

La cristalización en gel es un método que nos permite obtener cristales individuales de minerales y sustancias muy diversas. El método es tan sencillo que cualquiera en un pequeño laboratorio “de colegio” puede investigar sobre el crecimiento cristalino...

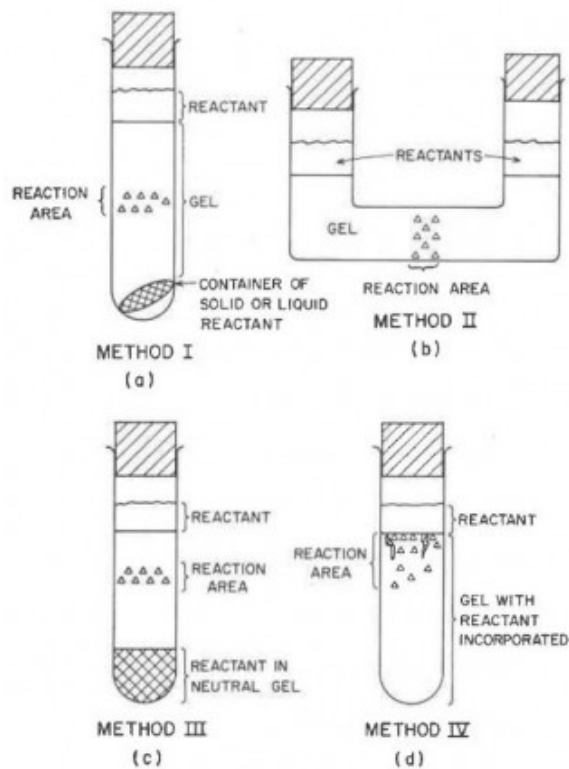
Obtener cristales de sulfato de cobre o de fosfatos de potasio, de sal, alumbre o de otros materiales solubles es muy fácil: basta con dejar evaporar una solución saturada o bien dejar enfriar una disolución saturada en caliente. Hay algunas sales, como el sulfato de cobre, que nos permiten obtener cristales de gran tamaño y muy vistosos de esta forma simple.

Pero también es posible obtener cristales de otras sales e incluso de minerales (o mas bien, *copias sintéticas de minerales*) como calcita, apatito, pirita, galena, anglesita, etc., en el laboratorio y de un modo nada complicado. Si usamos un medio que haga que una solución acuosa difunda lentamente, de modo que podamos controlar la precipitación, tenemos un método muy sencillo para obtener cristales de sustancias poco solubles en agua. Es la **cristalización en gel**.

Y...¿que es un gel?. Dejando aparte lo que usamos para la ducha (que no es un gel propiamente dicho), es un sistema en el que hay una fase sólida entrecruzada en forma de una red, que sostiene a otra fase líquida. Un gel tiene propiedades interesantes: a pesar de que la mayor parte es líquido, si se deja en estado estacionario (que lo dejamos tranquilo y no lo tocamos...pero dicho finamente) se comporta como un sólido, pero si se le *molesta* agitándolo o aplastándolo, se vuelve líquido. Esto se llama *tixotropía* y es una propiedad que nos vendrá muy bien para el experimento que os voy a proponer. La palabra “gel” la acuñó el químico escocés Thomas Graham, en el siglo XIX, para describir éstos materiales. Se le ocurrió a partir de la gelatina, que es un gel formado por péptidos generados por hidrólisis parcial del colágeno.

La técnica de la cristalización en gel nace en 1896, cuando Liesegang observa que la precipitación lenta de sales poco solubles en gelatina forma patrones periódicos: los famosos [*anillos de Liesegang*](#). Pero fué en 1917, cuando un químico llamado Holmes obtiene cristales relativamente grandes de sustancias poco solubles (principalmente tartratos) en un gel. El mecanismo por el que podemos hacer crecer los cristales es por reacción y control de la difusión: el sólido cristalino se forma por reacción entre dos reactivos, pero a una velocidad lo suficientemente lenta para que puedan crecer cristales. Un ejemplo: si mezclamos dos disoluciones, por ejemplo, de carbonato sódico y de cloruro cálcico, se obtendrá un líquido lechoso formado por una suspensión de un polvo muy fino de carbonato cálcico. Pero si en lugar de mezclarlas, hacemos que difundan lentamente en un gel, éste frena la difusión y frena la velocidad a la que los átomos de calcio y los iones de carbonato se incorporan en al superficie del sólido. Además, disminuye la *nucleación*, es decir, la formación de pequeñas partículas invisibles a partir de las cuales se desarrollan los granos del precipitado. El resultado es que en lugar de una masa formada por polvo fino, obtenemos cristales. Esta técnica ha encontrado mucha aplicación para el estudio de la cristalización y las variables que influyen en el *hábito* o morfologías que adopta una especie química, en el estudio de la formación de polimorfos (como calcita o aragonito), para la obtención de cristales de sustancias especiales, para

la cristalización de proteínas... pero dado que es una técnica sencilla de realizar, tiene también una aplicación lúdica y didáctica, en especial si os gustan los minerales: podemos hacer miles de experimentos semi-caseros en los que simular la formación de cristales de diversos minerales. Estos son los métodos mas habituales para realizar la cristalización (tomado de Mccaureyl, J. W. (1974). Controlled Nucleation and Crystal Growth of Various CaCO₃ Phases by the Silica Gel Technique, 59(1956), 947-963):



A mi me gusta el método II, para lo cual fabricamos éstos “reactores”, diseñados para recuperar fácilmente los cristales formados, en los que pondremos el medio de cristalización, un gel de sílice:



En el tubo se introduce un gel de sílice, lo cual constituye la operación mas delicada. Para ello necesitamos una disolución de silicato sódico (Na_2SiO_3) de densidad 1.06 gr/ml. Esta la preparamos a partir de una disolución de silicato sódico comercial, un líquido siruposo incoloro, del cual tomamos 50 ml, que mezclamos con 200 ml de agua destilada. Sobre esta solución, que debe mantenerse en agitación, vamos añadiendo gota a gota una solución de HCl 1 M o de ácido acético 1 M, controlando el pH. Si nos pasamos con el ácido, la solución se gelifica instantaneamente. Si se añade con cuidado y el pH no baja de 8-7.5, se mantendrá en forma líquida el tiempo necesario para verterlo en el tubo. También podemos tomar una cantidad de ácido e ir añadiendo el silicato hasta que el pH es 5.5. Así, llenamos el tubo con gel hasta que suba unos centímetros por los tubos laterales, ponemos los tapones y dejamos el gel reposando 24 horas, para que quede bien formado. Una vez que vemos que el gel está bien formado, vertemos cada uno de los reactivos en cada uno de los tubos laterales. Por ejemplo:

CaCl_2 y Na_2CO_3 , para obtener cristales de carbonato cálcico

CaCl_2 y NaH_2PO_4 (u otros fosfatos) para obtener cristales de fosfatos de calcio

Acetato o nitrato de plomo y sulfato sódico, para obtener sulfato de plomo

Acetato de plomo y sulfuro sódico o tiourea, para obtener cristales de sulfuro de plomo...

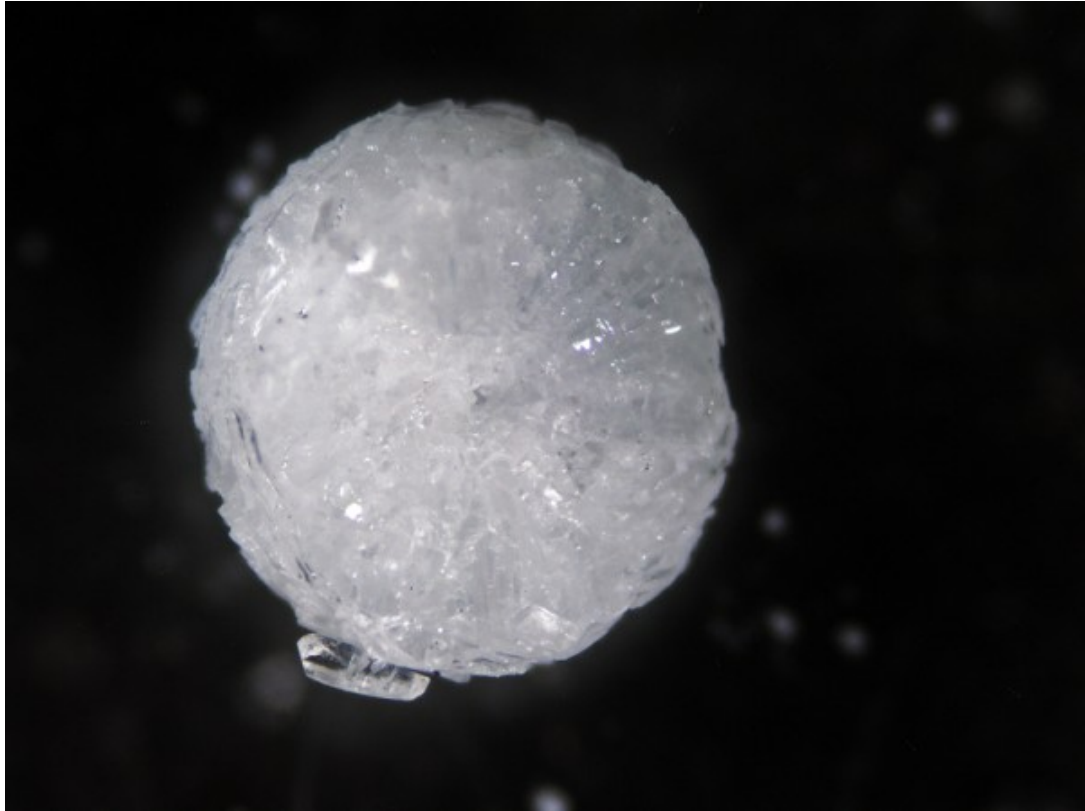
y así miles de combinaciones. Una vez añadidos los reactivos, dejamos el sistema reposando en la oscuridad y sin molestarlo y vamos controlando cada 12 o 24 horas. Según las especies formadas, la cristalización se produce en un tiempo entre 1 día y una semana. Se verán cristales de diversos tamaños y formas, anillos de Liesegang y otros fenómenos interesantes. Cuando queramos recoger los cristales, no tenemos mas que quitar los tapones y sacar el gel empujandolo suavemente con un

lápiz. Ponemos el gel con los cristales sobre un papel absorbente y lo apretamos un poco y frotamos en el papel, con lo que el papel lo irá absorbiendo y los cristalitas quedarán limpios. Voy a mostraros algunos cristales que he obtenido en mis experimentos "lúdicos" (aparte, utilizamos la cristalización en gel en otros temas) y cuya identidad he comprobado mediante espectroscopía Raman:

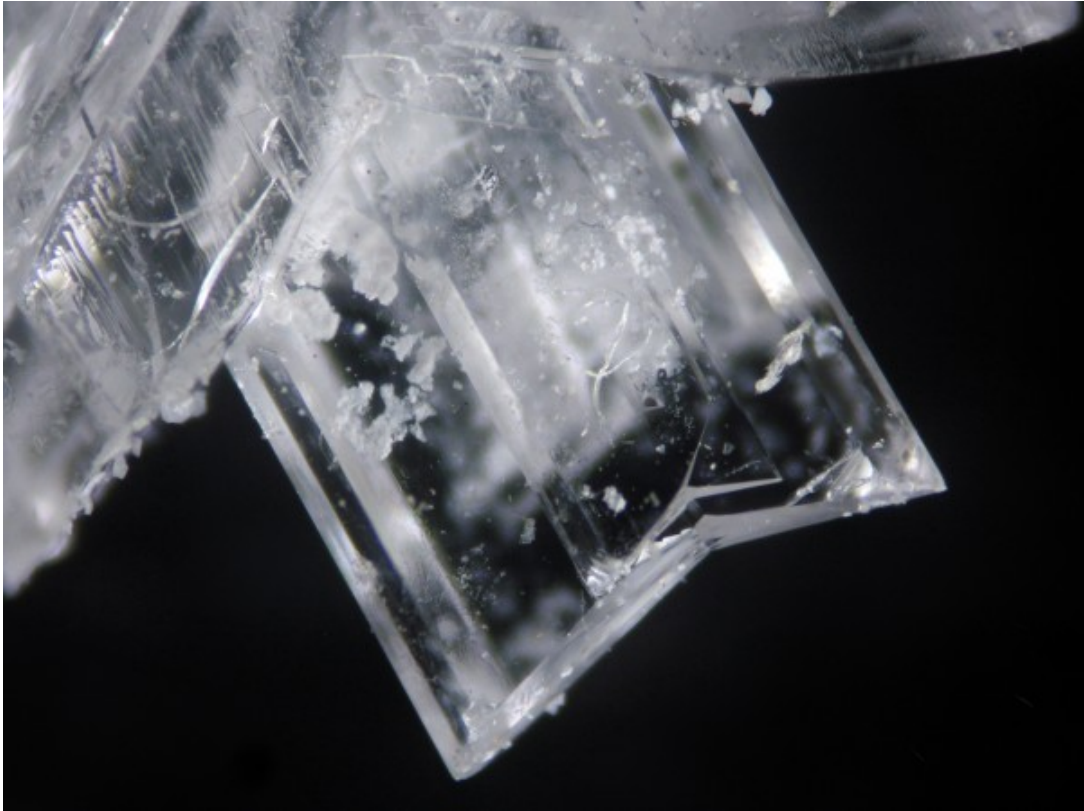
Yeso (sulfato de calcio):



Grupo de cristales de yeso (sulfato de calcio) obtenidos a partir de CaCl_2 y Na_2SO_4



Si aumentamos la concentración de reactivos, se obtienen estas bolitas de yeso...



En cambio, con disolución mas diluida y dejándolo mucho tiempo, se obtienen estas bonitas maclas de yeso en cola de golondrina...

Calcita:



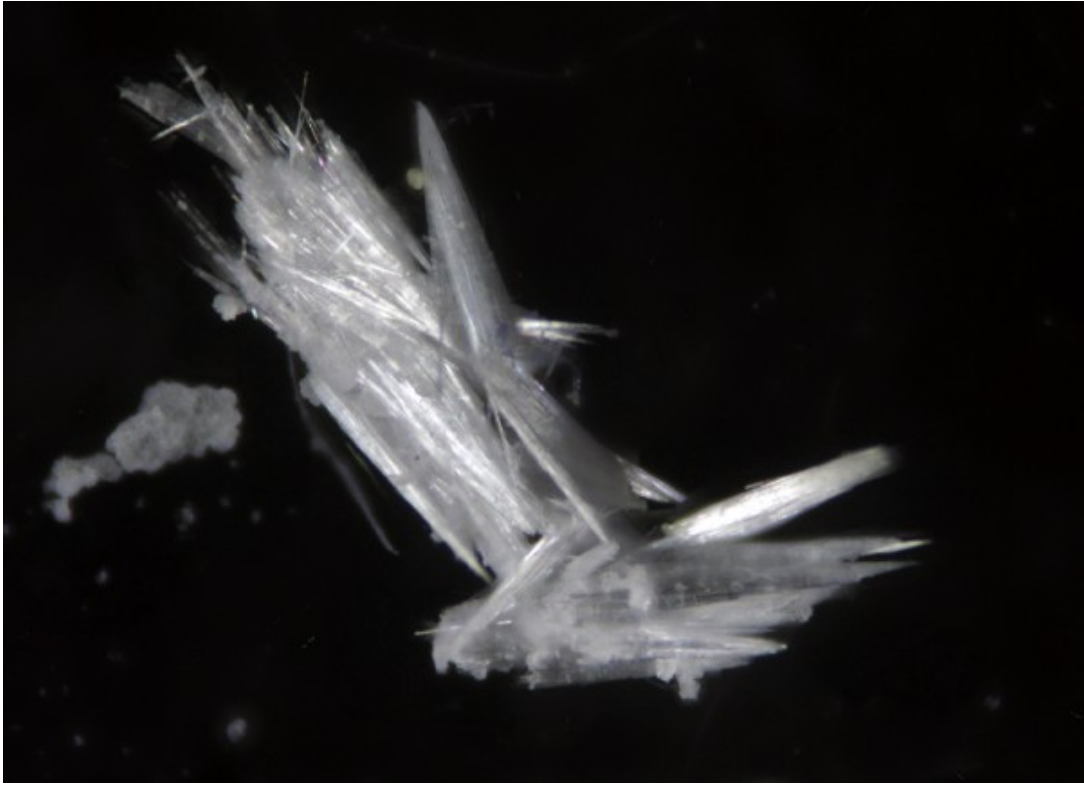
Cristales romboédricos de Calcita, obtenidos a partir de cloruro de calcio y de carbonato sódico. Un experimento interesante es modificar las condiciones para obtener aragonito en lugar de calcita...

Anglesita (sulfato de plomo):



Agregado de cristales de Anglesita (identidad comprobada con espectroscopía Raman). La anglesita es fácil de formar a partir de acetato de plomo y sulfato sódico y pueden conseguirse cristales relativamente grandes (estos miden 3 mm).

Fosfatos de calcio:

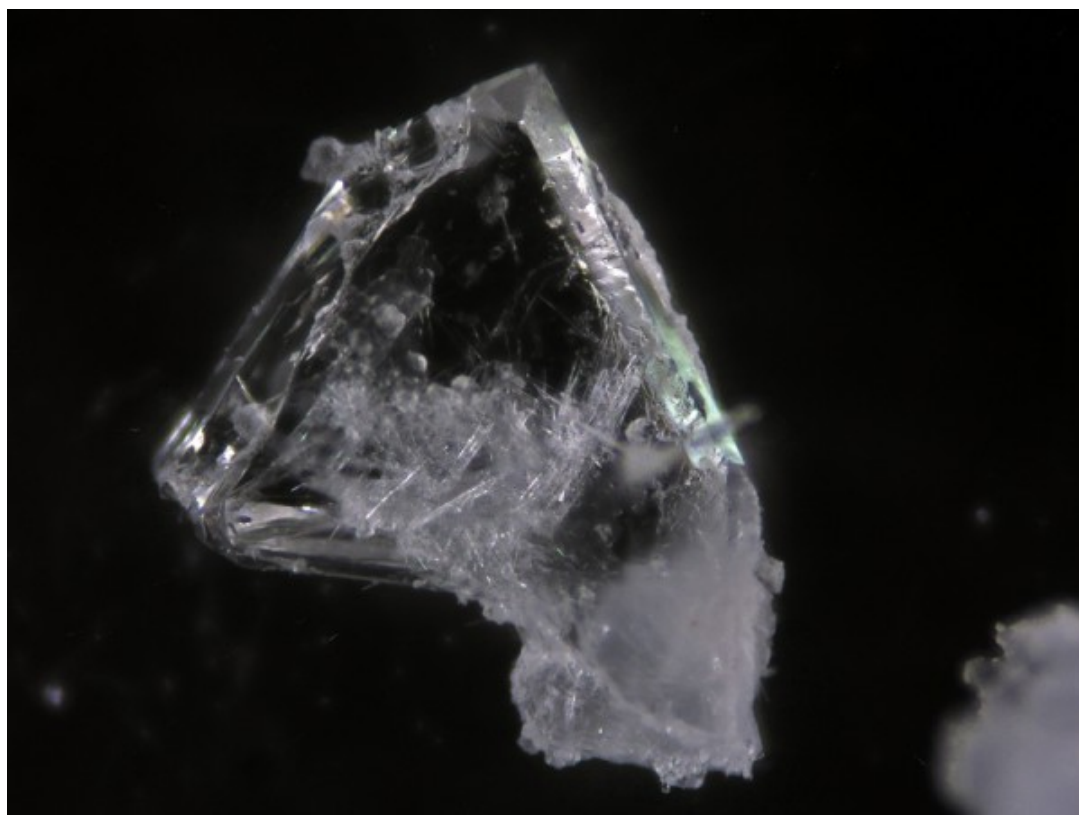


Cristales aciculares de Hidroxilapatito.



El hidroxilapatito tiende a formar, en estas condiciones, bonitos grupos radiales de cristales aciculares...

La cristalización de los fosfatos de calcio puede ser interesante, debido a que hay numerosas especies de fosfato de calcio, en función de la presencia de grupos hidroxilo o fluoruro (apatitos) o cantidad de agua. En el mismo experimento, una vez que ha cristalizado bastante hidroxilapatito, se forma la BRUSHITA ($\text{Ca}(\text{HPO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), que es un importante *biomaterial*:



Cristal de brushita formado tras el hidroxilapatito. De hecho, en el cristal se observan inclusiones aciculares de éste último.

Así, la cristalización en gel nos permite “modelizar” el comportamiento de la Naturaleza a la hora de generar diversos minerales. Jugando con las variables que intervienen, se puede estudiar por ejemplo, el orden en el que se forman diversos cristales. Realmente la cristalización en gel como reactor para generar fases minerales y sustancias inorgánicas “exóticas” no está muy explotada, así que si alguien quiere hacer experimentos, seguramente tiene mucho campo para trabajar en ello.

Este post participa en la Edición XXXV (Edición del Br) del [Carnaval de Química](#), cuyo anfitrión es Ángel Rodríguez ([@1797Angel](#)) en su blog [CIENCIA PARA TODOS](#)

