

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Ciencias Básicas

La Fundación BBVA premia a Omar Yaghi por crear una química que produce nuevos materiales capaces de capturar CO₂ o de obtener agua de la atmósfera

- A mitades de los años 90, el catedrático de Química de la Universidad de Berkeley fue el pionero en el desarrollo de los llamados MOF y COF, nuevos materiales altamente porosos “con una diversidad sin precedentes en la química”, según resalta el acta del jurado
- Estos materiales tienen aplicaciones potenciales para afrontar algunos de los desafíos más importantes del mundo actual, como el almacenamiento del principal gas causante del cambio climático y el desarrollo de nuevos combustibles limpios a partir del hidrógeno
- Los trabajos de Yaghi también han demostrado su utilidad potencial de estos materiales para la obtención de agua capturada del vapor de la atmósfera en zonas desérticas, una técnica que en su opinión podría estar disponible en los próximos cinco años

Madrid, 23 de enero de 2018.- El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en la categoría de Ciencias Básicas ha sido concedido en su décima edición al químico jordano-estadounidense Omar Yaghi, “por su trabajo pionero en la concepción y síntesis de los nuevos materiales cristalinos MOF y COF, con gran impacto en la ciencia y en la ingeniería”, y con aplicaciones potenciales de tanto interés como “la captura y almacenamiento de dióxido de carbono (CO₂), y la de las moléculas de agua presentes en el aire para generar agua potable”, entre otras.

Yaghi, catedrático de Química en la Universidad de California en Berkeley, EEUU, ha creado estos nuevos materiales aplicando una química basada en el “ensamblaje de ladrillos” –explica el acta del jurado– o piezas cuya estructura es cuidadosamente controlada de antemano. Esta estrategia “ha conducido a un crecimiento exponencial en la creación de nuevos materiales con una diversidad sin precedentes en la química”.

A este nuevo campo, el propio Yaghi lo ha bautizado como Química Reticular, y lo describe como “unir bloques moleculares mediante enlaces (bonds) muy

resistentes para formar extensas estructuras". El acta resalta que "numerosos laboratorios en la academia y en la industria practican ahora esta estrategia".

En términos no técnicos, los MOFs (*metal organic frameworks*) y los COF (*covalent organic frameworks*) son como esponjas cristalinas a escala molecular: materiales muy porosos, en los que los poros o celdas se disponen formando una red ordenada y tienen un tamaño controlable a medida. Reúnen muchas de las propiedades más deseadas por los químicos, entre ellas una gran capacidad de absorber otros compuestos, que se alojan dentro de sus poros; y una alta versatilidad y selectividad, puesto que el tamaño del poro se adapta al compuesto que se desea atrapar. Es decir, funcionan como *tamices moleculares* contruidos a medida. Según explica Yaghi, si un solo gramo de un material MOF se desplegara en una única lámina a escala atómica, sin poros, llegaría a cubrir 60 campos de tenis.

Los COF están compuestos por materiales orgánicos, mientras que los MOF combinan materiales inorgánicos, en concreto óxidos de metal, y orgánicos. En este caso los óxidos de metal son los *enganches* –donde se adhiere químicamente la molécula que debe cazar el tamiz–, y los compuestos orgánicos son los ligandos que los mantienen unidos formando la gran estructura porosa. El óxido de metal cambia en función de la molécula que se quiera capturar, mientras el tamaño del poro depende del compuesto orgánico.

Es esta capacidad de controlar el producto final lo que cautiva a Yaghi, que creó estos compuestos a mediados de los años noventa: "Cuando yo era estudiante" –explicó ayer por teléfono al conocer el fallo– "la creación de nuevos materiales se basaba simplemente en mezclar cosas, y lo que obtenías era básicamente lo que te proporcionaba la propia naturaleza; no tenías control sobre lo que obtenías. Pero me di cuenta de que no llegaría muy lejos juntando piezas, como quien construye un automóvil. Para mí, lograr la construcción de materiales de manera simple y racional, como lo hacemos ahora, era un sueño. Tener el control sobre el material que estás produciendo, e incluso poder modificarlo una vez que lo has construido, es una herramienta muy poderosa".

El sueño de Yaghi ha dado lugar a una nueva química actualmente en pleno desarrollo, con cientos de laboratorios en todo el mundo trabajando en aplicaciones con estos materiales porosos. El científico galardonado contabiliza ya "más de 60.000" clases diferentes de MOFs desarrolladas.

Entre las múltiples aplicaciones potenciales destacan tres. Una es la captura de dióxido de carbono: "Su captura es muy importante, y creo que los MOFs son los mejores materiales para lograrlo", afirma Yaghi. "La dificultad aquí estriba en separar el CO₂ de otros gases, incluyendo el agua. Los MOFs son capaces de extraer específicamente el CO₂ y separarlo para que no llegue a la atmósfera".

Los procesos de captura de dióxido de carbono que se usan actualmente emplean compuestos tóxicos, y, según explica el propio Yaghi, pueden consumir

entre el 30-40% de la energía que produce la central, ya que requieren calentar agua a altas temperaturas. Los MOFs, que se sintetizan de forma sencilla y ambientalmente limpia, aún no están listos para su uso industrial en este ámbito, pero Yaghi opina que su implementación a gran escala es factible. "Todos los experimentos que hemos realizado en nuestro laboratorio han demostrado que el uso de MOFs para la captura de CO₂ es viable, aunque no me atrevo a predecir el tiempo que tardaremos todavía en poder aplicarlo en la industria", asegura.

Mucho más inminente, en su opinión, es el uso de los tamices moleculares para absorber moléculas de agua del aire, incluso en ambientes secos –con menos de un 20% de humedad- y producir agua líquida, con el aporte únicamente de luz solar. "En la atmósfera hay muchísima agua, y la posibilidad de capturarla supondría una enorme transformación para grandes zonas del planeta", afirma Yaghi; "la dificultad es atraparla en zonas desérticas, pero hemos diseñado MOFs capaces de recolectar agua en los poros, y posteriormente, tras calentarla con la luz solar, generar agua líquida. No tengo ninguna duda de que en los próximos 3 a 5 años existirá un aparato capaz de obtener agua pura de la atmósfera". Yaghi acaba de publicar en la revista *Science* un trabajo sobre esta aplicación.

Otra aplicación potencial es el almacenamiento de hidrógeno en recipientes mucho menos voluminosos que ahora. Al alojar las moléculas de hidrógeno en los poros del material se meter más gas en menos volumen –por paradójico que parezca, cabe mucho más hidrógeno en un tanque lleno de MOFs que en uno vacío-. Según Yaghi, la técnica está aún en fase preliminar de investigación, pero es de interés para desarrollar un futuro combustible limpio para vehículos basado en el hidrógeno.

Hoy en día Yaghi está convencido de que "el diseño de nuevos materiales es de lo más importante que podemos hacer para resolver nuestros problemas, por ejemplo el desarrollo de fuentes limpias de energía".

Sin embargo, cuando empezó su carrera Yaghi no pensaba en las aplicaciones, "sino en la pura belleza del desafío de construir estructuras, estructuras que pudiera controlar".

Omar M. Yaghi (Amán, Jordania, 1965) fue enviado por su familia a Estados Unidos a estudiar, con solo 15 años. Su amor por la química surgió de contemplar dibujos de las estructuras de las moléculas: "Veía esos dibujos en mi colegio y me encantaban, aunque no sabía lo que eran. Más adelante lo descubrí y me fascinó saber que eran componentes de las cosas que no podemos ver con nuestros ojos".

Una de sus principales aspiraciones en la actualidad, más allá del desarrollo de su investigación, es contagiar a otros jóvenes de la misma pasión que le sedujo a él, también en países menos favorecidos: "Ante todo soy un profesor y un mentor, y me gustaría ver a más jóvenes trabajando en el mundo de la ciencia

para intentar resolver los problemas del planeta. Y no sólo en los países desarrollados, sino también en los que están todavía en vías de desarrollo. Por eso estoy trabajando mucho para impulsar la creación de centros de investigación en estos países, para ayudar a los jóvenes a dedicarse a la ciencia”.

Trayectoria académica

Tras doctorarse en Química Inorgánica en la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign, su trayectoria investigadora y docente le llevó a la Universidad Estatal de Arizona, como *assistant professor*; a la Universidad de Michigan en Ann Arbor, donde fue titular de la Cátedra Robert W. Parry de Química; y a la Universidad de California Los Ángeles, donde desempeñó la Cátedra Christopher S. Foote de Química y la Cátedra Irving y Jean Stone en Ciencias Físicas. Desde 2012 es titular de la Cátedra James y Neeltje Tretter de Química en la Universidad de California, Berkeley. Allí codirige el Instituto Kavli de Nanociencias de la Energía, y la Alianza para la Investigación en California de BASF y Berkeley.

También dirige el Centro de Materiales Reticulares en el Instituto Nacional de Ciencias de los Materiales de Japón y el Grupo de Investigación sobre Captura y Conversión del Carbono en la Universidad Rey Fahd del Petróleo y los Minerales, en Arabia Saudí. Entre 2011 y 2016 fue codirector ejecutivo del Centro para la Investigación Molecular y en Nanoarquitectura de la Universidad Nacional de Vietnam. Es titular de 44 patentes y de 25 solicitudes de patente publicadas en Estados Unidos.

Jurado y comisión técnica de Ciencias Básicas

El jurado de esta categoría ha estado presidido por **Theodor Hänsch**, director de la División de Espectroscopia Láser en el Instituto Max Planck de Óptica Cuántica de Múnich (Alemania), catedrático en la Facultad de Física de la Universidad Ludwig-Maximilians de la misma ciudad, y premio Nobel de Física en 2005; y ha contado como secretario con **Avelino Corma**, profesor de investigación en el Instituto de Tecnología Química CSIC-Universidad Politécnica de Valencia (España). Los vocales han sido **Emmanuel Candès**, catedrático de Matemáticas, de Estadística y de Ingeniería Electrónica en la Universidad de Stanford (Estados Unidos); **J. Ignacio Cirac**, director de la División Teórica del Instituto Max Planck de Óptica Cuántica de Múnich (Alemania); **Nigel Hitchin**, catedrático emérito Savilian de Geometría de la Universidad de Oxford (Reino Unido); **Zakya Kafafi**, catedrática adjunta del Departamento de Ingeniería Electrónica y Computacional de la Universidad Lehigh (Estados Unidos); **Carmen Menoni**, *University Distinguished Professor* en el Departamento de Ingeniería Electrónica y Computacional de la Universidad Estatal de Colorado (Estados Unidos); **Martin Quack**, catedrático en la Escuela Politécnica Federal de Zúrich (Suiza) y director del Grupo de Cinética y Espectroscopia Molecular de esa misma institución; **Sandip Tiwari**, titular de la Cátedra Charles N. Mellowes de Ingeniería en la Universidad de Cornell (Estados Unidos); y **Xueming Yang**,

distinguished fellow en Instituto Dalian de Física Química (Academia de Ciencias China), catedrático y decano de Ciencia en la Universidad Meridional de Ciencia y Tecnología, y catedrático adjunto de Física Química en la Universidad de Ciencia y Tecnología de China.

En cuanto a la **comisión técnica del CSIC**, ha estado coordinada por **M^a Victoria Moreno**, vicepresidenta adjunta de Áreas Científico-Técnicas del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, y ha estado compuesta por **Paloma Adeva**, profesora de investigación y coordinadora del Área de Ciencia y Tecnología de Materiales en el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM); **Marta Fernández**, investigadora científica en el Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP); **Asunción Fernández**, profesora de investigación en el Instituto de Ciencias Materiales de Sevilla (ICMS); **Oscar García**, profesor de investigación en el Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT); y **Alberto Casas**, profesor de investigación en el Instituto de Física Teórica (IFT).

Premiados en la anterior edición

Los galardonados de la edición anterior fueron los matemáticos **David Cox** y **Bradley Efron** por revolucionar la estadística y convertirla en una herramienta imprescindible para el resto de las ciencias a través de "contribuciones pioneras y enormemente influyentes".

Cinco de los 83 galardonados en las anteriores ediciones de los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento recibieron posteriormente el Premio Nobel: **Shinya Yamanaka**, Fronteras en Biomedicina 2010 y Nobel en Medicina en 2012; **Robert J. Lefkowitz**, Fronteras en Biomedicina 2009 y Nobel de Química en 2012. En Economía, Finanzas y Gestión de Empresas tres premiados Fronteras recibieron más tarde el Nobel de Economía: **Lars Peter Hansen**, Fronteras en 2010 y Nobel en 2013; **Jean Tirole**, Fronteras de 2008 y Nobel en 2014 y **Angus Deaton**, Fronteras en 2011 y Nobel de 2015.

Sobre los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

El impulso del conocimiento basado en la investigación y la creación artística y cultural, y la interacción entre ambos dominios, constituyen el núcleo del programa de trabajo de la **Fundación BBVA**, así como el reconocimiento del talento y la excelencia en un amplio abanico de disciplinas, desde la ciencia a las humanidades y las artes.

Con esos objetivos como guía, en el año 2008 se crearon los **Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento** para reconocer contribuciones particularmente significativas en un amplio espectro de áreas científicas, tecnológicas y artísticas, así como respuestas basadas en el conocimiento a retos centrales del siglo XXI. Las áreas abarcadas por los Premios Fronteras del Conocimiento responden al mapa del conocimiento actual, tanto por las

disciplinas contempladas como por atender a la interacción entre ellas en campos interdisciplinares.

Las **ocho categorías** incluyen áreas clásicas como las Ciencias Básicas y otras más recientes como la *Biomedicina*; algunas de ellas características de nuestro tiempo -*Tecnologías de la Información y la Comunicación, Ecología y Biología de la Conservación, Cambio Climático, Economía, Finanzas y Gestión de Empresas, y Cooperación al Desarrollo*; y un área particularmente innovadora de las artes, *Música Contemporánea*.

En la evaluación de las nominaciones a los premios, procedentes de numerosas instituciones y países, la Fundación BBVA cuenta con la colaboración de la principal entidad pública española de investigación, el **Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)**. El CSIC designa Comisiones Técnicas de Evaluación, que llevan a cabo una primera valoración de las candidaturas y, posteriormente, elevan al jurado una propuesta razonada de finalistas. El CSIC designa también la Presidencia de cada uno de los jurados.

CALENDARIO DE RUEDAS DE PRENSA PARA ANUNCIO DE LOS PRÓXIMOS GALARDONADOS

Biomedicina	Martes, 30 de enero de 2018
Ecología y Biología de la Conservación	Martes, 6 de febrero de 2018
Música Contemporánea	Miércoles, 14 de febrero de 2018
Economía, Finanzas y Gestión de Empresas	Martes, 20 de febrero de 2018
Cooperación al Desarrollo	Martes, 27 de febrero de 2018

PRIMERAS DECLARACIONES E IMÁGENES DEL PREMIADO

Pueden acceder a un vídeo con la primera entrevista al premiado tras recibir la noticia del galardón en el servidor FTP de Atlas con las siguientes coordenadas:

Servidor: **5.40.40.61**

Usuario: **AgenciaAtlas4**

Contraseña: **mediaset17**

El vídeo se encontrará en la carpeta:

"PREMIO CIENCIAS BÁSICAS"

En caso de incidencia pueden contactar con **Miguel Gil** de la productora Atlas:

Móvil: 619 30 87 74

E-Mail: mgil@mediaset.es

Fundación BBVA

Para más información, póngase en contacto con el Departamento de Comunicación y Relaciones Institucionales de la Fundación BBVA (91 374 52 10; 91 374 31 39 y 91 374 81 73 o comunicacion@fbbva.es) o consulte en la web www.fbbva.es