

Explotan bondades de las zeolitas

Podrían almacenar gases de utilidad en la vida cotidiana; abundan en el territorio mexicano

Las zeolitas (del griego *zein*, hervir, y *lithos*, piedra, 'piedras que hierven') son unos minerales fascinantes: se pueden usar en naves espaciales y submarinos, como fertilizantes, como catalizadores en la industria petroquímica o como aditivos para elaborar cementos que fragüen mejor; también sirven para engordar peces, aves y ganado, retener desechos radiactivos o enriquecer el aire con oxígeno.

"Su potencial de aplicaciones no tiene más límite que la imaginación", dice Pedro Bosch Giral, investigador del Instituto de Investigaciones en Materiales.

Muchas de las propiedades de las zeolitas no derivan tanto de su composición (aluminio, silicio, oxígeno y sodio) como de su porosidad.

En efecto, poseen poros en todas direcciones, es decir, una red porosa homogénea, similar a una coladera, que explica su condición de tamices moleculares. Así, por ejemplo, si se hace circular aire a través de una zeolita cuyos poros son un poco mayores que las moléculas del oxígeno, pero menores que las del nitrógeno, las moléculas de oxígeno pasarán, pero las de nitrógeno no, por lo que a la salida habrá oxígeno y no nitrógeno. De ese modo se obtendrá aire enriquecido con oxígeno, el cual podrá ser aprovechado en aparatos para soldar, en filtros de aire, en hospitales...

Restauración ecológica

"Las zeolitas —informa Bosch Giral— se utilizan ampliamente en la industria petroquímica como catalizadores óxidos. Son ideales para realizar ciertos procesos, por ejemplo, de craqueo catalítico (rompimiento de las moléculas del petróleo para obtener gasolina)."

También son útiles en procesos de restauración ecológica, pues, además de actuar como tamices moleculares (coladeras que limitan el paso de unas moléculas y favorecen el tránsito de otras, como ya se dijo), contienen aluminio, el cual introduce una descompensación en cargas electrónicas, misma que se tiene que compensar con un catión, por lo general sodio.

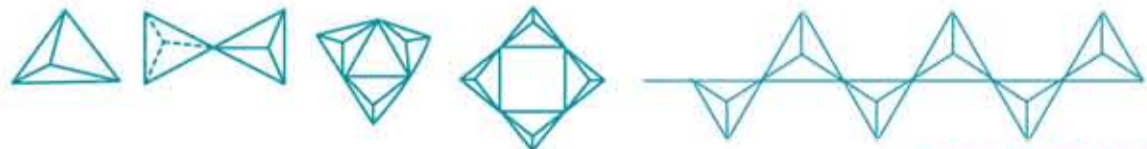
Este catión queda retenido débilmente en las zeolitas, por lo cual éstas pueden soltarlo para adoptar otros cationes como el calcio o el magnesio. Tal efecto es muy útil en lo que concierne a la retención de cationes que sean desechos radiactivos, como el cesio, el cobalto o el estroncio.

Así se trataron grandes cantidades de agua contaminada por los accidentes de la planta nuclear de Three Mile Island, en Pensilvania, Estados Unidos, y de la central nuclear de Chernobyl, en Ucrania, en la antigua URSS.

Se pasó el agua contaminada con átomos radiactivos a través de zeolitas, las cuales soltaron sus cationes originales y retuvieron los átomos radiactivos. De ese proceso se obtuvo un sólido que se trató con altas temperaturas (más de 900° C) para destruir la estructura de las zeolitas y obtener materiales vítreos, de los cuales ya no se puede escapar el material radiactivo. Esos materiales vítreos son los que suelen depositarse en los cementerios nucleares.

Detergentes inocuos

Otra utilidad del intercambio catiónico es la que se da en detergentes que



ESTRUCTURA

Estos minerales microporosos cuentan con una estructura cristalina tridimensional rígida (similar a un panel de abejas), conformada por una inmensa red de túneles y canales conectados entre sí.

USOS MÚLTIPLES

Se aprovechan como fertilizantes, catalizadores en la industria petroquímica o aditivos para elaborar cementos; también sirven para engordar peces, aves y ganado, retener desechos radiactivos...

GANADERÍA

Como suplementos alimenticios para el ganado



ACUICULTURA

Para ablandar el agua

AGRICULTURA

Como fertilizantes



TRANSPORTE

Para obtener gasolina del petróleo



CONSTRUCCIÓN

Para fabricar cemento



INDUSTRIA

Para producir oxígeno



ENERGÍA SOLAR

Para hacer celdas fotovoltaicas



MEDIO AMBIENTE

Para retener desechos radiactivos y tratar aguas residuales

contienen zeolitas, los cuales ya se fabrican en Europa y Estados Unidos.

"Los detergentes comunes y corrientes —explica Bosch Giral— contienen tripolifosfatos, cuya función es suavizar el agua mediante la retención del calcio y el magnesio presentes en ella."

Pero los tripolifosfatos son fertilizantes. Así, al arrojarse los detergentes a los lagos y ríos, los tripolifosfatos propician el crecimiento del lirio y, por consiguiente, la muerte de los peces por falta de oxígeno; ahora bien, esto se puede evitar, substituyéndolos con zeolitas.

En 1992, como parte del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (Cyted), científicos iberoamericanos —de los cuales el grupo mexicano estuvo encabezado por Bosch Giral—, lograron sintetizar un tipo de zeolita que puede incorporarse

a los detergentes para retener el calcio y el magnesio del agua, y que, a diferencia de las zeolitas naturales, tiene cristales redondeados, lo que impide que se incruste en la ropa y la vuelva rígida, la desgaste o la rompa.

"A los detergentes no se les agrega una zeolita natural, porque ésta tiene

muchas impurezas y, además, porque sus cristales suelen presentar muchas aristas, bordes afilados..."

Cabe decir que la zeolita sintética desarrollada por Bosch Giral y sus colegas se depositó en el Conacyt como una tecnología abierta para los industriales mexicanos; sin embargo, éstos no la utilizan porque en el país no hay una legislación que prohíba el uso de los tripolifosfatos en la fabricación de detergentes.

Almacenamiento de gases

La retención de gases en zeolitas es otra línea de investigación prometedora. De hecho, el investigador participa en un proyecto Alfa para el almacenamiento de gases a nivel nanométrico, auspiciado por cuatro países europeos: Inglaterra, Francia, España y Alemania, y tres latinoamericanos: México, Cuba y Brasil.

"La idea es meter y atrapar ciertos gases dentro de la red de poros de algunos materiales zeolíticos", dice.

¿Para qué? Los automóviles funcionan con gasolina, un combustible excesivamente contaminante; si lo hicieran con hidrógeno, el resultado de la combustión sería sólo vapor de agua y nada más. Sin embargo, el hidrógeno es muy peligroso (se usó en los dirigibles, con las consecuencias trágicas que todos conocemos). Por lo tanto, hay que inventar una manera segura de almacenarlo.

"La propuesta más interesante y factible —señala Bosch Giral— es aislar y encapsular pequeñas cantidades de moléculas de hidrógeno en recipientes seguros, como se hace con las píldoras o cápsulas farmacéuticas, e ir sacándolas a medida que se necesitan. Controlar la peligrosidad del hidrógeno ya sería un buen resultado."

Se han hecho experimentos con paladio, un metal muy ávido de hidrógeno. A medida que se va necesitando hidrógeno, se le va arrancando al paladio. El problema es que el hidruro de paladio es pesadísimo. Prácticamen-

te, toda la energía que se conseguiría a partir de la combustión del hidrógeno se iría en transportar el paladio en el automóvil.

En cambio, las zeolitas son materiales relativamente ligeros y extremadamente porosos, y el hidrógeno, o cualquier otro gas podría ser almacenado en pequeñas cantidades, dentro de sus poros. Si los investigadores logran encapsular hidrógeno, o cualquier otro gas útil, su manejo sería mucho más fácil, de tal modo que, en vez de que un camión de gas llenara el tanque estacionario de la azotea, se compraría un "ladrillito" de zeolita con el gas incorporado y se guardaría en la alacena...

Lo más novedoso de este proyecto es el enfoque que le han dado los investigadores: ellos pretenden llevar a cabo primero la teoría y luego los experimentos, cuando lo usual es que sea al revés.

"El proyecto lleva apenas un año. Queremos hacer, por medio de computadora, el diseño de la zeolita que retendría tal o cual gas, y después sintetizar el material y determinar, con métodos vanguardistas de caracterización (difracción de rayos X, microscopía electrónica, adsorción de gases...), si la zeolita sintetizada se ajusta al objetivo que perseguimos: encapsular gases de utilidad en la vida cotidiana", finaliza Bosch Giral. (Fernando Guzmán Aguilar)

Cemento más resistente

Como las zeolitas retienen agua, al cemento puzolánico (un cemento convencional) se le añaden compuestos zeolíticos, con lo cual el fraguado se da más lentamente y dicho cemento, entonces, resulta más resistente.



Extracción y producción en el mundo

En 1997 se extrajeron 3 millones 625 mil toneladas de zeolitas naturales, de las cuales 2 millones 500 mil correspondieron a China y 550 mil a Cuba.

De la producción anual de zeolitas sintéticas en todo el mundo (alrededor de 2 millones 700 mil toneladas), 63% se dedica a detergentes, 25% a aplicaciones catalíticas y 12% como tamiz molecular.



¿Sabía usted que...?

La zeolita natural más abundante en México es la clinoptilolita, que se extrae del yacimiento de Etila, en Oaxaca. Por cierto, la catedral de Oaxaca y la zona arqueológica de Mitla, en ese estado, están construidas con cantera verde, es decir, con clinoptilolita natural.

Accidentes nucleares



● En 1979, luego del accidente de la planta nuclear de Three Mile Island, en Pensilvania, Estados Unidos, se trataron 600 mil galones de agua con zeolitas y así se retuvieron 500 mil curies de radiación.



● En 1986, después del accidente de la central nuclear de Chernobyl, en Ucrania, en la antigua Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, se utilizaron 1.5 millones de toneladas de zeolitas naturales para tratar las aguas contaminadas.



ACOMPÑADO Bosch Giral con la autoridad de Juchitán, Oaxaca, durante una expedición para buscar zeolitas naturales

Pedro Bosch Giral

Físico por la UNAM, obtuvo su doctorado en la Universidad de Lyon, Francia, donde se especializó en catálisis. Laboró 10 años en el Instituto Mexicano del Petróleo y 14 en la UAM Iztapalapa. Es académico del Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM y pertenece al Sistema Nacional de Investigadores.

Colabora con el Instituto de Investigaciones Nucleares en la retención de materiales radiactivos; con el Instituto Nacional de Antropología e Historia, en la caracte-

rización y el estudio de materiales antropológicos, y con la Universidad de Puebla, en el estudio de las hidrotalcitas.

Es coautor de cuatro libros de la serie La Ciencia desde México, publicada por el FCE: *La zeolita, una piedra que hierve*, *Pioneros de las ciencias nucleares*, *El carbono: cuentos orientales y Fuego en el alma y en la vida inferno*.

MÁS INFORMACIÓN:

Correo electrónico: croqcroq@hotmail.com

Desalación de agua de mar



Las zeolitas también se pueden emplear en uno de los pasos de la desalación de agua de mar. De ahí que Bosch Giral —junto con Salvador Alfaro, del Instituto Politécnico Nacional— participe en el Proyecto Impulsa IV de la UNAM, que coordina el ingeniero Hugo Hiriart, del Instituto de Ingeniería.

Estos investigadores ya lograron preparar una membrana cerámica, en cuya superficie depositaron partículas de zeolitas; el siguiente paso será probarla en el laboratorio y luego escalarla a plantas piloto.