta por el talento y el buen hacer de los colegios



y profesionales que los integran, así como por crear sinergias entre profesionales y donde el papel de la química sea importante.

Conferencias

El Colegio de Químicos y la Asociación de Químicos e Ingenieros químicos de Madrid han celebrado las siguientes conferencias:

Tratamiento ambulatorio de varices de miembros inferiores con espumas esclerosantes

■ 14 de octubre de 2021

Organizada por la Sección Técnica de Ingeniería Química de la Asociación de Químicos e Ingenieros Químicos de Madrid.

Ponente:

Javier García Mingo

Mesa Redonda: Innovación de los Mercados Gasistas

■ 11 de noviembre 2021

Organizada por la Sección Técnica de Ingeniería Química de la Asociación de Químicos e Ingenieros Químicos de Madrid.

Ponentes:

Mercedes Martín González.

María Jaén Caparros.

Actualización normativa cosmética 2020-21

■ 18 de noviembre 2021

Organizada por la Sociedad Española de Químicos Cosméticos (SEQC)

Ponente:

José Vicente Calomarde Burgaleta

El Misterio de la Estructura del Vidrio elucidado por Microscopía Electrónica

■ 10 de marzo 2022

Organizada por la Sección Técnica de Ingeniería Química de la Asociación de Químicos e Ingenieros Químicos de Madrid.

Ponente:

Jesús María Rincón López

Indicadores de calidad ambiental de suelos mediterráneos

■ 7 de abril de 2022

Organizada por la Sección Técnica de Ingeniería Química de la Asociación de Químicos e Ingenieros Químicos de Madrid.

Ponente:

Manuel Miguel Jordán Vidal

Evolución y patología de los coronavirus humanos: Desarrollo de vacunas y antivirales

■ 12 de mayo de 2022

Organizada por la Sección Técnica de Ingeniería Química de la Asociación de Químicos e Ingenieros Químicos de Madrid.

Ponente:

Luis Enjuanes, director del laboratorio de coronavirus del Centro Nacional de Biotecnología del CSIC en la sede del Colegio y Asociación de químicos e ingenieros químicos de Madrid.

Resumen:

El doctor Enjuanes señaló la continua presencia de los virus en general entre los seres humanos y describió la estructura y expresión génica del coronavirus así como su gran genoma de ARN, siendo los murciélagos el reservorio común de todas las variantes de los coronavirus (alfa, beta, gamma, delta y épsilon) aunque los transmisores sean variados animales y personas.

Nombró las siete clases de coronavirus humanos conocidos, cuatro de los cuales ya se encuentran atenuados, señalando la altísima transmisión del SARS-CoV-2 frente al SARS-CoV-1 y al MERS-CoV, característica que le hace más patógeno como así demuestran los datos de infectados y mortalidad en 235 países.

Mostró gráficamente las lesiones patológicas causadas no solo en el tracto respiratorio sino en gran cantidad de órganos a diferencia de otros virus.


En cuanto al origen del SARS-CoV-2, sus primeras ubicaciones aparecieron al norte del río Yangtsé en el mercado de Huanan y se ha documentado la existencia de virus estrechamente relacionados con el mencionado, en murciélagos y pangolines en múltiples localidades del sudeste asiático, como en China, Tailandia, Camboya y Japón, destacando que en las jaulas metálicas de mapaches se encontraron virus con una identidad genética del 99,99% con SARS-CoV-2.

Expuso la posible evolución y permanencia del virus, así como de las distintas respuestas a la enfermedad por parte de individuos con similares cantidades de anticuerpos, debido a anomalías en el sistema inmune adaptativo.

Entre los métodos para combatirlo comentó que la posibilidad de suprimir los genes de virulencia responsables de la gravedad por inhibir las defensas, es inviable en la actualidad debido a su estructura ARN.

Finalizó explicando los tipos de recientes vacunas, cinco desarrolladas hasta el momento, y que a pesar de su rápido proceso de elaboración y comercialización también han contribuido a paliar la gravedad de los síntomas de la enfermedad.

Errata de Enlace 45

En el pasado número de nuestra publicación Enlace 45, la conferencia "La batalla contra la emergencia climática: aportaciones desde el sector energético", pronunciada por Mercedes Ballesteros Perdices el 12 de noviembre de 2020, con motivo de los actos de celebración de la festividad de San Alberto Magno, fue organizada por la Sección Técnica de Ingeniería Química y no por la Sección Técnica de Medio Ambiente como figuraba en la Sección de Noticias. 

XIV edición de los Premios SusChem a Jóvenes Investigadores Químicos


La Plataforma Tecnológica y de Innovación de Química Sostenible SusChem-España ha convocado la XIV Edición de sus Premios para continuar reconociendo, incentivando y promoviendo la ciencia y la divulgación entre los jóvenes especializados en química sostenible.

El jurado dará a conocer los nombres de los ganadores de la presente edición en sus tres categorías, Innova, Futura e

Investiga, a principios de julio. Los nombres de los premiados se podrán consultar en la web de SusChem-España: <https://www.suschem-es.org/>

En la pasada edición, el premio SusChem en la categoría Futura, que premia el mejor expediente académico de grado de química o cualquier otro relacionado con la ciencia y las tecnologías químicas y cuyo título se hubiera obtenido en 2020, el jurado otorgó este galardón por unanimidad a Irea Mosquera Lois, graduada por la Universidad de Santiago de Compostela con una nota media de 9,52 sobre 10.

Ricardo Díaz, director general de Universidades de la Comunidad

El catedrático de ingeniería química Ricardo Díaz Martín, anterior decano del Colegio de Químicos de Madrid y profesor de la Universidad a Distancia de Madrid fue nombrado director general de Universidades y Enseñanzas Artísticas Superiores de la Comunidad de Madrid en junio de 2021. Desde el Colegio y la Asociación de Químicos de Madrid felicitamos a nuestro compañero por dicho nombramiento y le deseamos éxito en esta etapa profesional. 

Festividad de San Alberto 2021

Con gran satisfacción, en noviembre de 2021 se celebró la festividad de San Alberto, patrón de los químicos, interrumpida en 2020 por la pandemia causada por el coronavirus. Entre los actos celebrados destacan:

■ El 11 de noviembre tuvo lugar la mesa redonda “Innovación de los mercados gasistas”, organizada por la Sección Técnica de Ingeniería Química. Participaron como ponentes Mercedes Martín González, gerente de Mercados y Garantías de Enagás GTS y María Jaén Caparrós, coordinadora del Consorcio H2C (Iberian Hydrogen Corridor), y también de Enagás GTS.

■ El 18 de noviembre tuvo lugar la conferencia “Actualización normativa cosmética 2020-21”, organizada por la Sociedad Española de Químicos Cosméticos (SEQC), e impartida por José Vicente Calomarde, consultor-gerente en Consultoría Industrial Cosmética.

■ El día 20 de noviembre tuvo lugar la eucaristía por nuestros compañeros fallecidos, en la Parroquia San Juan Bosco, Colegio Salesiano, y celebrada por el Excmo. y Rvdmo. Sr. Obispo Auxiliar de Madrid D. Santos Montoya Torres, licenciado en Ciencias Químicas por la Universidad Autónoma de Madrid.

Como es tradición, tuvo lugar la entrega de las siguientes distinciones otorgadas:



Entrega de los premios del Colegio y de la Asociación, en el orden descrito en el texto.

■ Por parte del Colegio Oficial de Químicos de Madrid fueron declarados colegiados distinguidos Ricardo Díaz Martín y Luis Alberto Rubio Fernández; y fue declarado colegiado de honor Luis Rodríguez Álvarez de Lara, comandante de la Unidad Militar de Emergencias, UME.

■ Por parte de la Asociación de Químicos e Ingenieros Químicos de Madrid recibieron la insignias de oro y brillantes Luis Enjuanes Sánchez, Luis Pertejo Castaño y Ana María Lajusticia Bergasa, cuya insignia fue recogida por un representante.



Más Info:

Ilustre Colegio Oficial y Asociación de Químicos e Ingenieros Químicos de Madrid
C/ Lagasca nº 27 - 1º E
28001 Madrid
www.quimicosmadrid.org
colquim@quimicosmadrid.org

El Colegio Oficial de Químicos y Asociación de Químicos e Ingenieros Químicos de Madrid va a preparar durante el año 2022 la próxima convocatoria de oposiciones, para optar a la Escala de Técnicos Facultativos Superiores (A1) de Organismos Autónomos del Ministerio de Medio Ambiente por el sistema general de acceso libre y promoción interna.

Especialidad de Planificación y Gestión del Dominio Público.

PREPARACIÓN DE OPOSICIONES AL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

(*MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y RETO DEMOGRÁFICO*)

ESPECIALIDAD:
PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO



El cuidado de la piel en época de calor

Disfrutar del sol con precaución para evitar riesgos innecesarios

Tomar el sol es saludable y aporta múltiples beneficios, tales como la mejora del ánimo, la producción de vitamina D, la mejora de afecciones en la piel y la disminución de la presión arterial.

No obstante, hay que hacerlo de forma segura y con la máxima protección para evitar posibles enfermedades, como los melanomas o carcinomas.

Sin embargo, no todas las pieles toleran igual los rayos solares. Algunas personas deben de tener especial cuidado, principalmente los mayores de 50 años, las pieles claras, personas con lunares o pecas, con antecedentes de cáncer de piel y los receptores de trasplantes. Para poder disfrutar de las virtudes del sol, será conveniente tomarlo a determinadas

horas, con la protección y el FPS adecuado, de forma gradual y con una hidratación continua para evitar golpes de calor.

Así mismo, con tal de poder identificar posibles melanomas, será importante la autoexploración, utilizando la Regla ABCDE, que permitirá distinguirlos de un lunar normal:

- **A**simetría
- **B**ordes irregulares
- **C**olores diferentes
- **D**íámetro superior a 6mm
- **E**volución rápida

En cualquier caso, y más allá de la autoexploración, ante cualquier lesión en tu piel (manchas, costras, nódulos, úlceras) o cambios en tus lunares (variación de tamaño, color, picor, sangrado) debes acudir al dermatólogo con la mayor brevedad posible. En Nueva Mutua Sanitaria, ofrecen [los mejores especialistas](#) que te ayudarán a cuidar y proteger tu piel en la prevención y tratamiento de cualquier tipo de problema dermatológico.

Fuente: Fundación Piel Sana de la Academia Española de Dermatología y Venereología (AEDV)



SALUDPROFESIONAL

Tu seguro de salud individual desde tan sólo **37€/mes**

Y...

Colegiados <35 años **32€/mes**

Contrata ahora sin periodos de carencia*

* Las tarifas se incrementarán en un 0,15% en concepto de TCCS. Tarifas mensuales válidas para nuevos asegurados para 2022. Para la revisión de primas en las sucesivas renovaciones, se atenderá a los criterios de actualización anual recogidos en las condiciones económicas de la póliza.



NUEVA MUTUASANITARIA

Información y contratación

91 290 90 90

contratación@nuevamuwasanitaria.es

Saliva de gusano para degradar plástico

Se sabía que las larvas del lepidóptero *Galleria mellonella*, conocido como gusano de la cera, eran capaces de degradar polietileno y poliestireno de una

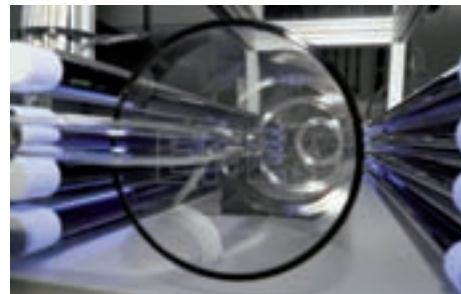


forma muy rápida. Ahora, científicos del Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas del CSIC, liderados por

Federica Berocchini, han dado con la clave del proceso. Su saliva contiene enzimas de la familia de las fenol oxidasas, que son las responsables de la oxidación, el primer paso para la degradación de estos compuestos, que en condiciones ambientales normales es una reacción muy lenta. En el caso de estos gusanos, “cuando el plástico entra en contacto con las enzimas de la saliva, se oxida y despolimeriza en unas pocas horas”, explica Berocchini. Los investigadores han aislado dos proteínas diferentes, a las que han llamado Demetra y Ceres, y que tendrían efectos diferentes sobre los polímeros. Además, plantean que el origen de estas enzimas podría estar en un proceso evolutivo ligado a la alimentación de estos gusanos, que es principalmente la cera de las colmenas. Esta cera está compuesta, entre otras sustancias, por fenoles que estas enzimas son capaces de degradar, aunque esta teoría deberá confirmarse con más experimentos. Los resultados de esta investigación se han publicado en BioRxiv y están pendientes de revisión por pares. Polietileno y poliestireno son dos de los principales compuestos utilizados en la producción de plásticos y una de las vías más prometedoras para reducir la contaminación global por estos materiales difícilmente reciclables mediante la biodegradación, en la que actualmente se investiga de forma intensa.

Hidrotrioxidos, nuevos miembros de la atmósfera

Los hidrotrioxidos son sustancias gaseosas formadas por tres átomos consecutivos de oxígeno y uno de hidrógeno, unidos a un resto orgánico (ROOOH). Se forman durante la descomposición atmosférica de sustancias como el isopreno y el sulfuro de dimetilo y desde hace mucho tiempo se sospechaba que estaban



presentes en la atmósfera. Ahora, un grupo de investigadores del Instituto Leibniz de Investigación Troposférica (Tropos) de Copenhague, entre otros, ha conseguido detectarlos. Según los experimentos descritos en el trabajo, publicado en la revista *Science*, podrían tener una vida útil en la atmósfera de minutos a horas, lo que hace posible su interacción con otros compuestos. Ahora “hay que seguir investigando para determinar el papel de los hidrotrioxidos en la salud y el medioambiente”, dice Torsten Berndt, primer autor del trabajo.


EFEMÉRIDES HACE 250 AÑOS...

Se descubre el proceso de combustión, la composición del diamante y el nitrógeno

1772 fue un año importante para la química, con tres avances históricos. Por un lado, Antoine Lavoisier, considerado el padre de la disciplina, desveló el proceso de combustión mediante sucesivos experimentos en los que quemó varios elementos y descubrió que la materia resultante era más pesada que los propios elementos, concluyendo que se trataba de la combinación de la sustancia que se quemaba y alguna parte del aire, terminando así con la teoría del flogisto. Además, quemó una ligera cantidad de diamante en un recipiente cerrado, haciendo pasar la luz sobre él a través de una lupa y descubrió que a cierta temperatura el diamante desaparecía y quedaba solo dióxido de carbono en el recipiente, por lo que concluyó que el diamante estaba formado por carbono.

En este mismo año y también experimentando con la combustión, Daniel Rutherford descubrió un nuevo gas. El experimento, que hoy se tacharía de maltrato animal,



consistió en encerrar una rata en una botella hasta que murió; después encendió una vela en la botella hasta que dejó de arder, luego una cerilla hasta que también dejó de arder. Tomó el aire que quedaba en la botella y lo pasó por una solución que absorbía el dióxido de carbono. Una vez eliminados así tanto el oxígeno como el dióxido de carbono, identificó el aire restante como un gas en el que nada podía vivir o quemarse, por lo que su primer nombre fue azoe, que significa “sin vida”. Su nombre definitivo, nitrógeno, fue introducido en 1790. 

LIBROS

Homo imperfectus. ¿Por qué seguimos enfermando a pesar de la evolución?

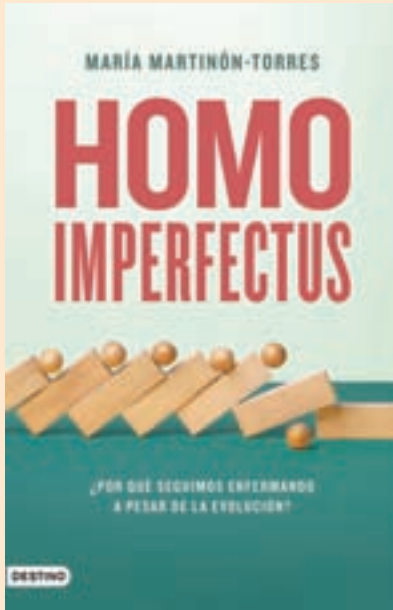
María Martín


Ediciones Destino. Colección

Imago Mundi. Barcelona,

2022

270 páginas.



María Martín es licenciada en Medicina, pero ha dedicado toda su vida profesional a la paleoantropología y actualmente dirige el Centro Nacional de Investigaciones en Evolución Humana (CENIEH) de Burgos. En este libro conjuga ambos conocimientos, el médico y el de paleontóloga, y proporciona las claves que explican por qué lo que nos parece que son defectos de la evolución, como la enfermedad o el envejecimiento, son en realidad la respuesta evolutiva para la supervivencia en un ambiente muy cambiante. Es el precio que debemos pagar por vivir más años que cualquier otra especie de primate. ¿Por qué enfermamos?, ¿por qué la selección natural no ha eliminado la enfermedad? o ¿es la evolución una chapuza? Son algunas de las preguntas que María intenta responder a lo largo de los 11 capítulos de este interesante libro que repasa la evolución humana y nos permite vernos como especie desde una perspectiva distante y objetiva. 



EXPOSICIÓN


Robots 2.0 ¿Todo controlado?

Hasta el 31 de diciembre de 2022.

Horario: martes a sábado, de 10 a 19; domingo de 10 a 15.


Parque de las Ciencias de Granada

Avda. de la Ciencia s/n 18006 Granada

La robótica rodea nuestras vidas, muchas veces sin darnos cuenta. Utilizamos tecnologías que ni siquiera llegamos a asociar con los robots, pero ya son parte de nuestra rutina. La perspectiva de un mundo en el que los robots lleguen a dominarnos ha generado novelas y películas inquietantes, de ahí que la pregunta que encabeza el título de esta exposición resulta un anzuelo sumamente atractivo para todo tipo de públicos. El Parque de las Ciencias de Granada acoge esta exposición en la que nos recuerda cómo están ya presentes en nuestras vidas y nos invita a reflexionar sobre las implicaciones éticas que la robótica ha introducido, así como sobre algunas cuestiones que se suscitan con frecuencia, como ¿podrían fusionarse algún día los humanos con las máquinas? o ¿compartiremos el mundo con robots que se parezcan a nosotros hasta el más mínimo detalle? La exposición ha sido producida por el Parque de las Ciencias y también cuenta con la colaboración de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), el Ministerio de Ciencia e Innovación y el Museo DASA de Dortmund, en Alemania, dedicado al trabajo y las tecnologías. La visita puede realizarse en aproximadamente una hora y ha sido estructurada en cuatro módulos: Nacimiento del Robot; Robots de Servicios; Robótica Industrial y Robótica Ética. 

El ácido barbitúrico como precursor de la vida

El origen de la vida en la Tierra sigue siendo, hoy por hoy, uno de los grandes misterios de la ciencia. Los investigadores en este campo intentan identificar las moléculas precursoras de, entre otros, los ácidos nucleicos, indispensables para la vida. Las condiciones ambientales de aquel momento nada tenían que ver con las que nos rodean hoy. Entre otros, no existía capa de ozono, por lo que las radiaciones ultravioleta (UV) irrumpían en la superficie terrestre, algo incompatible con la estabilidad de biomoléculas como el ARN o el ADN. Investigadores del Departamento de Química de la Universidad Autónoma de Madrid


(UAM), liderados por Inés Corral, han estudiado cómo sería el comportamiento frente a estas radiaciones de una molécula con una estructura similar a las bases nucleotídicas que forman el ARN y el ADN. Esta molécula es el ácido barbitúrico, conocido por ser el origen de una serie de compuestos depresores del sistema nervioso central, que tendría una resistencia a la exposición a luz UV mediante la disipación de la energía absorbida en forma de calor. La obtención de estos resultados ha sido posible gracias a simulaciones computacionales y el trabajo ha sido publicado en *Physical Chemistry Chemical Physics*, siendo reconocido por la propia revista como uno de los resultados más notables de los publicados durante el año. 

EN RED

Ayudar a controlar los mosquitos

El proyecto cooperativo de ciencia ciudadana Mosquito Alert nació con el propósito de incluir a la ciudadanía en un proyecto de investigación para el seguimiento del mosquito tigre y del mosquito de la fiebre amarilla a través de una aplicación móvil que permite recoger los datos enviados por los usuarios. El proyecto se puso en marcha en 2014 y hasta hoy la aplicación cuenta con más de 200.000 descargas y ha recogido más de 39.000 observaciones. Durante los años en los que el proyecto lleva en marcha, el mosquito tigre ha sido la especie identificada con un mayor número de observaciones, especialmente en los meses de agosto y septiembre. Estos datos son un complemento de gran importancia en la investigación que se está llevando a cabo para comprender la dinámica de poblaciones y los índices de dispersión de las especies de mosquito transmisoras de enferme-




dades, así como a la gestión que se hace en la comunidad autónoma para reducir su incidencia. La plataforma Mosquito Alert está coordinada entre el Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF), la Universidad Pompeu Fabra (UPF), la Institución Catalana de Investigación y Estudios Avanzados (ICREA) y el Centro de Estudios Avanzados de Blanes (CEAB-CSIC). Si quieres formar parte del proyecto, entra en <http://www.mosquitoalert.com/> para conocer más sobre el proyecto y descárgate la aplicación. 

Fomento de vocaciones STEM en las niñas



Según coinciden los expertos, si se pretende que España sea pionera en innovación y desarrollo se necesitan nuevas generaciones dispuestas a implicarse. Por ello, el proyecto STEM Talent Girl tiene como finalidad fomentar las vocaciones científico-tecnológicas (STEM, del inglés Science, Technology, Engineering and Mathematics) en las niñas y jóvenes de nuestro país a través de mentorías con mujeres dedicadas a estas disciplinas, tanto en instituciones públicas como en empresas privadas. Fue creado por la Fundación ASTI, nacida en 2017 con el objeto de fomentar

las vocaciones científicas entre los más jóvenes. Entre las mentorías se distinguen tres iniciativas distintas, cada una de las cuales está dirigida a alumnas de diferentes niveles: 3º y 4º de la ESO, bachillerato y universidad. Las alumnas tienen encuentros con sus mentoras para que puedan conocer la realidad de las mujeres que desarrollan su actividad profesional en áreas STEM y que las mentoras las apoyen en el conocimiento y las salidas profesionales de estas áreas, incluida la investigación. Dentro las actividades que se organizan se incluyen talleres, conferencias y encuentros presenciales con algunas de las mentoras, entre las cuales están Yolanda Azcunaga, ingeniera industrial en el cloud de Google; Clara Grima Ruiz, profesora titular de Matemática Aplicada en la Universidad de Sevilla, y Carole Tonello, directora de Desarrollo de Negocio de Hiperbaric, empresa puntera a nivel mundial en tecnología de altas presiones.

<https://talent-girl.com/> 

REDES SOCIALES



Big Van Ciencia

La ciencia no tiene que estar reñida con la diversión. En los vídeos del canal de Big Van Ciencia podremos conocer conceptos y experimentos de la mano de este grupo de científicos que llevan años dando a conocer la ciencia a todos los públicos.



FECYT

La Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología comparte en Facebook las novedades e iniciativas que lleva a cabo: convocatorias, información sobre el sistema español de I+D+i, exposiciones, eventos de divulgación científica, publicaciones y su encuesta sobre Percepción Social de la Ciencia en España.



@aberron

El perfil de Antonio Martínez Ronos permite, con su divertida forma de contar la ciencia, descubrir numerosos e interesantes artículos, noticias y descubrimientos de índole científica. No te lo pierdas.




@ESA_Earth

Para los amantes del espacio es recomendable seguir el perfil de la Agencia Espacial Europea, donde se encuentran imágenes de los astronautas en la Estación Espacial Internacional, de las diferentes misiones que realizan y otras fantásticas fotografías del cosmos.



LadyScience

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



Análisis químico en restauración de piezas etnográficas

Antes de intervenir una pieza de etnografía es de suma importancia realizar un análisis de los elementos que nos parezcan interesantes para su estudio, ya que nos puedan dar información de su procedencia, composición, ejecución y materiales empleados. En este caso lo aplicamos a una pieza de la colección del Museo de América de Madrid. Se trata de una parte de un manto ceremonial procedente de un enterramiento, con soporte de algodón y decoración de plumas entretejidas, del periodo Intermedio Tardío/Chimú (1350-1550 d.C.) y de procedencia geográfica desconocida. La factura se realizó en urdimbre de algodón con torsión en S pareados beige, y los hilos de amarre de las plumas también muestran torsión en S.

Texto: Mercedes Amézaga Ramos.

Conservadora-restauradora de materiales orgánicos. Especialista en tejidos arqueológicos

La realización del trabajo de la selección de plumas para un manto semejante era muy importante y se realizaba con gran esmero; las partes del cañón, más espesas y ralas, se consideraban inadecuadas. El centro de la pluma se sujetaba atándolo y cosiéndolo con hilos al armazón, y las plumas debían ser colocadas de manera uniforme para que se alisaran de forma natural y no se enrollaran con el movimiento.

En este caso realizamos un estudio previo a la restauración. Lo primero que hicimos fue un examen organoléptico completo. En este examen previo se observó en el reverso del tejido la existencia de dos tipos diferentes de fibras de algodón y de restos de adhesivo de tipo vegetal, que actuaban como parches.

Estos parches podían pertenecer al resto de la pieza desaparecida y podían haber sido colocados anteriormente, ya que estas piezas eran de carácter ceremonial y necesitaban ser reparadas, o incluso en periodos más recientes, previamente colocados por los profanadores de tumbas, consiguiendo así una pieza más completa y facilitando su posterior venta a posibles coleccionistas.

Uno de los dos tipos de fibras pertenecientes al tejido base era clara y había otra oscura y más deteriorada, probablemente por el contacto de la fibra con los gases y humores que desprende el cuerpo o el deterioro de la pieza por factores ambientales. En los análisis y la restauración de las piezas también se hallaron zonas con adhesivo, lo que nos podía indicar que parte de las plumas fueron unidas al tejido con él, y no solo unidas mediante costura, o que este adhesivo estaba adherido al mástil de las plumas.

Dicha información, junto al tipo de adhesivo, nos podía hacer dudar del

periodo al que pertenece, ya que la técnica de adhesión de este tipo de goma vegetal pertenece a un periodo más moderno y por este motivo decidimos hacer un análisis de los dos tipos de fibra y del adhesivo. Los resultados de los análisis nos ayudaron a determinar que el tipo de fibra parecía ser algodón antiguo y también que la fibra envejecida pertenecía a la misma pieza pero que se encontraba deteriorada al coincidir con la parte más dañada del tejido.

El principal problema al que nos enfrentamos era el estado del tejido en las zonas donde habían sido colocados los parches, ya que presentaba roturas en las zonas de unión y desgarros. También presentaba manchas producidas por la migración de los adhesivos de los parches situados en la parte posterior.

En algunas plumas pudimos encontrar rastros de ataque por microorganismos y ácaros, que probablemente ya se encontraban en el pájaro antes de ser arrancadas. La pieza fue desinsectada mediante anoxia, como modo de privar de oxígeno a los microorganismos y conseguir así su total eliminación. Además, las plumas de los bordes del tapiz se encontraban sueltas, dobladas y cubiertas de polvo.

La problemática mayor con la que nos encontramos en el momento de intervenir este tipo de piezas es la limpieza, no solo por la delicadeza de la pluma sino además por los potenciales daños causados por el soporte, que no debe sufrir ni con la aplicación de disolventes ni con la humedad excesiva.

Las plumas contienen una proteína llamada queratina, similar a la que aparece en el cabello o los cuernos de animales y que concede estabilidad y resistencia hasta cierto punto ante los



Arriba, el manto analizado y detalle del mismo. Abajo, loro de Macaw y guacamayo, de los que se obtuvieron las plumas, y detalle de las mismas.

ataques de agentes químicos frente a la humedad. Sin embargo, hay que tener en cuenta también que la propia estructura física de las plumas es muy delicada.

En una pluma regular podemos observar los siguientes componentes:

- La espina en sí, hueca.
- Un mástil sólido comprimido con células blancas.
- Una estructura uniforme compuesta de barbas.


El método tradicional utilizado para unir las plumas no hacía sino dañarlas, ya que normalmente se procedía a dividir las, doblarlas, atarlas y coserlas a una base. Los adhesivos naturales, resinas utilizadas para pegarlas, normalmente se tornan quebradizos con el tiempo, haciendo que las plumas se vuelvan a su vez frágiles o se quie-

bren. Aparte del daño potencial introducido durante la manipulación de las plumas, también es posible que hayan sufrido deterioro cuando estaban insertadas en el ave como consecuencia del uso continuado, del ataque de los parásitos y de la malnutrición a medida que el plumaje crecía, elementos que se manifiestan habitualmente. Posteriormente, y a lo largo de la vida de las plumas dentro de una colección, el plumaje también es vulnerable a la acumulación de polvo y suciedad, al ataque de los insectos, a la exposición a la luz y en especial a la radiación ultravioleta.

Los conservadores-restauradores debemos enfrentarnos a todos estos factores negativos que he expuesto y ello naturalmente conlleva alguna tarea previa antes de proceder a almacenar o exhibir la pieza. Este trabajo,

y sobre todo la limpieza, se complica con frecuencia, dada la variedad de los materiales añadidos a la pieza y el tipo de restauración adicional que conlleven. Han sido publicados algunos trabajos sobre ciertos aspectos de la limpieza de las plumas (Govier, 1970; Gowers, 1972; Petersen y Sommer-Larsen, 1984; Young, 1985; Barton, 1986), que ilustran un creciente interés sobre las técnicas alternativas, como la limpieza ultrasónica. No obstante, poco se ha hecho recientemente para describir los métodos más comúnmente utilizados por los conservadores-restauradores, o para explorar los agentes limpiadores sobre los aceites naturales que impregnan las plumas.

Algo a tener en cuenta es la propia grasa natural asociada a las plumas y el efecto que sobre la misma puede tener el tratamiento de limpieza. Jacob y Ziswiller han publicado un estudio sobre el tema. Las glándulas que desprenden la grasa se hallan en la base del penacho de la cola de las aves. Las funciones de estas secreciones aun no están muy claras, aunque su función principal es repeler el agua (Jacob y Ziswiller, 1982). Un principal factor parece ser la flexibilidad en la queratina de la propia pluma, y también parece tener un importante papel a la hora de controlar la higiene del plumaje.

La espectrografía con infrarrojos ha demostrado que estos aceites se hallan todavía presentes en penachos africanos realizados con plumas de loros de más de ocho años de antigüedad (Rae, 1984). Hasta el momento tampoco existe evidencia de que los agentes de limpieza eliminen de las plumas cualquier tipo de polisacárido antiguo que podamos encontrar en las piezas o los aceites esenciales que tiene la pluma en constitución. Por ello es necesario realizar, siempre que se pueda con un pie de carácter arqueológico o etnográfico que nos encontremos, un análisis de los elementos que se conservan en la misma. Y también es importante tener presente la composición química de las piezas antes de cualquier intervención, evitando así borrar cualquier huella de la historia en su restauración y pensando que la ciencia sigue avanzando y en un futuro tal vez próximo se pueden realizar nuevas investigaciones que nos permitan datar o conocer su procedencia o composición. 

agenda

VI Congreso de Innovación Docente en Ingeniería Química

11 al 13 de julio de 2022

Universidad Complutense de Madrid.
<http://www.coddiq.es/>

Total Food 2022: Maximizar el valor de la cadena alimentaria

13 al 14 de julio de 2022

Centro de Conferencias Jubilee Total Nottingham (Reino Unido)
<https://www.euchems.eu/events/total-food-2022-maximising-value-from-the-food-chain/>

Segunda Conferencia Internacional sobre Interacciones No Covalentes 2021-2022 - ICNI2021

18 al 22 de julio de 2022

Universidad de Estrasburgo
Estrasburgo, Francia, Estrasburgo
<https://www.euchems.eu/events/second-international-conference-on-noncovalent-interactions-2021-icni2021/>



8th EuChemS Chemistry Congress (ECC8)

28 de agosto al 1 de septiembre de 2022

Lisboa (Portugal)
<http://www.euchems2020.org/>

World Congress on Particle Technology WCPT09

18 al 22 de septiembre de 2022

Madrid
<https://wcpt9.org/>

Ruži ka días

21 al 23 de septiembre de 2022

Vukovar (Croacia)
<https://www.euchems.eu/events/19-ruzicka-days/>

Investigación química en Flandes - Conferencia de química para jóvenes científicos 2

12 al 14 de octubre de 2022

Blankenberge (Bélgica)
<https://www.euchems.eu/events/chemical-research-in-flanders-chemistry-conference-for-young-scientists-2022/>

31º Simposio Internacional sobre Química de Productos Naturales y 11º Congreso Internacional sobre Biodiversidad (ISCNP31 & ICOB11)

23 al 26 de octubre de 2022

Nápoles (Italia)
<https://www.euchems.eu/events/31th-international-symposium-on-the-chemistry-of-natural-products-and-11th-international-congress-on-biodiversity-iscnp31-icob11/>

Soluciones en Química 2022

8 al 11 de noviembre de 2022

Toplice Sveti Martin (Croacia)
<https://www.euchems.eu/events/solutions-in-chemistry-2022/>

XXI Congreso Europeo de Química de Alimentos - EuroFoodChem XXI

1 de enero de 2023

Belgrado (Serbia)
<https://www.euchems.eu/events/european-food-chemistry-congress-xxi-eurofoodchem-xxi/>

XIII Simposio Hispano-Italiano de Química Orgánica (SISOC XIII)

1 de enero a 31 de diciembre de 2023

Tarragona
<https://www.euchems.eu/events/13th-spanish-italian-symposium-on-organic-chemistry-sisoc-xiii/>

FILTECH
February 14 – 16, 2023
Cologne – Germany

FILTECH 2023

14-16 de febrero 2023

Colonia (Alemania)
<https://filtech.de/>

XIII Congreso Internacional de Historia de la Química (13ICHC)

1 al 31 de mayo de 2023

Vilna (Lituania)
<https://www.euchems.eu/events/13th-international-conference-on-the-history-of-chemistry-13ichc/>

Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Superficies y de la Corrosión INSUPCORR 2023

29 de mayo al 1 de junio de 2023

<https://anque.es/>



Expoquimia

30 de mayo al 2 de junio de 2023

Recinto Ferial Gran Vía
Barcelona
<http://www.expoquimia.com/>

Eurosurf

30 de mayo al 2 de junio de 2023

Recinto Ferial Gran Vía
Barcelona
<http://www.eurosurf.com/>

Equiplast

30 de mayo al 2 de junio de 2023

Recinto Ferial Gran Vía
Barcelona
<http://www.equiplast.com/>

Congreso SCF 2023

26 al 28 de junio de 2023

Cité des congrès
Nantes (Francia)
<https://www.euchems.eu/events/scf-2023-congress/>



ANAYA

Un proyecto sustentado en el aprendizaje competencial y en el desarrollo de compromisos del alumnado con la realidad de su tiempo.



Para el alumnado
Libro del alumnado

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

FÍSICA Y QUÍMICA



BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA



MATEMÁTICAS



TECNOLOGÍA Y DIGITALIZACIÓN



Y ADEMÁS...

SECONDARY EDUCATION

- Physics and Chemistry 3
- Biology and Geology 1 and 3
- Mathematics 1 and 3
- Technology and Digitalisation. Stage I and Stage II

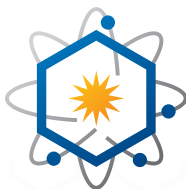


Descubre más en:

Hablamos de educación
www.hablamosdeeducacion.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

Lagasca 27, 1.º E, 28001 Madrid



TE OFRECE

servicios, infraestructuras, actos sociales, etc.

SERVICIOS

- Agencia de colocación.
- Conferencias y seminarios.
- Formación continua.
- Revista *Enlace*.
- Programa Químicos Emprendedores.
- Correo electrónico corporativo.
- Asesoría fiscal.
- Asesoría laboral.
- Elaboración de informes.
- Premios profesionales.
- Descuentos preferentes.
- Hermandad de Químicos (Grupo hna).
- Visados.
- Compulsado y certificados.
- Certificaciones.
- Secciones técnicas.
- 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.