

**Experimento  
Global 2014**  
El Arte de la Cristalización

**¿Cuáles son las  
mejores  
condiciones  
para el crecimiento  
de cristales?**



**GEOCRISTALES**

# Experimento Global 2014

## El Arte de la Cristalización

### Antecedentes sobre cristales y su importancia en la vida cotidiana

Los cristales nos rodean en nuestra vida cotidiana. Van desde objetos comunes y módicos como la sal y el azúcar a objetos gravosos como los diamantes y otras joyas.

Casi todo puede convertirse en un cristal mediante procesos de cristalización. Más comúnmente, la cristalización es el proceso (natural o artificial) de formación de cristales sólidos a partir de una solución. Es posible hacer crecer cristales por otras vías también, como permitir que metales solidifiquen a partir de su estado fundido. La industria de electrónicos produce el crecimiento de cristales simples de silicio de esta manera.

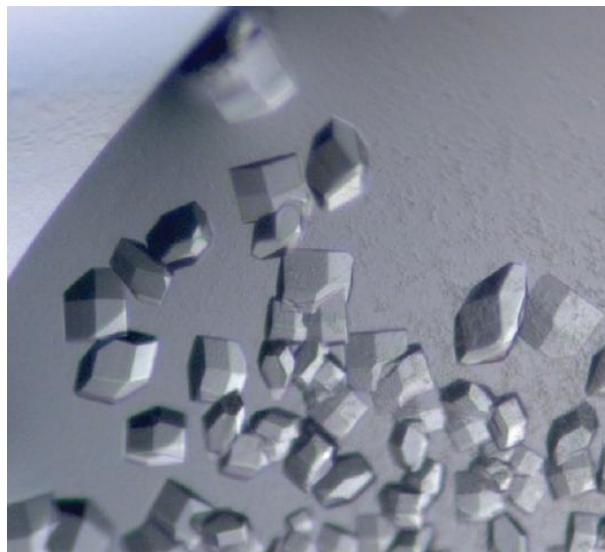
La cristalización es también una útil técnica química para separar o purificar un sólido. Esto se hace disolviendo la muestra en un líquido caliente, creando así una solución saturada. Cualquier cosa que no se disuelve en el líquido caliente puede ser removida mediante filtración y los remanentes pueden entonces crecer en cristales puros que pueden ser recolectados y secados (**figura 1**).

#### Definición

Un sólido cristalino está hecho de átomos o moléculas que están ordenadas en un patrón repetitivo, y apiladas unas sobre otras una y otra vez, de manera muy similar a un muro tridimensional de ladrillos (o muchas capas de canicas una sobre otra). En muchas formas, mirar un cristal es lo más cercano que el ojo humano se acercará a observar el orden de átomos y moléculas.

#### Historia

Precisamente hace 100 años, el equipo padre e hijo de William Henry y William Lawrence Bragg demostraron por primera vez que los rayos X pueden ser usados para mapear la posición de los átomos en un sólido cristalino y determinar su estructura tridimensional. Este proceso es llamado cristalografía y, para conmemorar este descubrimiento, 2014 es el Año Internacional de la Cristalografía. Los dos Braggs ganaron el Premio Nobel por este descubrimiento en 1915 y, a la edad de 25 años, Lawrence Bragg continúa siendo el ganador más joven de este premio. Desde este descubrimiento, casi 30 Premios Nobel que han sido premiados han usado la cristalografía.



**Figura 1.**  
Cristal simple de Lisozima, una proteína encontrada en gallinas ponedoras de huevo blanco.

# Experimento Global 2014

## El Arte de la Cristalización

### Ejemplos

Algunos de los cristales más grandes descubiertos pueden ser encontrados en la *Cueva de los Cristales* en México; ¡algunos más altos que tres humanos adultos! Las condiciones en las que un cristal crece pueden afectar su tamaño y forma, lo que afecta todas las propiedades de la muestra. Los mismos átomos y moléculas pueden ser ordenados en diferentes formas dentro de una misma muestra (conocidas como alótropas o polimorfas), lo que también afecta sus propiedades. Uno de los ejemplos más conocidos de esto es el diamante y el grafito – ambos hechos de carbono (**figura 2**). La estructura del carbono en el diamante no permite la conducción de electricidad, pero es bien conocido por su dureza; esto está determinado por los enlaces químicos entre los átomos de carbono. El grafito, por su parte, tiene un arreglo distinto de los átomos de carbono que permite la conducción de electricidad, lo que también significa que es mucho más blando que el diamante. De hecho, debido a su blandura, el grafito es frecuentemente usado en lápices de dibujo ya que sus capas de átomos pueden fácilmente desprenderse de las otras.

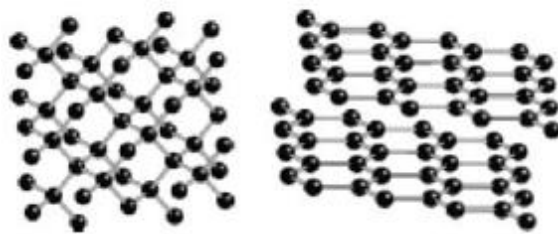
Los cristales son importantes en la sociedad de hoy porque son usados en muchos de los productos del día a día, incluyendo detergentes en polvo, medicina y electrónicos para nombrar unos pocos.

Las industrias que producen materiales e ingredientes cristalinos deben garantizar un comportamiento consistente de sus productos. Todas las variables en el proceso de cristalización deben ser monitoreadas y controladas cuidadosamente para que puedan ser reproducidas.

### Por ejemplo:

- La aspirina es absorbida de manera distinta por nuestro cuerpo según sus distintas formas cristalinas.
- El helado tiene que tener un tamaño y forma de cristal consistente para asegurar la textura, sabor y duración correctas. Los cristales pequeños hacen más suave al helado. ¡Si dejas helado en tu congelador por mucho tiempo, los cristales crecerán y no sabrán bien!
- Las propiedades eléctricas de un cristal simple de silicio son útiles para semiconductores y chips de computadora en nuestros teléfonos, televisores y computadores.
- El brillo aperlado en muchos cosméticos depende de la forma cristalina correcta.

En el Experimento Global 2014, estarás realizando el proceso de cristalización de muchas muestras actualmente disponible en el hogar o en la escuela. Verás que las muestras se comportan de manera muy diferente y podrás comparar tus resultados con otros estudiantes alrededor del mundo para ver la imagen global.



**Figura 2**

Dos alótropos del carbono: Diamante (a la izquierda) y grafito (a la derecha).

# Experimento Global 2014

## El Arte de la Cristalización

### Parte A: Disolviendo y saturando tus muestras

En este experimento, encontrarás que cada muestra tiene sus propias propiedades únicas. Tienes a elegir cinco muestras diferentes (sal de mesa, azúcar, sulfato de magnesio, alumbre y nitrato de potasio) para crear una solución saturada. Una vez que hayas elegido tu muestra, necesitarás llevar a cabo el experimento tres veces para obtener un promedio y registrar tus observaciones.

Una solución saturada es una en la que ya no se puede disolver nada más de la muestra a una temperatura particular.

- **Si estás realizando el experimento por ti mismo, necesitarás experimentar con las cinco muestras.**
- **En una clase, trabajando en pareja pueden experimentar con una muestra y reportar sus observaciones a la clase. Colabora para descubrir los resultados de otras personas.**

Por favor sube tus resultados a nuestro sitio web.

#### Materiales

- Recipientes transparentes de plástico desechable (o similar, por ejemplo un matraz de vidrio).
- Las cinco muestras: Sal de mesa, azúcar, sulfato de magnesio, alumbre y potasio de nitrato (1/2 taza de cada muestra es suficiente).
- Cuchara de té (o espátula).
- Agua de llave fría.
- Medidor pequeño (se requiere medir  $40\text{ cm}^3$ , por ejemplo un medidor cilíndrico, matraz o jeringa medicinal limpia).
- Balanza o pesa de cocina.
- Termómetro (ampliamente disponible en minoristas online).

#### Procedimiento

1. Mide con precisión  $40\text{ cm}^3$  de agua de llave fría y viértela en un recipiente transparente de plástico desechable y registre su masa (registra esto en guía de estudiantes provista **[A]**).
2. Agrega cuidadosamente  $\frac{1}{4}$  de cucharadita de tu muestra (sal de mesa, azúcar, sulfato de magnesio, alumbre o nitrato de potasio) al recipiente con agua y revuelve por 30 segundos. Una vez disuelto, continúa agregando medidas de  $\frac{1}{4}$  de cucharadita y revolviendo hasta que no se disuelva más de la muestra.
3. Mide la temperatura de la solución saturada (registra en la tabla de datos **[B]**).
4. Registra la masa del recipiente con la solución saturada, la que claramente debería tener aproximadamente  $\frac{1}{4}$  de cucharadita no disuelta al fondo (registra en la tabla de datos **[C]**).
5. Calcula la masa de la muestra requerida para saturar  $40\text{ cm}^3$  de tu agua de llave (registra en la tabla de datos **[D]**).
6. Para asegurarte de que tu data es consistente, repite los pasos 1 a 5 dos veces más o compara con tus compañeros de clase.
7. Usando la guía de estudiantes, calcula la temperatura promedio de la solución saturada durante el experimento **[E]** y registra esto mediante posteo en el sitio web.
8. Calcula la masa promedio de tu muestra necesitada para saturar  $40\text{ cm}^3$  de tu agua de llave **[F]** y registra esto mediante posteo en el sitio web.
9. Recolecta la información para las cinco muestras y registra esto en la conclusión general.

## Parte A: Disolviendo y saturando tus muestras

### Guía de estudiante

Nombre.....

¿Cuáles la definición de cristal?.....  
 .....  
 .....

La muestra que estoy probando es .....

	Resultado 1	Resultado 2	Resultado 3
Masa del recipiente más 40 cc de agua fría [A]			
Temperatura (°C) de la solución Saturada[B]			
Masa (g) de la solución saturada más el recipiente [C]			
Masa (g) de la muestra requerida para saturar 40 cc de agua[C-A=D]			
Información Promedio			
Temperatura (°C) promedio de la solución saturada (B1+B2+B3/3=E)			
Masa (g) promedio de mi muestra requerida para saturar 40 cc de agua (D1+D2+D3/3=F)			

	Sal de mesa	Azúcar	Sulfato de Magnesio	Alumbre	Nitrato de potasio
Temperatura (°C) promedio de la solución saturada durante el experimento (E)					
Masa (g) promedio para saturar 40 cc de Afua para cada muestra (F)					

¿Puedes notar la diferencia entre las muestras si no están rotuladas?

.....  
 .....  
 .....

Si una muestra desconocida fuese usada para preparar una solución saturada con propiedades promedio (E) 8°C y (F) 9.5 g, ¿cuál de las cinco muestras crees que podría ser?

.....  
 .....  
 .....

## Parte B: Desarrollando cristales de tus muestras

Haz completado la “Parte A: Disolviendo y saturando tus muestras” y habrás notado que las cinco muestras tienen propiedades muy diferentes. En este experimento estarás haciendo una solución saturada a una mayor temperatura y luego enfriándola de modo que parte del material disuelto salga de la solución en forma cristalina.

Las 5 muestras deben ser evaluadas por la clase.

- **¿Crees que la cantidad de muestra que se disuelve en agua caliente será diferente de la fría? ¿Por qué?**
- **¿Puedes predecir cuál muestra desarrollará los cristales más grandes?**

Luego de una semana de crecimiento de cristales podrías publicar tu resultado más exitoso de cada muestra en nuestro sitio (en la improbable eventualidad de que no consigas cristales, por favor publica esta información también).

### Materiales

- Tetera (agua caliente requerida, se necesita la supervisión de un adulto) [Potenciales quemaduras]
- Termómetro
- Contenedor (Ej: vaso de plástico)
- Las cinco muestras: Sal de mesa, azúcar, sulfato de magnesio, alumbre, nitrato de potasio (media taza de cada muestra es suficiente)
- Cuchara (o espátula)
- Medida pequeña (se requiere medir 40 cc. Ej: jeringa)
- Papel filtro (o toalla de papel, filtro de café)
- Palillos para brocheta (no reusar en caso de contaminación) [Potencial herida]
- Gancho “perrito” de ropa (o método alternativo para suspender la brocheta en la solución saturada)
- Una lupa para ver tus cristales más claramente.

### Procedimiento

1. Pídele a un adulto que hierva el agua.
2. En un contenedor, agregar añadir 4 cucharadas de tu muestra.
3. Pídele a un adulto que mida 40 cc del agua caliente (la temperatura debe de 70°C o mayor).
4. Revolver por 30 segundos y (de ser necesario) añadir más muestra repetidamente hasta que tu muestra no se disuelva.
5. Dobra un filtro de papel cuadrado a un triángulo haciendo dos dobleces y abriéndolo haciendo una forma cónica (ver figura 3).
6. Vierte tu muestra saturada caliente a través del filtro cónico a un recipiente plástico limpio (este proceso elimina material sin disolver).
7. Usando un palillo de brocheta y ganchos de ropa, suspender la punta del palillo bajo la superficie de la solución (ver figura 4).
8. Dejar el recipiente por una semana para el crecimiento de cristales. Luego de un par de horas, los cristales a menudo pueden ser vistos en el fondo del recipiente pero los cristales de crecimiento más lento crecerán sobre el palillo. [Tip: Si pasado un día no consigues cristales agrega unos pocos granos de muestra sólida para estimular el crecimiento de cristales].
9. Luego de una semana, registra la temperatura del líquido remanente en tu tabla de resultados.
10. Remueve el palillo e identifica el mejor (más grande) cristal de tu contenedor.
11. Compara tu cristal con nuestro “catálogo de tamaños y formas” abajo y registra tu información en las tablas de resultados. Colabora con otros para obtener resultados de todas las muestras.

## Parte B: Desarrollando cristales de tus muestras

### Instalación del experimento



**Figura 3**

La toalla de papel doblada que puede ser usada para filtrar la solución



**Figura 4**

Suspende el palillo de modo que la punta se sumerja bajo la superficie de la solución



**Figura 5**

Un ejemplo de cristal (punto final): toma una foto y compártela con nosotros

### Observaciones del cristal

El palillo habrá desarrollado un cristal grande (**figura 5**) o múltiples cristales más pequeños. También tendrás cristales en el fondo del contenedor; por favor escoge el más grande.

Las muestras que has cristalizado por lo general corresponden a los siguientes sistemas: sal de mesa (cúbico, **X**), azúcar (monoclínico, **U**), sulfato de magnesio (ortorrómbico, **V**), alumbre (cúbico, **X**) y nitrato de potasio (ortorrómbico, **V**).

Mira tus cristales y ve si concuerdas con esta clasificación, haz tu propia elección y registra tus observaciones en tu guía de estudiante.

Colabora con tus compañeros (si trabajas solo compara todos tus resultados) para obtener el mejor resultado de cada muestra y publica tus datos en nuestro sitio.

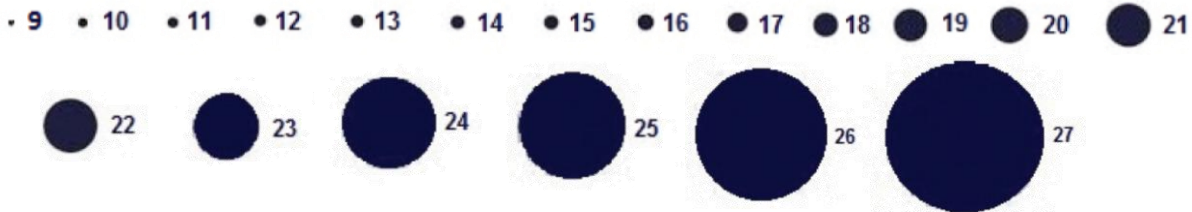
- La temperatura de la solución remanente para cada muestra (°C)
- El cristal individual más grande de cada muestra
- La forma más común de cristal para cada muestra

**Tip A:** Una lupa te ayudará a ver tu sistema cristalino más claramente

## Parte B: El tamaño del cristal y tabla de formas

### Tabla de tamaños

Escoge un número lo más cercano posible a tu muestra (8 = más pequeño, 28 = más grande)[H].  
Si tienes cristales aciculares (en forma de aguja), compara su largo con el diámetro del círculo.



### Tabla de formas

Escoge una letra del sistema más cercano a tu muestra [I].

Triclinico (T)	Monoclinico(U)	Ortorrómico (V)	Tetragonal (W)	Cúbico (X)	Trigonal (Y)	Hexagonal (Z)
Como una caja de cereales aplastada en dos direcciones	Como una caja de cereales aplastada en un lado	Como una caja de fósforos, los cristales pueden ser muy largos y aciculares.	Como dos cubos de azúcar apilados	Como un cubo. A veces los cristales no tienen esquinas en punta, así que pueden parecer adiamantados	Como un "Toblerone™". Los cristales pueden ser aciculares	Como un lápiz sin afilar, los cristales pueden ser aciculares
El cristal tiene seis caras	El cristal tiene seis caras	El cristal tiene seis caras	El cristal tiene seis caras	El cristal tiene seis caras	El cristal tiene cinco caras	El cristal tiene ocho caras
Largos: de una esquina los tres lados tienen largos diferentes	Largos: de una esquina los tres lados tienen largos diferentes	Largos: de una esquina los tres lados tienen largos diferentes	Largos: de una esquina dos lados tienen el mismo largo y el otro es aproximadamente el doble	Largos : de una esquina todos los lados tienen el mismo largo	Largos: de una esquina dos lados son iguales y el otro es más largo	Largos: de una esquina dos lados son iguales y el otro es más largo
Esquinas: ninguna está a 90°	Esquinas: algunas están a 90° pero no todas	Esquinas: todas están a 90°	Esquinas: todas están a 90°	Esquinas: todas están a 90°	Esquinas: algunas están a 90°y otras no	Esquinas: algunas están a 90°y otras no



## Parte B: Desarrollando cristales de tus muestras

### Guía de estudiante

Nombre.....

¿Crees que la cantidad de muestra que se disuelve en agua caliente será distinta del agua fría?

¿Por qué?.....  
 .....  
 .....

¿Puedes predecir cuál de las muestras desarrollará el cristal más grande? ¿Por qué?

.....  
 .....  
 .....

La muestra que estoy usando para desarrollar un cristal es.....

Temperatura de la solución remanente (temperatura ambiente) [G]	El tamaño del mayor cristal individual (rango de 8-28) [H]	La forma del mayor cristal individual (rango de T-Z) [I]

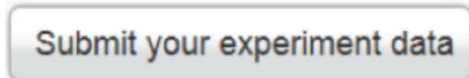
	Sal de mesa	Azúcar	Sulfato de Magnesio	Alumbre	Nitrato de potasio
Temperatura (°C) de la solución remanente (temperatura ambiente) [G]					
El tamaño del mayor cristal individual (rango de 8-28) [H]					
La forma del mayor cristal individual (rango de T-Z) [I]					

## Parte C: Compartiendo tu información

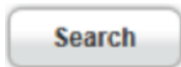
### -Publica tus resultados en nuestro mapa global interactivo

Publica todos tus resultados e imágenes en nuestro sitio: <http://rsc.li/ge2014>

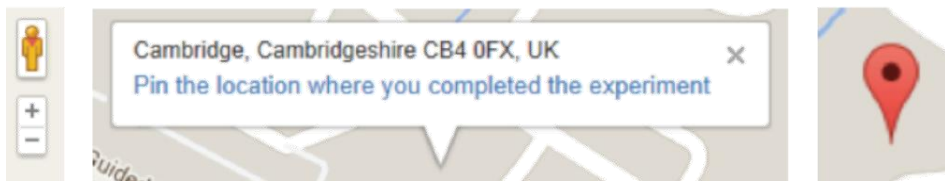
1. Sigue el link para publicar tus datos y cliquea en “Submit your experiment data”



2. **Ubicación:** Ingresa un nombre, una dirección válida de Email y un “nombre de equipo”
3. **Detalles de Ubicación:** Ingresa un país y código postal, y cliquea “Search”



Usa el mapa interactivo para encontrar tu ubicación. Una vez encontrada, cliquea en el mapa sobre “pin the location”



Luego cliquea en el texto azul “Pin the location where you completed the experiment”. Esto añadirá un “marcador rojo” a tu ubicación.

4. **Datos del experimento:** Ahora puedes ingresar todos tus datos de experimento en la tabla provista (si no has completado todas las muestras ingresa sólo las que has completado)
5. **Finalmente, sube tus imágenes de experimento para aparecer en nuestro sitio**  
También puedes “tuitear” sobre el Experimento Global usando #globalexperiment