

En la categoría de Ciencias Básicas

Premio Fronteras del Conocimiento a Avelino Corma, John Hartwig y Helmut Schwarz por sentar las bases de los catalizadores que hacen posible una química más eficiente y sostenible

- **El trabajo conjunto de los tres galardonados ha logrado avances fundamentales** en el campo de la catálisis que permiten “controlar y acelerar reacciones químicas” para la obtención de productos en múltiples sectores industriales, “mejorando la eficiencia y reduciendo el consumo de energía”, según destaca el acta del jurado
- **Corma ha impulsado el desarrollo de catalizadores sólidos a partir de materiales** porosos y es autor de más de 100 patentes con aplicaciones que se están utilizando en la actualidad para mejorar la eficiencia de procesos químicos y reducir la emisión de sustancias contaminantes en la producción de combustibles, plásticos, cosméticos y alimentos
- **Los catalizadores creados por Hartwig, basados en metales y activos en fase líquida,** han resultado fundamentales en la fabricación de medicamentos contra numerosas enfermedades, desde la leucemia hasta el VIH o la depresión, y en la actualidad se están explorando nuevas aplicaciones para el reciclaje de residuos de plástico
- **Schwarz ha logrado analizar reacciones químicas en fase gaseosa átomo a átomo,** permitiendo dilucidar su funcionamiento con un nivel de detalle nunca visto, un avance fundamental que ya ha permitido reducir la generación de residuos en procesos industriales y abre la puerta al desarrollo de nuevas aplicaciones de la catálisis en múltiples ámbitos

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Ciencias Básicas ha sido concedido en su XVII edición a Avelino Corma (Instituto de Tecnología Química, Universitat Politècnica de València-CSIC), John F. Hartwig (Universidad de California, Berkeley, Estados Unidos) y Helmut Schwarz (Universidad Técnica de Berlín, Alemania) por impulsar avances fundamentales en el campo de la catálisis que han permitido “controlar y acelerar las reacciones químicas” para la

25 de marzo de 2025

obtención de productos en múltiples procesos industriales, según ha resaltado el jurado, "mejorando la eficiencia y reduciendo el consumo de energía".

Trabajando de manera independiente, los galardonados "han liderado a escala mundial las tres principales áreas de investigación para comprender y aplicar la catálisis, cubriendo así todo el espectro de este campo tan fundamental", en palabras de Hongkun Park, titular de la Cátedra Mark Hyman Jr de Química y catedrático de Física en la Universidad de Harvard (Estados Unidos), y miembro del jurado. De esta manera, su trabajo conjunto ha abierto la puerta al desarrollo de una química más eficiente y sostenible.

Corma ha impulsado la creación de catalizadores sólidos a partir de materiales porosos y es autor de más de 100 patentes, con aplicaciones que se están utilizando en la actualidad para mejorar la eficiencia de procesos químicos y reducir la emisión de sustancias contaminantes en la producción de combustibles, plásticos, cosméticos y alimentos.

Los catalizadores desarrollados por Hartwig, basados en metales y activos en fase líquida, han resultado fundamentales en la fabricación de medicamentos para el tratamiento de numerosas enfermedades, desde la leucemia hasta el VIH o la depresión. En la actualidad se están explorando nuevas aplicaciones para el reciclaje de residuos de plástico.

Schwarz, por su parte, ha logrado analizar reacciones químicas en fase gaseosa átomo a átomo, permitiendo dilucidar su funcionamiento con un nivel de detalle nunca visto, un avance fundamental que ha permitido reducir la generación de residuos en procesos industriales y que abre la puerta al desarrollo de nuevas aplicaciones de la catálisis en múltiples ámbitos.

"Avelino Corma es un investigador que, partiendo desde la ciencia básica, es capaz de aplicar sus resultados a retos sociales, como puede ser la sostenibilidad. Que el jurado le considere merecedor de un premio del prestigio internacional del Fronteras del Conocimiento da cuenta de su nivel científico. Y realmente encaja perfectamente con el nombre del premio, porque destaca su inquietud por mover las fronteras del conocimiento", afirma José Capilla, rector de la Universitat Politècnica de València y nominador del investigador valenciano.

"Se suele decir que en ciencia hay muchos investigadores que hacen cosas buenas, pero pocos que hagan algo realmente nuevo. John Hartwig es uno de ellos y además es capaz de hacerlo constantemente. Es de esas personas que abren caminos que luego los demás seguimos. Creo que el jurado ha acertado plenamente reconociéndole a él junto a los profesores Corma y

25 de marzo de 2025

Schwartz. Juntar a los tres supone un reconocimiento para todo el campo de la química, y más en concreto, de la catálisis”, asevera Pedro Pérez Rodríguez, catedrático de Química Inorgánica de la Universidad de Huelva, director del Centro de Investigación de Química Sostenible y nominador de John Hartwig.

“Este premio está muy bien concedido por la importancia que tiene la investigación de la catálisis, que supone un 90% de todos los procesos productivos en la industria química y un 30% del PIB mundial. Helmut Schwarz ha hecho auténtica ciencia básica, pero además la ha demostrado experimentalmente. A él le debemos que haya incorporado elementos de la mecánica cuántica al conocimiento básico de las reacciones catalíticas”, ha resaltado por su parte Jesús Ugalde, catedrático de Química Física de la Universidad del País Vasco y colaborador del profesor Schwarz.

Materiales porosos que han permitido la producción de combustibles más verdes

Avelino Corma ha sido el pionero de la llamada catálisis heterogénea, denominada así porque el catalizador y los agentes de la reacción química que se quiere acelerar se encuentran en distintas fases de la materia. En concreto, según explica el propio premiado, “el catalizador es un sólido y los reactivos pueden ser gases o líquidos”. A lo largo de los últimos 35 años, desde que en 1990 cofundó el Instituto de Tecnología Química en la Universitat Politècnica de València, Corma ha liderado la concepción y síntesis de materiales microporosos que actúan como catalizadores sólidos, en los que las reacciones se producen dentro de cavidades del tamaño de las moléculas. “Controlando el tamaño de estas cavidades y canales, comprobamos que se podían seleccionar las moléculas que penetraban y por tanto reaccionaban, y a la vez las que no se quería que entraran y cuya reacción se quería evitar”, señala.

Sus avances fundamentales en este campo se plasmaron en dos estudios publicados por *Nature* en 1998 y 2006, y posteriormente una investigación publicada en *Science* en 2017, en las que se demostró el potencial de estos materiales microporosos para acelerar y controlar reacciones químicas de manera eficiente, abriendo así la puerta al desarrollo de una química menos contaminante y más sostenible. “En estos trabajos, a través del control de las cavidades en estos catalizadores sólidos, demostramos que podíamos controlar las reacciones, de tal manera que por ejemplo podíamos reducir su acidez y lograr así un menor impacto medioambiental”.

De hecho, tal y como ha resaltado el jurado, Corma no solo ha contribuido estos hallazgos de investigación básica, que han tenido un gran impacto internacional en el campo de la catálisis,

25 de marzo de 2025

sino que además es autor de más de 100 patentes con aplicaciones industriales que se están utilizando en la actualidad para mejorar la eficiencia y sostenibilidad en la producción de combustibles, plásticos, cosméticos y alimentos. Por ejemplo, “más de 22 plantas en todo el mundo producen hoy gasolina de manera más eficiente, con un mayor aprovechamiento energético, gracias a un catalizador desarrollado a partir de mi investigación”, destaca el premiado. Además, en muchos procesos químicos industriales se están empezando a sustituir los combustibles fósiles por biomasa —obtenida, por ejemplo, a partir de residuos orgánicos municipales, agrícolas o forestales—, mediante reacciones logradas con los catalizadores sólidos desarrollados a partir de los avances liderados por Corma. “Se ha avanzado ya mucho hacia una química más sostenible gracias a esta tecnología, con catalizadores que nos están permitiendo reducir el uso de hidrocarburos fósiles y eliminar también el escape de agentes contaminantes a través de la combustión tanto de vehículos como de chimeneas en plantas industriales”.

Corma considera en todo caso que esto es solo el comienzo de una revolución tecnológica que en los próximos años puede convertirse en una potente herramienta transformadora frente al gran reto del cambio climático: “Confío en que los catalizadores nos van a permitir capturar el CO₂ de la atmósfera o de la biomasa para seguir avanzando hacia el desarrollo de combustibles y procesos químicos industriales con mucho menor impacto medioambiental”.

Catalizadores para fabricar medicamentos contra el cáncer, el VIH y la hepatitis

Los catalizadores basados en metales que ha desarrollado John Hartwig han resultado fundamentales en la fabricación de medicamentos contra numerosas enfermedades, desde la leucemia hasta el VIH o la depresión. Su trabajo se ha centrado en la catálisis homogénea, en la que tanto el catalizador como las moléculas que experimentan la reacción química se encuentran en fase líquida, disueltos en una solución. Esto permite que las reacciones ocurran a temperaturas relativamente bajas, y que tengan lugar en posiciones muy precisas dentro de la molécula. “Hay toda una serie de medicamentos aprobados por la Administración de Alimentos y Medicamentos estadounidense (FDA) para enfermedades como la hepatitis C, el VIH, la depresión, la psoriasis y la leucemia, que se fabrican gracias a la disponibilidad de moléculas creadas con las reacciones que hemos desarrollado en mi laboratorio”, afirma el galardonado.

En concreto, Hartwig ha centrado gran parte de su investigación en crear los llamados catalizadores organometálicos, formados por moléculas que contienen tanto un fragmento orgánico con carbono como un metal de transición, como el platino. Es precisamente el enlace

25 de marzo de 2025

entre el carbono y el metal el que facilita las reacciones químicas al proveer una plataforma sobre la que estas ocurren.

Además, el galardonado ha modificado ciertas enzimas —que dentro de los organismos biológicos juegan el papel de los catalizadores— cambiando el metal que ocurre naturalmente por otro, de manera que su reactividad se ve modificada. Recientemente Hartwig ha logrado introducir estas “enzimas biónicas” dentro de un microorganismo que se encarga también de fabricar los compuestos que deben reaccionar con la enzima. Es decir, la reacción química ocurre dentro de las células, logrando crear productos artificiales a través de procesos biosintéticos.

Entre las reacciones que más se han beneficiado del trabajo de Hartwig se encuentran las que ocurren en el lugar donde se dividen los enlaces carbono-hidrógeno. “Son enlaces muy fuertes y con una reactividad muy baja”, explica el galardonado, que ha desarrollado catalizadores para facilitar la división de ese enlace de forma que aloje la reacción química deseada. Estos catalizadores han posibilitado la fabricación de un compuesto clave en un medicamento contra el cáncer, y dos compuestos que se emplean para tratar el VIH. “Es muy emocionante ver todo el proceso, desde un descubrimiento tan fundamental como el de dividir un enlace carbono-hidrógeno hasta lograr reacciones a gran escala, con miles de kilos de moléculas”, apunta el investigador.

Otro de sus logros más señalados es la formación del enlace carbono-nitrógeno, “una reacción que no puede ocurrir si no hay un catalizador presente”, según expone el galardonado. El catalizador que desarrolló junto con su equipo para crear este enlace ha dado lugar a medicamentos contra la depresión, el VIH y la hepatitis C.

En el periodo más cercano, investiga los polímeros que forman los plásticos que utilizamos cotidianamente, tratando de deconstruir sus enlaces para aislar sus componentes y poder crear nuevos plásticos con ellos. “Ahora mismo el plástico se recicla de manera mecánica, pero este método abre la puerta al reciclaje químico, que nos permitirá encontrar soluciones para gestionar la gran cantidad de residuos de plástico que generamos”, aventura.

“El tubo de ensayo más pequeño del mundo” para ver reacciones químicas átomo a átomo

“La mía es una contribución atípica”, afirma Helmut Schwarz, “porque he abordado preguntas muy fundamentales empleando técnicas nada convencionales”. La combinación de experimentos y herramientas computacionales le ha permitido dilucidar el funcionamiento de

25 de marzo de 2025

algunas reacciones químicas átomo a átomo, con un nivel de detalle nunca visto. “Casi siempre hay millones de átomos en juego, pero nosotros queremos saber cuáles son los que realmente actúan en la reacción, los que llamamos los átomos aristocráticos”, expone.

Por ejemplo, es bien sabido que el metano tiene una reactividad muy baja, pero el porqué se resiste a la comprensión de la comunidad química. “Cada año se liberan millones de toneladas de metano a la atmósfera, y es un gas de efecto invernadero. Entonces surge la pregunta, ¿no se le puede dar un uso mejor?” La clave para responderla está en ser capaz de dividir el enlace carbono-hidrógeno del metano de manera selectiva, un problema fundamental para la química que Schwarz se propuso abordar explorando el papel que podría jugar la catálisis.

“La investigación convencional sobre catálisis se suele hacer en la fase condensada. Pero nosotros decidimos hacer un experimento en la fase gaseosa, para evitar que hubiera otros efectos que no controláramos y que pudieran influir en el resultado”, explica el galardonado. Por ello, aislaron los átomos a nivel individual y controlaron el entorno de la reacción para asegurarse de que el resultado se debía exclusivamente a un átomo concreto en lugar de a una combinación de múltiples factores. “Durante décadas, a mucha gente le parecía que conseguir aquello era imposible”, recuerda el investigador.

Si lograron aislar átomos para observar su comportamiento individual, fue gracias al espectrómetro de masas, inventado hace más de un siglo, pero nunca antes empleado para este fin. “El espectrómetro de masas nos da una visión microscópica de los detalles que es inalcanzable cuando miras al comportamiento de millones de átomos. Es el tubo de ensayo más pequeño del mundo”, compara el galardonado.

A pesar de su enfoque puramente básico, los descubrimientos de Schwarz han transformado procesos industriales importantes como el de la fábrica alemana Degussa, que se dedica al refinamiento de metales preciosos y produce un compuesto de hidrógeno, carbono y nitrógeno usado en un gran número de aplicaciones. La propia fábrica desarrolló la manera de producir el compuesto combinando el metano con el amoníaco gracias a un catalizador. Pero se generaba carbón como producto secundario, que ensuciaba el catalizador y lo acababa desactivando. Schwarz logró revelar detalles clave sobre cómo funcionaba aquella reacción y, gracias a ellos, propuso una modificación en el catalizador que evitaba la formación de hollín. “Es un ejemplo práctico de cómo la investigación básica acabó ayudando a la empresa a mejorar sustancialmente un proceso”, afirma Schwarz.

25 de marzo de 2025

A pesar de que, según comenta, su investigación no siempre estuvo bien vista por el sector con una orientación más ortodoxa de la comunidad académica, el galardonado espera que las nuevas generaciones “no se rindan antes de tiempo, y que tengan la habilidad de identificar los grandes retos de la ciencia y el valor de abordarlos. Sobre todo, que intenten contagiar a sus compañeros el sumarse a ese proyecto y que exploren qué se puede conseguir gracias al entusiasmo por la investigación básica”.

Biografías de los premiados

Avelino Corma (Moncófar, Castellón, 1951) se licenció en 1973 en Ciencias Químicas en la Universitat de València y se doctoró en la Universidad Complutense de Madrid en tres años. Inició su carrera profesional como investigador científico del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Desde 1990 es profesor de Investigación de Química en el Instituto de Tecnología Química ITQ (CSIC/UPV), centro de investigación mixto que fundó en 1990. Durante los últimos cincuenta años ha desarrollado su trabajo de investigación en catálisis heterogénea. Ha publicado más de 1.400 artículos en revistas internacionales, ha escrito tres libros y numerosas revisiones. Es miembro del consejo editorial de las revistas más importantes en el campo de la catálisis y es autor de más de 200 patentes de invención, entre las cuales más de 20 han sido aplicadas en múltiples procesos industriales.

John Hartwig (Elmhurst, Illinois, Estados Unidos, 1964) se licenció en Química en 1986 en la Universidad de Princeton (Estados Unidos) y se doctoró en 1990 en la Universidad de California, Berkeley (Estados Unidos). Ese mismo año comenzó un *fellowship* posdoctoral en la Sociedad Americana del Cáncer en el Instituto Tecnológico de Massachusetts hasta 1992, cuando empezó a trabajar en la Universidad de Yale New Haven (Estados Unidos), donde ejerció como profesor adjunto, profesor asociado y, posteriormente, catedrático de Química hasta 2004, año en el que fue nombrado titular de la cátedra Irénée DuPont de Química. En 2006, se trasladó a la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign (Estados Unidos), donde fue nombrado titular de la cátedra Kenneth L. Rinehart Jr. de Química hasta 2011. Desde entonces, Hartwig ocupa la cátedra Henry Rapoport de Química en la Universidad de California, Berkeley (Estados Unidos). Ha publicado más de 400 artículos, ha sido citado en más de 98.000 ocasiones, es autor de más de 20 patentes y en 2010 publicó el libro *Organotransition Metal Chemistry – From Bonding to Catalysis*.

Helmut Schwarz (Nickenich, Renania-Palatinado, Alemania, 1943) se licenció en Química en 1971 tras haber trabajado como técnico en la industria, y se doctoró un año más tarde en la Universidad

25 de marzo de 2025

Técnica de Berlín (Alemania), donde ha desarrollado la mayor parte de su carrera. En 1978 obtuvo la cátedra de Química en esa misma institución. Es miembro de la Academia Alemana de las Ciencias Leopoldina, de la cual fue presidente de 2010 a 2015; la Academia Europaea, y la Academia de Ciencias de Gotinga, entre otras. Fue uno de los fundadores de la Academia de las Ciencias de Berlín-Brandeburgo, donde ocupó el cargo de vicepresidente de 1998 a 2003. Es doctor *honoris causa* por varias universidades, entre las que se encuentran el Instituto Tecnológico de Israel, la Universidad de Innsbruck (Austria) y la Escuela Politécnica Federal de Zúrich (Suiza). Ha publicado más 1.000 artículos y participado en más de 1.000 congresos. Es también miembro del consejo editorial de varias revistas científicas. De 2001 a 2007 fue vicepresidente de la Fundación Alemana de Investigación (DFG).

Nominadores

En esta edición se recibieron 94 nominaciones. Los investigadores premiados fueron nominados por **José E. Capilla**, rector y catedrático de Física Aplicada de la Universitat Politècnica de València; **Pedro J. Pérez**, catedrático de Química Inorgánica de la Universidad de Huelva; y **Geraldine Rauch**, presidenta y catedrática de Biometría Médica de la Universidad Técnica de Berlín (Alemania).

Jurado y Comité Técnico de Ciencias Básicas

El jurado de esta categoría ha estado presidido por **Theodor W. Hänsch**, director emérito de la División de Espectroscopia Láser en el Instituto Max Planck de Óptica Cuántica (Alemania) y premio Nobel de Física; y ha contado con **Aitziber López Cortajarena**, profesora de Investigación Ikerbasque, directora científica y líder del Grupo de Nanotecnología Biomolecular en CIC biomaGUNE, Centro de Investigación Cooperativa en Biomateriales (España), como secretaria.

Los vocales han sido **Emmanuel Candès**, titular de la Cátedra Barnum-Simons en Matemáticas y Estadística en la Universidad de Stanford (Estados Unidos); **María José García Borge**, profesora de Investigación en el Instituto de Estructura de la Materia (IEM), CSIC (España); **Nigel Hitchin**, catedrático emérito Savilian de Geometría en el Instituto Matemático de la Universidad de Oxford (Reino Unido); **Hongkun Park**, titular de la Cátedra Mark Hyman Jr de Química, y catedrático de Física, en la Universidad de Harvard (Estados Unidos); **Martin Quack**, catedrático y director del Grupo de Cinética y Espectroscopia Molecular en el ETH Zúrich (Suiza); y **Sandip Tiwari**, titular emérito de la Cátedra Charles N. Mellowes de Ingeniería en la Universidad Cornell

25 de marzo de 2025

(Estados Unidos) y *Distinguished Visiting Professor* en el Instituto Indio de Tecnología en Kanpur (India).

El **Comité Técnico de Apoyo**, encargado de la preevaluación de las nominaciones, ha estado coordinado por la **Dra. Elena Cartea**, vicepresidenta adjunta de Áreas Científico-Técnicas del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), y se ha estructurado en tres comisiones. La Comisión de Física ha estado coordinada por **María José Calderón Prieto**, coordinadora adjunta del Área Global Materia e investigadora científica en el Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM, CSIC); e integrada por **Alberto Casas González**, profesor de Investigación en el Instituto de Física Teórica (IFT, CSIC-UAM); **Pere Colet Rafecas**, profesor de Investigación en el Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos (IFISC, CSIC-UIB); **Lourdes Fábrega Sánchez**, científica titular en el Instituto de Ciencias de Materiales de Barcelona (ICMAB, CSIC); y **Alejandro Luque Estepa**, científico titular en el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA, CSIC). La Comisión de Química ha estado coordinada por **José M. Mato**, director general de CIC bioGUNE y de CIC biomaGUNE, e integrada por **Miguel Ángel Bañares González**, profesor de Investigación en el Instituto de Catálisis y Petroleoquímica (ICP, CSIC); **Antonio Chica Lara**, coordinador del Área Global Materia e Investigador Científico en el Instituto de Tecnología Química (ITQ, CSIC-UPV); **Jesús Jiménez-Barbero**, director científico de CIC bioGUNE y profesor de Investigación Ikerbasque en el Área de Glicobiología Química; **Gonzalo Jiménez-Osés**, investigador principal en el Área de Química Computacional de CIC bioGUNE; **Luis Liz-Marzán**, investigador principal en el Área de Bio-nanoplasmónica de CIC biomaGUNE; **Aitziber López Cortajarena**, profesora de Investigación Ikerbasque, directora científica e investigadora principal en el Área de Nanotecnología Biomolecular de CIC biomaGUNE; y **María Luz Sanz Murias**, investigadora científica en el Instituto de Química Orgánica General (IQOG, CSIC). La Comisión de Matemáticas ha estado coordinada por **José María Martell Berrocal**, vicepresidente de Investigación Científica y Técnica del CSIC, e integrada por **María Jesús Carro Rossell**, catedrática de Análisis Matemático en la Universidad Complutense de Madrid; **Alberto Enciso Carrasco**, profesor de Investigación en el Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT, CSIC); **Francisco Martín Serrano**, catedrático de Geometría Diferencial en la Universidad de Granada; y **Rosa María Miró Roig**, catedrática de Álgebra en la Universidad de Barcelona.

Sobre los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

La Fundación BBVA tiene entre sus focos de actividad el fomento de la investigación científica y la creación cultural de excelencia, así como el reconocimiento del talento.

25 de marzo de 2025

Los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento, dotados con 400.000 euros en cada una de sus ocho categorías, reconocen e incentivan contribuciones de singular impacto en las ciencias básicas, la biomedicina, las ciencias del medio ambiente y el cambio climático, las tecnologías de la información y la comunicación, las ciencias sociales, la economía, las humanidades y la música. El objetivo de los galardones, desde su creación en 2008, es celebrar y promover el valor del conocimiento como un bien público sin fronteras, que beneficia a toda la humanidad, siendo la mejor herramienta para afrontar los grandes desafíos globales de nuestro tiempo y ampliar la visión del mundo de cada persona. Sus ocho categorías se corresponden con el mapa del conocimiento del siglo XXI.

En esta familia de premios la Fundación BBVA cuenta con la colaboración de la principal organización pública española de investigación, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), que designa Comités Técnicos de Apoyo, integrados por destacados especialistas del correspondiente ámbito de conocimiento, que llevan a cabo la primera valoración de las candidaturas, elevando al jurado una propuesta razonada de finalistas. El CSIC designa, además, la presidencia de cada uno de los ocho jurados en las ocho categorías de los premios y colabora en la designación de todos sus integrantes, contribuyendo así a garantizar la objetividad en el reconocimiento de la innovación y excelencia científica. La Presidencia del CSIC participa también de manera destacada en la ceremonia de entrega de los galardones que cada año se celebra en Bilbao, sede permanente de los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento.

CONTACTO:

Departamento de Comunicación y Relaciones Institucionales

Tel. 91 374 52 10 / 91 374 81 73 / 91 537 37 69

comunicacion@bbva.es

Para información adicional sobre la Fundación BBVA, puede visitar: www.bbva.es