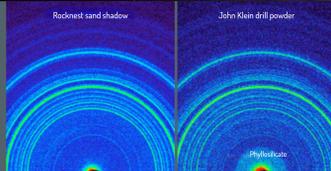




CRISTALIZACIÓN HACE 4.500 MILL. DE AÑOS

Los meteoritos, ya provengan del cinturón de asteroides que se encuentra entre Marte y Júpiter o sean provocados por impactos sobre otros planetas y lunas, están compuestos por diferentes tipos de cristales. Uno de los retos de la mineralogía es descodificar la información en la forma, textura y estructura de esos cristales para desvelar la historia de nuestro sistema solar.



CRISTALOGRAFÍA EXTRATERRESTRE: UN HITO DE LA CIENCIA DEL SIGLO XXI

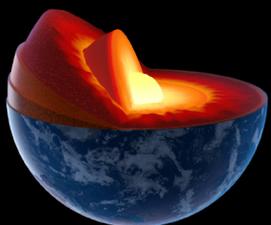
Los primeros diagramas de difracción de rayos X realizados en Marte muestran la presencia de yeso y arcillas, es decir, hablan de un ambiente acuoso de pH neutro o ligeramente alcalino. La exploración del espacio exterior es un destino ineludible de la humanidad. Conocer la composición mineral de ese mundo exterior, incluidos planetas y lunas, es el primer paso imprescindible para una futura colonización. Diseñar y construir nuevos equipos que puedan desarrollar estudios cristalográficos en esas condiciones es un reto para la ciencia del siglo XXI.



EN LAS PROFUNDIDADES DEL PLANETA

Vivimos sobre la corteza terrestre, una delgada capa externa de la Tierra de un espesor de tan solo unas decenas de kilómetros. Pero el planeta es una inmensa esfera mineral de casi 6.400 kilómetros de radio. En sus profundidades, en el manto y en el núcleo, tienen lugar procesos minerales que afectan directamente a la habitabilidad y a los ecosistemas de la superficie del planeta.

Ese mundo cristalino profundo era territorio casi exclusivo de la ciencia ficción. Sus condiciones de alta presión (millones de veces la presión atmosférica) y temperatura (hasta 6.500 °C) lo hacían prácticamente inescrutable para la ciencia experimental. Hoy en día, las celdas de yunque de diamante nos permiten alcanzar esas extraordinarias presiones y a la vez seguir la evolución de las transformaciones minerales por difracción de rayos X. La información que se está obteniendo está cambiando por completo nuestra concepción del interior de la Tierra y de su dinámica. El estudio de ese mundo fascinante nos depara impredecibles descubrimientos y es otro de los grandes retos científicos del futuro.

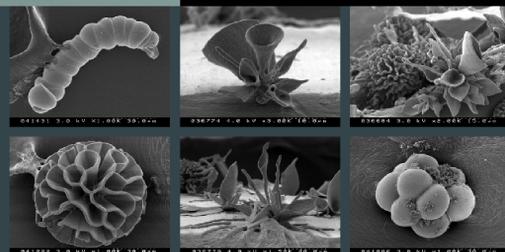


CRISTALES DE OTROS MUNDOS

Los minerales fueron durante siglos los únicos objetos de estudio de la cristalografía. Hoy siguen siendo importantes pero los retos más ambiciosos en ese campo están ligados a mundos que no conocemos: la mineralogía extraterrestre, los procesos minerales en el interior profundo de nuestro planeta y la química mineral de los estados iniciales de la Tierra y su posible papel en el origen e infancia de la vida. El robot Curiosity que explora la superficie de Marte lleva a bordo el primer equipo de difracción de rayos X (CHEMIN) que ha analizado muestras de rocas marcianas.

LA VIDA PRIMITIVA ... Y EL ORIGEN DE LA VIDA

Ponerle fecha al momento en que aparece la vida sobre el planeta Tierra es un dato crucial para entender su origen y evolución y también para entender la propia evolución geológica de nuestro planeta. Buscando en las rocas más antiguas sobre la Tierra, los paleontólogos han encontrado microestructuras de hace 3.500 millones de años que por su compleja forma curvas, tan diferentes de las típicas formas cristalinas, podrían ser restos de la vida primitiva sobre la Tierra. Los biomorfos de sílice y carbonato son materiales autoorganizados cristalinos creados a partir de reacciones puramente inorgánicas que imitan las formas de vida primitiva.



Sorprendentemente se ha descubierto que la cristalización inorgánica puede crear estructuras puramente minerales que imitan fielmente las formas de la vida primitiva. Y además lo hacen en ambientes químicos que ocurrieron con toda probabilidad en la Tierra primitiva y que fueron muy similares a los que crearon las rocas antiguas que contienen los supuestos restos fósiles.

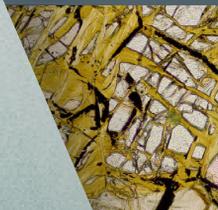
Los estudios de cristalización de patrones minerales autoorganizados son hoy una herramienta necesaria para descifrar la autenticidad de los posibles restos de vida primitiva que se encuentran en las rocas más antiguas de la Tierra o en rocas de origen extraterrestre. Estructuras estromatolíticas creadas hace 2.700 millones de años en la Dolina de los Andaluces de la Formación Tumbiana (Australia).



... Y EL ORIGEN DE LA VIDA

Hoy no hay duda de que reacciones minerales como la serpentización (la descomposición del mineral olivino en presencia de agua) son la fuente de carbono y de moléculas orgánicas simples. Tampoco tenemos duda de que moléculas como los aminoácidos o los lípidos pueden formarse a partir de reacciones no biológicas. Pero el salto de complejidad estructural y funcional que existe entre esas 'simples' molé-

culas orgánicas creadas por la química mineral y los estadios iniciales de la vida más primitiva, es enorme. Es una idea común que la ruta que lleva de la una a la otra ha debido servirse de catalizadores eficaces. Se piensa que las estructuras cristalinas minerales han sido eficientes sustratos catalíticos capaces de potenciar el rendimiento de reacciones de autoensamblaje de estructuras orgánicas complicadas.



La Tierra es el único planeta conocido en el que la materia ha sido capaz de autoorganizarse en estructuras autorreplicantes con formas y conductas complejas, eso que llamamos vida. Cómo y dónde se originó de la vida es un misterio, probablemente el mayor misterio al que nos enfrentamos. Pero existe un consenso general en que los minerales han jugado un papel importante en ese origen. Las arcillas, con sus estructuras en capas capaces de absorber y adsorber materia orgánica, las estructuras minerales autoorganizadas que se forman en ambientes geoquímicos extremos y los procesos minerales asociados a las fuentes hidrotermales submarinas, son los candidatos más estudiados en la actualidad.



UN MUNDO POR DESCUBRIR



CSIC | FUNDACIÓN DESCUBRE | FECYT