



PREMIOS NOBEL

NOBEL DE QUÍMICA 2025 A LOS ARQUITECTOS DE CATEDRALES MOLECULARES

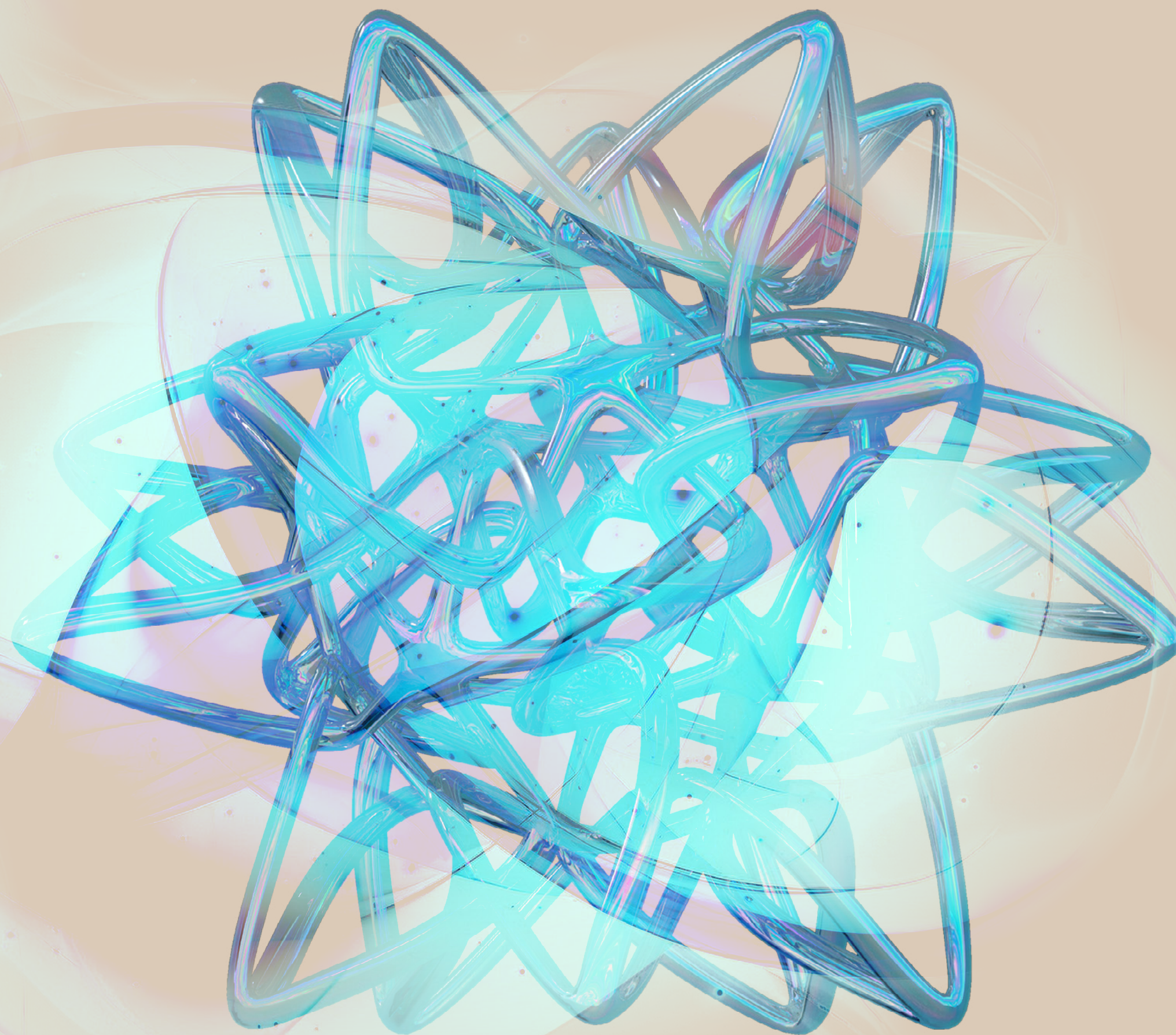
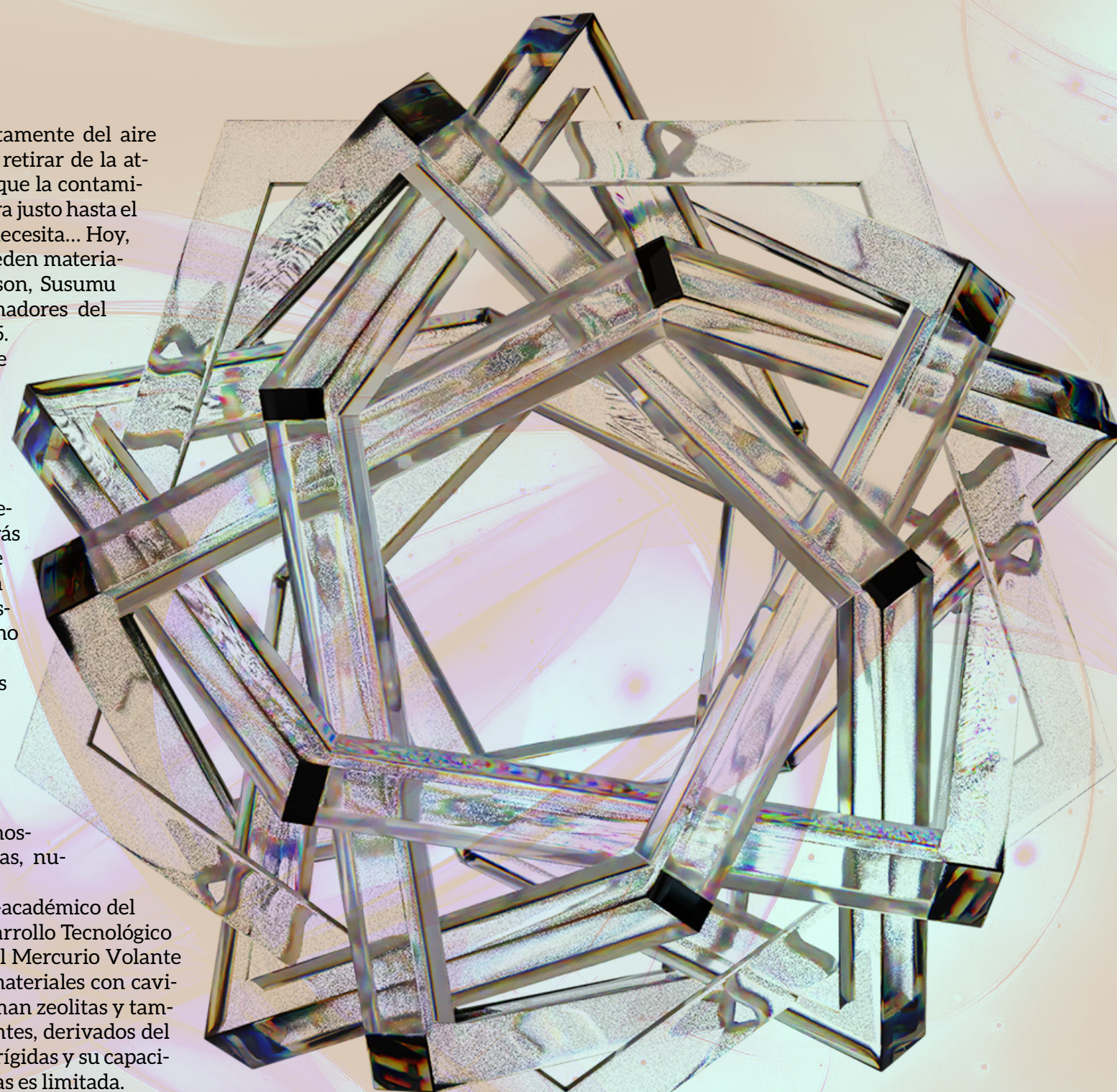
CARMINA DE LA LUZ

Destilar agua directamente del aire en pleno desierto, retirar de la atmósfera los gases que la contaminan, llevar una cura justo hasta el órgano donde se necesita... Hoy, esta gama de "ocurrencias" pueden materializarse gracias a Richard Robson, Susumu Kitagawa y Omar Yaghi, ganadores del Premio Nobel de Química 2025.

La Real Academia Sueca de Ciencias les otorgó a partes iguales el máximo galardón por crear una nueva arquitectura molecular: las estructuras metalorgánicas o MOFs (el acrónimo en inglés de Metal-Organic Frameworks). Detrás de su hazaña hay algo más que experimentos, radica también una idea que roza la poesía: el espacio no es un simple hueco, sino un universo de posibilidades.

A las MOFs hay que pensarlas como edificios diminutos. Sus muros están hechos de átomos metálicos; sus vigas, de largas moléculas de carbono. Dentro, tienen habitaciones vacías (poros) donde pueden hospedarse medicamentos, toxinas, nutrientes y mucho más.

El químico Carlos Frontana -académico del Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica- explicó a El Mercurio Volante que en la naturaleza existen materiales con cavidades semejantes: "unas se llaman zeolitas y también están los de nuestros dientes, derivados del calcio". El problema es que son rígidas y su capacidad de absorber otras moléculas es limitada.



En cambio, las MOFs se diseñan a conveniencia para cumplir una función específica. Son modulares, programables y fáciles de eliminar una vez utilizadas. Inclusive, en su interior pueden echarse a andar reacciones para formar nuevos compuestos, como si fueran laboratorios microscópicos.

"Prácticamente es artesanía química a nivel atómico", precisa Frontana, "e involucra conceptos asociados al reto de lo que se puede hacer en química orgánica y en química inorgánica; ahora nos damos cuenta que estas ramas no son tan puras como se creía, que la frontera entre ellas ya no es tan clara".

Olof Ramström, miembro del Comité Nobel, comparó la versatilidad de la MOFs con "el bolso mágico de Her-

mione", de la saga *Harry Potter*: pequeñas por fuera, pero capaces de albergar cantidades asombrosas de materia. En esencia, el premio reconoce a quienes lograron construir un espacio de almacenamiento perfecto que puede ayudarnos a frenar la crisis climática, combatir el cáncer o paliar las sequías.

Los cimientos de una nueva ciencia

El momento fundacional de las estructuras metalorgánicas se produjo en 1974 en la Universidad de Melbourne. Ahí, Richard Robson, un profesor de bajo perfil a menudo descrito por sus colegas como "humilde", construía modelos moleculares de madera para enseñar química a sus alumnos.

Un día, al manipular las piezas, tuvo una epifanía: ¿Y si la misma lógica geométrica, esa manera en que los átomos se unían en patrones predecibles, se pudiera aplicar para construir nuevos materiales a escala nanométrica? En aquel entonces, su laboratorio producía cristales frágiles y efímeros que se desmoronaban fácilmente, pero la chispa didáctica lo llevó a conseguir la primera MOF rudimentaria en 1989.

Sin siquiera imaginarlo, en ese instante Robson sembró la semilla de una nueva disciplina, cuyos resultados en la actualidad son alucinantes. Si extendiéramos toda la superficie interna de una MOF del tamaño de un terrón de azúcar, esta cubriría un área equivalente a un campo de fútbol completo.

Dichas estructuras representan la máxima optimización del espacio. Nada mal para un genio accidental como Robson, que en su juventud se dejó llevar por la química porque no se le ocurría otra cosa mejor que hacer.

De la frustración a la inspiración

El sueño infantil del japonés Susumu Kitagawa era ser arquitecto. Al final, se convirtió en químico y desde la Universidad de Kioto, en los noventa, dotó de vida a los andamios imperfectos que había iniciado Robson.

Pensó que una cosa era construir una celosía molecular y otra muy distinta que esa celosía fuera porosa y estable, permitiendo que las moléculas entraran y salieran sin colapsar. Kitagawa demostró que, en la práctica, las MOFs son como esponjas y supuso que podían construirse algunas capaces de “respirar”.

En entrevistas, se ha referido a esa corazonada como un acto de contemplación: “Me fascinaba la idea de un sólido que se comportara como un organismo, que respondiera al entorno sin perder su forma”. Sus materiales -algunos transparentes, otros fluorescentes- abrieron el camino a los denominados MOFs dinámicos.

Una pasión encendida por el asombro

Omar Yaghi es un hijo de refugiados palestinos que creció en Jordania, en condiciones de extrema pobreza. Cuenta, por ejemplo, que él y una docena de personas vivían en un pequeño cuarto que compartían “con el ganado que solíamos criar”.

Junto a ese recuerdo está el de haberse colado a los 10 años en la biblioteca de su escuela, donde encontró dibujos de moléculas. Un lustro después emigró a los Estados Unidos para estudiar las estructuras ininteligibles que tanto lo cautivaron.

En la Universidad de California Berkeley, acuñó el término de “química reticular” y llevó la idea de las MOFs al límite. Demostró que estas podían diseñarse de manera racional, prediciendo su estructura antes de sintetizarlas. Ha confesado que él “quería tener control total sobre el resultado” en una época en la que aún se mezclaban cosas esperando lo mejor.

Tres trayectorias, tres continentes, una misma intuición: que la belleza también puede ser medida en angstroms.

Usos de las MOFs

Una de las aplicaciones más urgentes y prometedoras de las estructuras metalorgánicas es la captura de dióxido de carbono. Hacerlo es costoso e ineficiente, pero las MOF, gracias a su inmensa área superficial y la posibilidad de modificar selectivamente sus poros, son la base de filtros hiper-eficientes que absorben ese gas incluso en concentraciones bajas.

La posibilidad más conmovedora quizá es la solución a la escasez de agua. Yaghi ha desarrollado un diseño llamado “una caja dentro de una caja”, que utiliza MOFs específicas y la luz solar para extraer H₂O del aire del desierto. La humedad se absorbe durante la noche y, al exponerse al calor solar durante el día, libera el vapor de agua condensado, que se recoge como potable.

Además, están revolucionando el almacenamiento seguro de sustancias, como el combustible hidrógeno y el oxígeno para su uso en hospitales. Al impregnarse con medicamentos, las MOFs también pueden ser inyectadas en el cuerpo y liberar su cargamento lentamente en sitios muy localizados, como los tumores.

Las MOFs son consideradas las catedrales del siglo XXI, no solo por su elegancia arquitectónica, sino por su potencial para transformar la vida humana.



***CARMINA DE LA LUZ**
Periodista de ciencia, nominada en 2020 al Premio internacional Fetisov. Es fact-checker en Pictoline; colabora en Tec Review, en el noticiario televisivo NCC Iberoamérica y en SciDev. Ha sido becaria de la International Women's Media Foundation y de Climate Tracker.



PARA SABER MÁS

- “Design and synthesis of an exceptionally stable and highly porous metal-organic framework”, en Nature (1999): <https://www.nature.com/articles/46248>
- First Reactions, Nobel Prize Outreach:
- Robson: https://youtu.be/JkHhOcoMOEY?si=O_8MOBqzRxKlb5X8
- Kitagawa: https://youtu.be/lbdPGK_zQhM?si=Rkp0G0YSI3VEI9nj
- Yaghi: <https://youtu.be/wC9H9r543xQ?si=i5EwsvYG0tnDOZks>
- “Infinite polymeric frameworks consisting of three dimensionally linked rod-like segments”, en Journal of the American Chemical Society (1989): <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ja00197a079>
- “Interview with Professor Susumu Kitagawa”, en ACS Materials Letters (2024): <https://www.acs.org/pressroom/newsreleases/2025/october/acs-president-comments-on-award-of-2025-nobel-prize-in-chemistry.html>
- “Nobel de Química 2025 para Susumu Kitagawa, Richard Robson y Omar Yaghi por inventar una nueva arquitectura molecular”, en El País: <https://elpais.com/ciencia/2025-10-08/premio-nobel-de-quimica.html>
- “The 2025 Chemistry Nobel goes to MOFs” Nature Chemistry News (2025): <https://cen.acs.org/people/nobel-prize/The-2025-chemistry-Nobel-goes-to-MOFs/103/web/2025/10>