

Este artículo es una ampliación y actualización de aquellos recientemente publicados por el autor en *EL PAÍS* "Moléculas contra el coronavirus" 25/03/2020 y en *Chemistry in Europe* (3) 2020, How chemistry is helping in the fight against coronavirus.



Cómo la Química contribuye a la lucha contra la Covid-19



Dr. D. Javier García Martínez.

Catedrático de Química

Inorgánica de la Universidad

de Alicante y Presidente electo de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada.

En los últimos meses, la química ha tenido un papel muy destacado en la lucha contra la pandemia. Desde el jabón con el que nos lavamos las manos hasta los nuevos medicamentos que se están estudiando para combatir el nuevo coronavirus, la química es uno de nuestros mejores aliados en la lucha contra los microorganismos. Puede resultar sorprendente, pero hasta hace poco más de 150 años no sabíamos que los gérmenes son los causantes de muchas enfermedades. Un descubrimiento que debemos a Louis Pasteur y que es la base de su teoría germinal de las enfermedades infecciosas. Hasta entonces, se pensaba que las epidemias se debían a emanaciones, humores o

simplemente a un castigo divino, por lo que nos encontrábamos indefensos a la hora de combatirlos.

Identificada la causa, fue posible desarrollar compuestos químicos con los que enfrentarnos a los patógenos. Gracias al uso de desinfectantes y sustancias potabilizadoras se mejoró considerablemente la higiene y salubridad de nuestros alimentos, del agua y de los lugares en los que vivimos y trabajamos. Sustancias químicas relativamente sencillas, como el jabón, la lejía, el agua oxigenada o el alcohol han sido, en buena parte, responsables de que hoy vivamos más años y con mejor calidad de vida.

Los desinfectantes son nuestra primera barrera de protección contra los patógenos. Por eso, las autoridades nos recomiendan lavarnos frecuentemente las manos. El SARS-CoV-2, que es el virus responsable de la enfermedad Covid-19, tiene una capa de lípidos que lo cubre y protege, tal y como se muestra en la Figura 1. Incluso el jabón más modesto puede, si se lavan bien

las manos, eliminar esta capa grasa que cubre al virus. De esta forma, es posible desprotegerlo y finalmente destruirlo. Las moléculas de surfactante presentes en el jabón contienen largas cadenas formadas por átomos de carbono que ayudan a disolver los lípidos que protegen el material genético del virus, dejándolo indefenso. En el caso de que no tengamos agua y jabón a mano, los geles hidroalcohólicos son una excelente alternativa. En su composición intervienen, en una concentración que varía entre el 60 y 85%, alcoholes de cadena corta –fundamentalmente alcohol etílico y el isopropílico– glicerina y peróxido de hidrógeno. En algunos casos, se añaden antisépticos, como el cloruro de benzalconio o clorhexidina, para aumentar su efectividad. *(ver figura 1)*

LA QUÍMICA PROVEE DE SOLUCIONES CONTRA LA COVID-19
Pero para acabar con el coronavirus no es suficiente protegernos de él con jabón, mascarillas y manteniendo

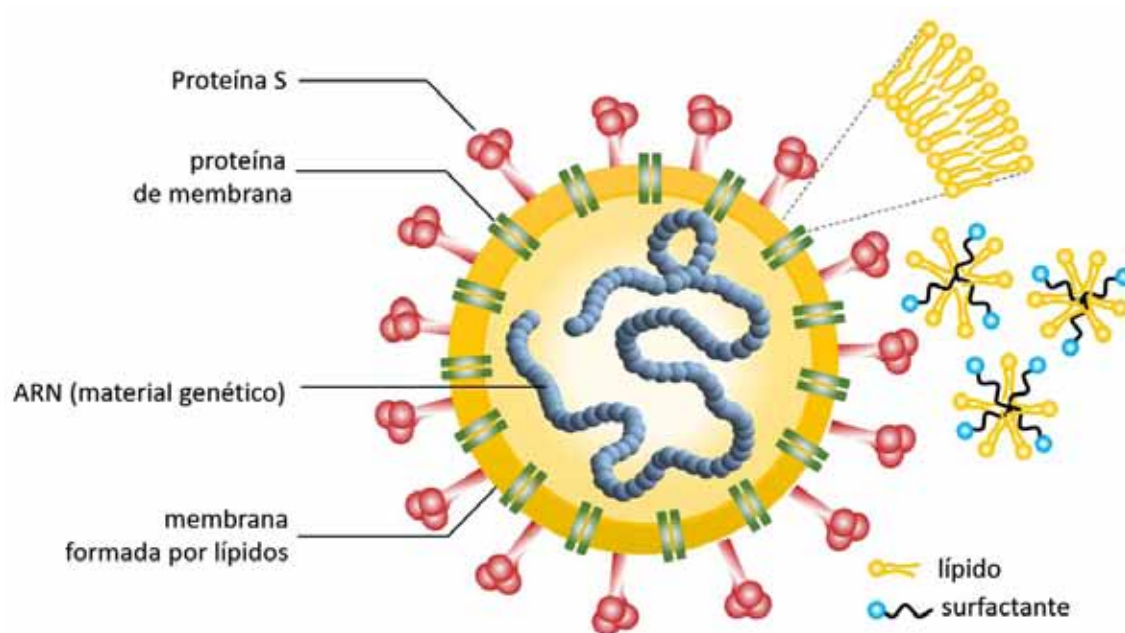
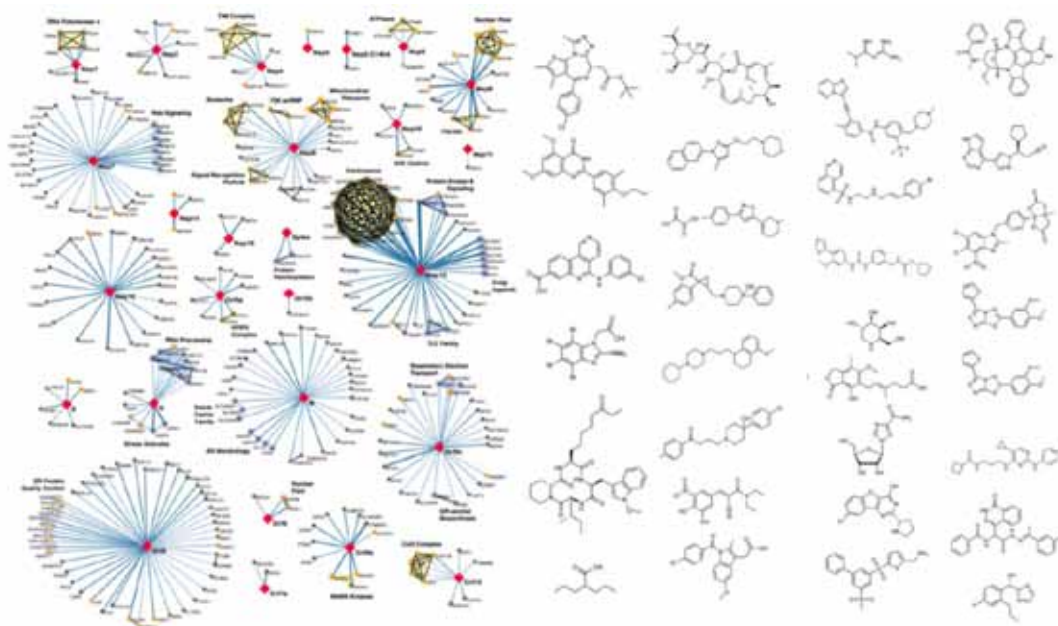


Figura 1. Esquema de la estructura de un coronavirus y de la acción de los surfactantes (moléculas presentes en los jabones) que permite la disolución de la membrana protectora formada por lípidos.

Figura 2. Interactores y moléculas del SARS-CoV-2 que modulan los interactores identificados como posibles alternativas terapéuticas. Fuente: Nature 583, 459-468 (2020)



la distancia de seguridad. Cuanto antes dispongamos de un tratamiento eficaz y seguro para combatir-
lo o, todavía mejor, de una vacuna, antes terminaremos con esta pesadilla. En la Figura 2 se muestran los resultados de un estudio internacional que ha permitido identificar más de 300 interacciones entre las proteínas del SARS-CoV-2 y las humanas. Gracias a estos resultados se han identificado 69 fármacos que podrían ser útiles para tratar la Covid-19. Y es que, mientras se trabaja a toda velocidad para desarrollar la vacuna que nos permita protegernos contra el coronavirus, se están estudiando distintos principios activos utilizados para el tratamiento

de otras enfermedades. Esta estrategia tiene importantes ventajas. En primer lugar, la seguridad de estos tratamientos está garantizada porque se llevan utilizando varias décadas; y, por otro lado, disponemos de grandes cantidades de esos principios activos y, en el caso de que fuera necesario, de la capacidad de aumentar su producción rápidamente. (ver figura 2)

Entre las distintas estrategias terapéuticas contra el coronavirus destacan los medicamentos antivirales, especialmente el remdesivir. Este medicamento, que se desarrolló

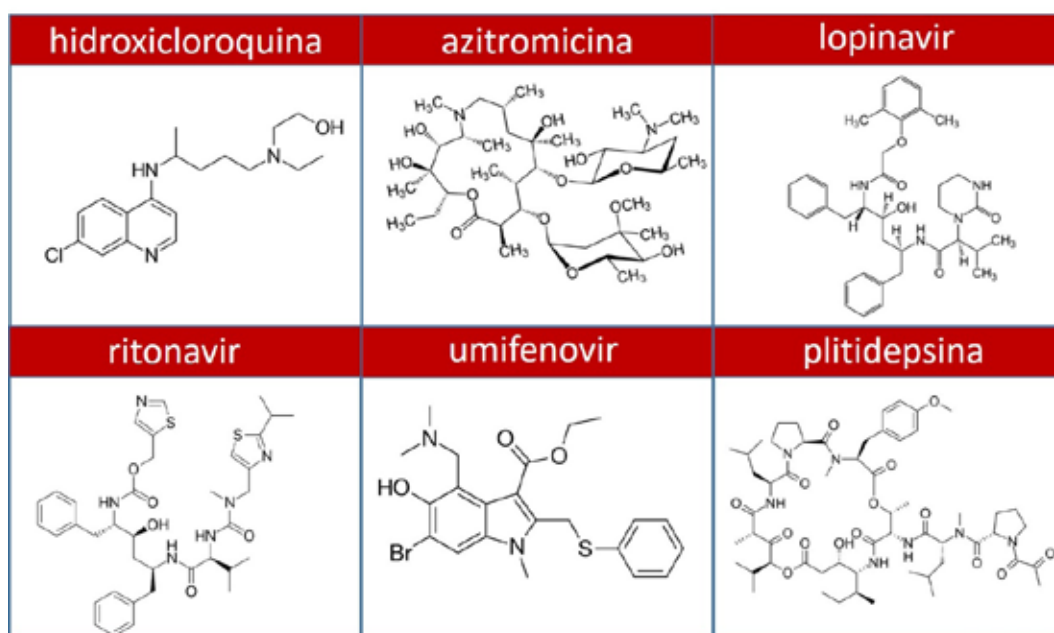
inicialmente para combatir el ébola y la hepatitis C, ha dado muy buenos resultados también en la lucha contra la Covid-19. Más concretamente, gracias al remdesivir es posible impedir la replicación del virus de forma que no puede insertarse en nuevos genes virales. Este medicamento, fabricado por Gilead Sciences, fue el primero autorizado por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) para su uso de emergencia contra la Covid-19.

Entre el arsenal de moléculas que se están estudiando para com-

Figura 3.

Algunas de las moléculas que se están estudiando para su uso contra la Covid-19.

Fuente: Research and Development on Therapeutic Agents and Vaccines for Covid-19 and Related Human Coronavirus Diseases, ACS Central Science, 2020 <https://dx.doi.org/10.1021/acscentsci.0c00272>



batir el coronavirus se encuentra la plitidepsina. Se trata de un compuesto extraído de la ascidia *Aplidium albicans* que se utiliza contra la leucemia linfocítica aguda y que comercializa la empresa española PharmaMar. En un estudio llevado a cabo en el Centro Nacional de Biotecnología del Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), la plitidepsina dio buenos resultados contra el HCoV-229E, que es un coronavirus relacionado con el que produce la enfermedad Covid-19. La plitidepsina también ha demostrado su eficacia contra el SARS-CoV-2 en ensayos *in vitro* realizados por grupos de investigación de referencia a nivel mundial como el dirigido por el doctor Luis Enjuanes o el que dirige el doctor Adolfo García Sastre en el Instituto de Patógenos Emergentes en el hospital Mount Sinai de Nueva York. Una de las principales ventajas que presenta la plitidepsina frente a otras alternativas es que su uso para tratar el mieloma múltiple está aprobado desde 2018 en Australia, por lo que ya ha pasado todas las fases de ensayos clínicos en humanos y se conocen perfectamente sus efectos adversos.

Los corticosteroides, que en general se usan para controlar la inflamación en enfermos de asma y con alergias, están dando buenos resultados para combatir los efectos de la Covid-19. En un estudio clínico realizado



en junio de este año a más de 6.000 personas, la dexametasona redujo en un tercio las muertes en pacientes que estaban utilizando respiradores médicos y en un quinto en aquellos a los que se les estaba suministrando oxígeno.

En apenas seis meses, se han ensayado decenas de medicamentos –muchos de ellos utilizados para el tratamiento de otras enfermedades– y una gran variedad de estrategias terapéuticas basadas en el uso de anticoagulantes, células madre, inhibidores de citoquinas, anticuerpos monoclonales e interferones. En la **Figura 3**, se reco-

gen, a modo de ejemplo, algunas de las moléculas que se están estudiando en la lucha contra la Covid-19. El esfuerzo que han realizado los investigadores, químicos y personal sanitario durante esta pandemia ha sido realmente ejemplar. Gracias a su dedicación, se han podido descartar tratamientos poco eficaces y con efectos secundarios indeseados, como es el caso de la hidroxicloroquina, e identificar otros más prometedores, como los que se describen en este trabajo. (**ver figura 3**)

Desde que se informó sobre los primeros casos de la enfermedad a finales de diciembre de 2019, los científicos no han dejado de trabajar. Se

Figura 5. Algunas de las iniciativas llevadas a cabo por la industria química para luchar contra la Covid-19, según se recoge en la página web del European Chemical Industry Council (CEFIC) Fuente: <https://cefic.org/our-industry/our-industry-response-to-covid-19/>



Fighting COVID-19 In Spain: Chemical Industry Initiatives.



Figura 6. Programa del webinar organizado por Feique, SusChem, FarmaIndustria, ChemSpain, el Foro Química y Sociedad, Smart Chemistry Smart Future, Expoquímica y RSE para divulgar cómo la química está contribuyendo a la lucha contra la Covid-19.



que pueda responder de una manera más ágil y eficaz a las necesidades impuestas por un tiempo marcado por la volatilidad y la incertidumbre. Parte de este cambio se refiere a la digitalización de todos sus procesos –desde la planta hasta la oficina– pero también a la diversificación de sus cadenas de suministro. Solo así podrá la industria química asegurar su producción y satisfacer una demanda en constante evolución.

La química, como muchos otros sectores, se ha visto muy afectada por la caída de la demanda y un futuro incierto. Sin embargo, y gracias al esfuerzo de muchos, la química está jugando un papel clave en esta lucha global contra la enfermedad. Investigadores y profesionales de todo el mundo han demostrado un gran compromiso y flexibilidad en este momento tan difícil. Algunos de ellos han reorientado su trabajo para ayudar en la lucha contra la pandemia. Por ejemplo, un grupo de científicos de la Facultad de Medicina de la Universidad de Maryland ha desarrollado una prueba de diagnóstico experimental para la Covid-19 que puede detectar visualmente la presencia del virus en solo 10 minutos.

Los químicos también están desempeñando un papel importante en la carrera por desarrollar una vacuna eficaz. De hecho, a finales de septiembre de 2020 ya se habían presentado 247 proyectos para generar vacunas contra el SARS-CoV-2 que se están

desarrollando en laboratorios de todo el mundo. De esos proyectos, 45 ya se encuentran en fase de validación clínica. Entre ellos se encuentra el candidato a vacuna de AstraZeneca que se está desarrollando en la Universidad de Oxford y que ha entrado en ensayos en humanos de fase II / III. Esta vacuna está basada en una versión atenuada de un adenovirus de chimpancé que ha sido genéticamente modificado para impedir su replicación en humanos. Recientemente, se han publicado los primeros resultados científicos del primer ensayo de fase I/II con la vacuna desarrollada en Oxford. En este estudio se demuestra que la vacuna produce una respuesta inmune fuerte contra el virus. Otro de los candidatos a vacunas más prometedores está siendo desarrollada en China por CanSino Biologics. En este caso, se está utilizando como vector un adenovirus tipo 5 que ha sido modificado para expresar la proteína Spike de SARS-CoV-2. Los ensayos de este candidato a vacuna ya han entrado en fase III. En fases anteriores se están estudiando la dosis más adecuada, posibles efectos secundarios y su capacidad inmunogénica. Los resultados preliminares de la fase I indican que la vacuna no presenta problemas de tolerancia reseñables y que consigue generar respuesta inmune a los 14 días de la vacunación. Estos, y muchos otros ejemplos, muestran la urgencia, el compromiso y la capacidad de adaptación de investigadores de



Webinar **La QUÍMICA, esencial frente al COVID-19**

6 mayo 2020
de 17:00h a 18:00h

#LaQuímicaNosUne
#EstoNoTieneQueParar

Afrontamos un reto sin precedentes como sociedad al que la química, tanto en su vertiente científica como industrial no es ajena. Por ello, está volcando toda su capacidad investigadora, innovadora y productiva en garantizar el suministro de materiales y productos esenciales para la salud y la alimentación, pero también en buscar soluciones rápidas y eficaces que nos protejan frente al virus SARS-CoV-2 y evitar una nueva propagación pandémica a futuro.


Bienvenida
Cristina González
Directora de Innovación de FEIQUE y Secretaria Técnica de SusChem-España

- 1** **Cómo la química está contribuyendo a la lucha contra la covid-19**
Javier García Martínez
Vicepresidente de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) y Catedrático de Química Inorgánica de la Universidad de Alicante
- 2** **La industria Química, sector estratégico para el suministro de productos y bienes de primera necesidad en tiempos de emergencia sanitaria**
M^a Eugenia Anta
Directora de Tutela de Producto, Internacionalización y Comercio de Feique
- 3** **Acelerando la carrera contra el coronavirus: ciencia y empresa en busca de tratamientos y vacunas**
Javier Urzay
Subdirector general de Farmaindustria

Turno de preguntas - Modera: Cristina González

Inscripción

Organizan/colaboran:



otro lado, debemos insistir en la conexión entre la química y otras disciplinas; como, por ejemplo, con la biología, la medicina y la economía. De esta forma, no sólo mejoraremos la calidad de nuestra enseñanza, sino que prepararemos mejor a nuestros alumnos para un mundo cada vez más complejo e interdependiente. (ver figura 6)

A la hora de enfrentarnos a la enfermedad es muy importante –quizás sería más oportuno decir vital– contar con información actualizada y contrastada. Por eso debemos hacer un esfuerzo adicional y

dedicar el tiempo y los recursos necesarios para explicar cómo la química tiene un papel muy importante en la mejora de nuestra calidad de vida, en la competitividad de nuestra economía y en la resiliencia de nuestro sistema productivo. En este sentido, es muy de agradecer el webinar organizado por distintas organizaciones químicas españolas, en especial por la Federación Empresarial de la Industria Química Española (Feique) en mayo de este año, para dar a conocer cómo la investigación científica y las empresas químicas y farmacéuticas están contribuyendo a la lucha contra la Covid-19.

Desde los Colegios Químicos, también se ha hecho un esfuerzo muy destacado para dar a conocer e informar sobre las medidas más adecuadas para evitar el contagio de la enfermedad y sobre las distintas acciones que están llevando a cabo los profesionales químicos para combatir la pandemia. En este sentido, desde el Consejo General de Colegios Oficiales de Químicos de España nos recuerdan la encomiable labor que están realizando los químicos españoles que trabajan en la identificación de la infección por coronavirus, tanto aquellos que están realizando las pruebas PCR (reacción en cadena de polimerasa) como aquellos que están haciendo los tests de detección de anticuerpos. Así mismo, desde este organismo, que integra a profesionales químicos de todos los sectores, desta-

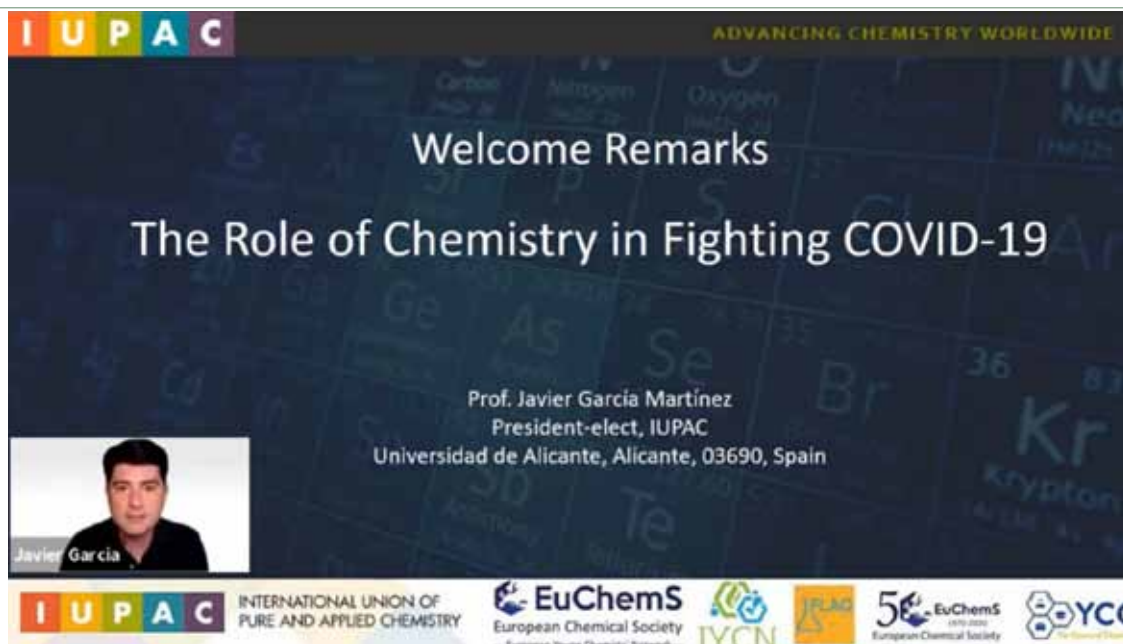
todo el mundo que trabajan sin descanso para ayudar cuando más falta hace.

EDUCACIÓN Y COMUNICACIÓN DE LA QUÍMICA: LECCIONES DE UNA PANDEMIA

No puedo dejar de mencionar el enorme esfuerzo que hemos hecho los profesores que hemos tenido que adaptarnos en cuestión de semanas a la enseñanza en remoto. Esta adaptación ha sido especialmente difícil para una disciplina como la química, que tiene un componente experimental muy importante. Las nuevas tecnologías nos han permitido enseñar química a distancia, pero no hay nada que pueda sustituir la experiencia del aprendizaje personal, la interacción entre el profesor y el alumno, la realización de prácticas de laboratorio, la manipulación de reactivos químicos y el aprendizaje sobre seguridad e impacto medioambiental en el lugar de trabajo. Todo esto nos tiene que servir de lección para mejorar como docentes y, especialmente, en la transmisión de contenidos y habilidades de una ciencia que es fundamentalmente experimental. Existen otras lecciones importantes que podemos extraer de esta experiencia. En primer lugar, la importancia de explicar química en contexto, por ejemplo, destacando cómo nos permite luchar contra la enfermedad y mejorar la salubridad del agua, los alimentos y los espacios en los que habitamos y trabajamos. Por



Figura 7. Captura del webinar “Chemists Fighting Covid-19 – The Status Quo”, celebrado el 2 de abril. Este webinar estuvo dedicado a explicar cómo la química desempeña un papel importante en la lucha contra el coronavirus.



can el éxito conseguido por distintas empresas químicas españolas que, en muy poco tiempo, han sido capaces de satisfacer la demanda de desinfectantes, a pesar de la escasez de algunas sustancias químicas básicas como el etanol, el 1-propanol y el isopropanol.

La Real Sociedad Española de Química (RSEQ) ha creado una página web, que actualiza con frecuencia, donde puede encontrarse información útil sobre la enfermedad, avances contra su propagación, nuevas alternativas terapéuticas y los descubrimientos científicos más destacados sobre este tema. Esta iniciativa, no sólo resulta tremendamente útil, sino que pone de manifiesto cómo la química está contribuyendo, desde distintos frentes, al

estudio, identificación y erradicación de esta enfermedad.

También desde la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) hemos desarrollado distintas iniciativas para divulgar cómo la química está contribuyendo a la lucha contra la Covid-19. Por ejemplo, en una colaboración con la Red Internacional de Químicos Jóvenes (IYCN) y la Red Europea de Químicos Jóvenes (EYCN), la IUPAC ha participado en una serie de seminarios web (Figura 7). Quiero aprovechar esta oportunidad para felicitar a estos químicos jóvenes por su compromiso y por visibilizar cómo la química es clave para resolver los grandes problemas de nuestro tiempo. (ver **figura 7**)

En estos tiempos difíciles, en los que un virus nos ha recordado lo frágiles que somos, la química está contribuyendo, una vez más, a la lucha contra la enfermedad. Desde la producción de los desinfectantes hasta el desarrollo de una vacuna eficaz, los químicos estamos demostrando que nuestra disciplina contribuye de forma muy significativa a nuestra calidad y esperanza de vida. Es precisamente en los momentos más difíciles cuando se requiere que demos lo mejor de nosotros mismos. Con inteligencia, esfuerzo y colaboración acabaremos con esta enfermedad, como lo hemos hecho antes con otras. 🧑‍🚀

● FUENTES

- ▶ Maryland test: <https://www.umaryland.edu/news/archived-news/may-2020/covid-19-results-in-10-minutes-umb-studies-rapid-test.php>
- ▶ Oxford vaccine: <http://www.ox.ac.uk/news/2020-05-22-oxford-covid-19-vaccine-begin-phase-iii-human-trials>
- ▶ BASF donation: <https://www.basf.com/es/es/media/Noticias/Noticias2020/basf-tarragona-tambien-adapta-su-produccion-para-fabricar-gel-de.html>
- ▶ DOW donation: [https://corporate.dow.com/en-us/news/press-releases/dow-commits--3-million-to-aid-covid-19-relief-](https://corporate.dow.com/en-us/news/press-releases/dow-commits--3-million-to-aid-covid-19-relief-efforts-and-adjust.html)

[efforts-and-adjust.html](https://corporate.dow.com/en-us/news/press-releases/dow-commits--3-million-to-aid-covid-19-relief-efforts-and-adjust.html)

- ▶ Distintas iniciativas llevadas a cabo por la industria química para combatir la COVID-19 en Europa <https://cefic.org/our-industry/our-industrys-response-to-covid-19/>
- ▶ Informe de la Academia Joven de España sobre la situación del desarrollo de una vacuna contra la COVID-19: https://academiajoven.es/web/wp-content/uploads/2020/09/Informe_vacunas_AJE_28_Septiembre_2020.pdf
- ▶ Webinar co-organizado por Feique “La química, esencial frente al COVID-19”: <https://youtu.be/HpJ9chEfsY0>
- ▶ Informe del Consejo General de Colegios Oficiales de Químicos de España sobre labor de

- los profesionales de la química en la lucha contra la pandemia del Covid19: <https://cgquimicos.com/el-consejo-general-de-colegios-oficiales-de-quimicos-de-espana-destaca-y-reconoce-la-labor-de-los-profesionales-de-la-quimica-en-la-lucha-contra-la-pandemia-del-covid19/>
- ▶ Página web de la Real Sociedad Española de Química dedica a los distintos avances sobre el coronavirus: <https://rseq.org/quimica-y-sociedad/la-quimica-y-el-covid-19/>
- ▶ Webinar “Chemists Fighting COVID-19” co-organizado por IUPAC, IYCN y EYCN: <https://iupac.org/chemists-fighting-covid-19-a-global-conversation/>



Retrato del Dr. Javier García Martínez

Es catedrático de Química Inorgánica y Director del Laboratorio de Nanotecnología Molecular de la Universidad de Alicante (UA), donde ha desarrollado una extensa labor docente e investigadora en nanomateriales y en su aplicación en el sector energético.

Fundador de la empresa de base tecnológica Rive Technology, que comercializa la tecnología que desarrolló durante su estancia postdoctoral Fulbright en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Rive Technology ha conseguido más de 80 millones de dólares de inversión de capital riesgo y da trabajo a más de cuarenta personas. Desde 2012, los catalizadores que comercializa Rive Technology se utilizan ya en varias refinerías de EEUU aumentando sensiblemente la producción de combustibles y la eficiencia energética del proceso.

Fundador y presidente de Celerera, un programa de apoyo al talento en España que selecciona cada año diez jóvenes excepcionales para darles recursos, formación y grandes oportunidades. Cuarenta jóvenes se han beneficiado ya de este programa creado por el Dr. Ja-

"De todo lo que hago, enseñar no es solo lo más importante. No hay una relación más profunda y fructífera que la que existe entre un maestro y sus alumnos"



vier García, con la Fundación Rafael del Pino y en el que colaboran varias empresas e instituciones españolas.

El liderazgo científico y empresarial que tiene, ha sido reconocido con algunos de los premios más importantes. En 2007, la revista Technology Review de MIT lo

seleccionó como uno de los jóvenes más innovadores de su generación y el 2009 el Foro Económico Mundial lo reconoció como Young Global Leader. En junio de 2014, le fue otorgado el Premio Rey Jaime I en su categoría de Nuevas Tecnologías y desde 2015 es el primer español en recibir el Emerging Researcher Award de la American Chemical Society y la primera persona en recibir el Premio a la Mejor Innovación Española en EEUU, entregado en MIT por la Asociación de Científicos Españoles en EEUU. En verano de 2017, Javier fue reconocido por la American Chemical Society con el Kathryn C. Hach Award como el mejor emprendedor de EEUU en el sector químico. Javier es miembro del Consejo de Tecnologías Emergentes del Foro Económico Mundial, de la Academia Joven Global, del Comité Ejecutivo de la IUPAC y Fellow de la Royal Society of Chemistry. Desde 2019 es Presidente de la Academia Joven de España.

El Dr. Javier García ha sido elegido para liderar la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) en el periodo 2022-2023 en la reciente Asamblea General que ha tenido lugar en París. ●