



# MODELO DE EXPERIENCIAS DE CRECIMIENTO DE CRISTALES 2015

A continuación se incluye información útil para la realización de las experiencias de crecimiento cristalino. Tomar este material solo como guía para desarrollar las experiencias. Por cualquier consulta dirigirse a: [concursocrecimientocristales@gmail.com](mailto:concursocrecimientocristales@gmail.com), o al contacto regional correspondiente.

Además de la página web de la Asociación Argentina de Cristalografía (AACr; [www.cristalografia.com.ar](http://www.cristalografia.com.ar)), en los siguientes sitios se puede encontrar material muy útil:

Página de la IUCr (material en inglés): [www.iucr2014.org/participate/crystal-growing-competition](http://www.iucr2014.org/participate/crystal-growing-competition)

Video de Cristalografía:

<https://www.youtube.com/watch?v=uqQlwYv8VQI>

Video Introducción a la Cristalografía:

[https://www.youtube.com/watch?v=m2maeeA9z84&feature=player\\_embedded](https://www.youtube.com/watch?v=m2maeeA9z84&feature=player_embedded)

Video de Cómo obtener un cristal:

[https://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=cNyQ\\_pMGxWs](https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=cNyQ_pMGxWs)

Información adicional en facebook:

<https://www.facebook.com/ConcursoCrecimientoCristalesArgentina> (Concurso)

<https://www.facebook.com/cristalografia> (Actividades de la Asociación Argentina de Cristalografía)

## CRONOGRAMA

Es importante organizar la experiencia de crecimiento cristalino luego de realizar la inscripción al concurso. Plantear un experimento con antelación, es uno de los puntos que ayudan a garantizar su éxito. Para ello, tener en cuenta el cronograma propuesto por el Comité Organizador del "Concurso de Crecimiento de Cristales".

- Acto de lanzamiento del concurso: **13 de abril de 2015**
- Inscripción de docentes a las Jornadas de Capacitación (se recomienda inscribirse lo antes posible, ya que la fecha límite real dependerá de la sede de la jornada): **16 de marzo a 15 de junio de 2015**
- Jornadas de Capacitación Docente: **18 de abril a 15 de junio de 2015** (en día y horario a convenir en coordinación con los responsables regiones)
- Inscripción de los colegios: **16 de marzo al 30 de junio de 2015**
- Realización de las experiencias, elaboración del video o informe y envío para su evaluación: **1 de mayo a 15 de agosto de 2015**
- Etapa de evaluación: **16 de agosto a 12 de septiembre de 2015**

- Presentación de los resultados (selección de trabajos finalistas): **14 de septiembre de 2015**
- Jornada de finalistas y ceremonia de premiación (en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires): **3 de noviembre de 2015** (fecha a confirmar)

## COMPUESTOS A UTILIZAR

Para la edición 2015, sólo se aceptarán trabajos sobre crecimiento de alguno de los compuestos listados a continuación:

### ***Sulfato de Cobre***

Los cristales de sulfato de cobre son muy fáciles de hacer y es una interesante introducción a la química para alumnos de secundaria. No se necesitan equipos especializados y el sulfato de cobre se puede comprar en tiendas para el hogar o el jardín. El experimento es seguro siempre y cuando se controle a los estudiantes, y puede hacerse en casa o en un laboratorio de química. El sulfato de cobre es una sal bastante tóxica si se ingiere. Sin embargo, como tiene un sabor metálico fuerte y produce vómitos, ingerirlo accidentalmente es poco probable.



Se obtienen como resultado cristales de sulfato de cobre azul brillante de diversos tamaños y formas, pudiendo hacerse cristales de gran tamaño teniendo suficiente tiempo. Tienen formas hexagonales con lados lisos. Hay variables como temperatura, velocidad de enfriamiento, presencia de impurezas solubles e insolubles y tiempo entre otras, que permiten obtener formas y tamaños bien distintos.

### ***Sacarosa (Azúcar común)***

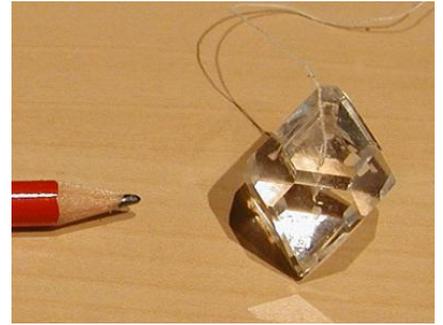
El crecimiento de cristales es uno de los proyectos científicos más elementales. Los estudiantes pueden crecer cristales de muchas sustancias diferentes, pero los cristales de azúcar se encuentran entre los más comunes y fáciles de obtener. Un método simple es hervir el agua, agregar azúcar y dejar reposar una cadena en la solución resultante. Los cristales de azúcar comenzarán a crecer a lo largo de la cadena.



Cuando se forman los cristales de azúcar se puede ver cómo crecen y se desarrollan sus estructuras cristalinas. Lo hacen tan rápidamente, que el proceso puede terminarse en un espacio de pocas semanas y como recompensa adicional puedes comerlos en forma de caramelo. Los cristales crecen a partir de una solución de azúcar hervida que se torna de color blanco y transparente, aunque se puede agregar color a la mezcla introduciendo colorante vegetal comestible que se consigue en las tiendas de repostería.

### **Alumbre potásico, $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$**

Es más fácil hacer crecer cristales de alumbre que cristales de sal común, y mucho más fácil que los cristales de azúcar. Tienen caras reflectantes muy brillantes, y los más pequeños despiden chispas de luz de manera muy atractiva. El alumbre en polvo se puede encontrar en la mayoría de las farmacias y ferreterías. Se utiliza como astringente y para reducir las hemorragias de pequeñas heridas.



Para obtener cristales de alumbre basta con introducir cuatro cucharaditas de alumbre en polvo en media taza de agua caliente. Después de un cierto tiempo, todo el alumbre se habrá disuelto, dejando una disolución clara. A medida que se evapora el agua, irán formándose unos bonitos cristales de alumbre.

### **Fosfato diácido de potasio $KH_2PO_4$**

Conocido también como "KDP", da cristales transparentes grandes.

Se utiliza como un fertilizante, un aditivo alimentario y un fungicida. También es un agente amortiguador. Puede causar irritación a la piel, ojos y vías respiratorias. Puede ser nocivo si se ingiere o se inhala.

Preparando una disolución sobresaturada de ADP agua, calentando a ebullición hasta disolverlo todo y dejar descender la temperatura



lentamente, por ejemplo dentro de un recipiente de poliestireno expandido se puede lograr un exitoso crecimiento de cristales de KDP. Controlando la velocidad de enfriamiento se da tiempo a las partículas a ordenarse y obtener los cristales más grandes posibles: la velocidad de cristalización es un factor clave para obtener los cristales de gran tamaño.

### **Bórax $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$**

El bórax forma muy rápidamente bellos cristales. Se utiliza como producto de limpieza, para el lavado de la ropa, y se vende exactamente igual que el jabón en polvo y el detergente. Es peligroso si se ingiere.

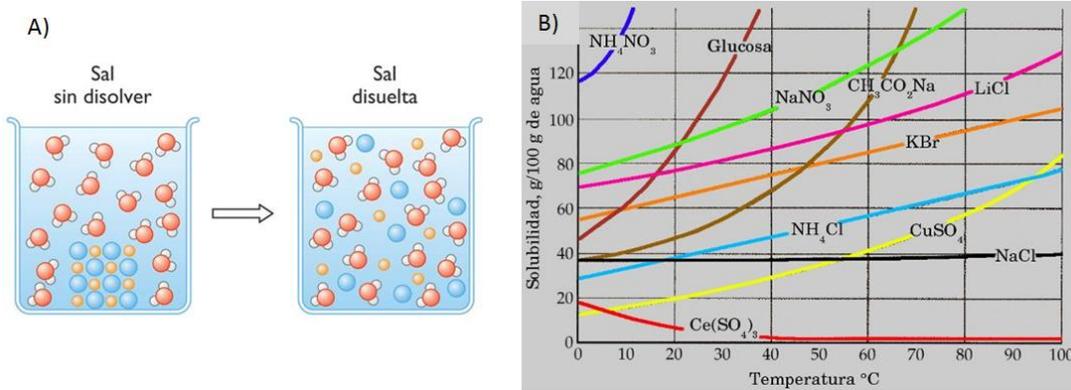
El bórax es mucho más soluble en agua caliente que en agua fría. Esto no es una regla general para todas las sustancias. La sal común, por ejemplo, es prácticamente igual de soluble en agua fría que en agua caliente.

Para crecer hermosos cristales de bórax, es necesario añadir una cucharadita de bórax a media taza de agua muy caliente, agitando la mezcla hasta que el bórax se haya disuelto completamente. Una vez que haya enfriado, crecerá un gran número de bellos cristallitos transparentes.



## CONCEPTOS DE CRISTALIZACION Y SOLUBILIDAD

La solubilidad es la máxima cantidad de soluto que se puede disolver en una cantidad de disolvente a una temperatura determinada. Se expresa como gramos de soluto por cada 100 cm<sup>3</sup> de disolvente a una temperatura dada. En algunas condiciones la solubilidad se puede sobrepasar de ese máximo y se denominan como soluciones sobresaturadas.



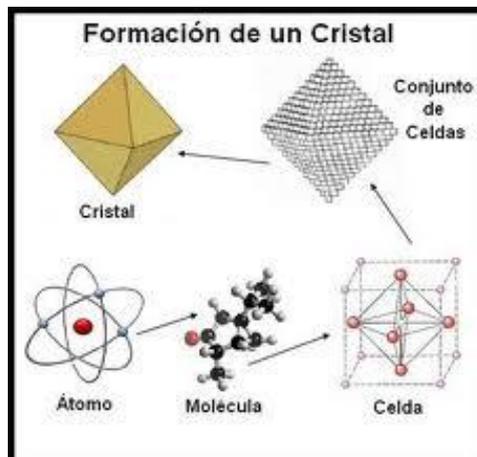
Para que un soluto pueda disolverse en un solvente determinado, las características de ambos son muy importantes. Por ejemplo, el agua disuelve la mayoría de las sales, que generalmente son compuestos iónicos. Al proceso de interacción entre las moléculas del disolvente y las partículas del soluto para formar agregados se le llama solvatación y si el solvente es agua, hidratación. Cuando éstos compuestos se disuelven en agua, los iones que forman la sal se separan y son rodeados por molécula de agua.

La solubilidad de un soluto en un determinado disolvente depende de varios factores que son:

- Propiedades de soluto y solvente
- Temperatura
- Presión

siendo el principal la temperatura. Para muchos sólidos disueltos en el agua líquida, la solubilidad aumenta con la temperatura hasta 100 °C, aunque existen casos que presentan un comportamiento inverso

La cristalización a partir de una solución es un ejemplo de la creación de una nueva fase dentro de una mezcla homogénea. El proceso tiene lugar en dos etapas. La primera de ellas consiste en la formación del cristal y recibe el nombre de nucleación. La segunda corresponde al crecimiento del cristal. El potencial impulsor de ambas etapas es la sobresaturación, de forma que ni la nucleación ni el crecimiento tendrán lugar en una solución saturada o insaturada.



Para generar la sobresaturación se pueden utilizar dos métodos distintos (entre otros). Si la solubilidad del soluto aumenta fuertemente con la temperatura, como ocurre con muchas sales inorgánicas y sustancias orgánicas, una solución saturada se transforma en sobresaturada y simplemente disminuyendo la temperatura por enfriamiento. Si la solubilidad es relativamente independiente de la temperatura como en el caso de sal común, la sobresaturación se puede dar evaporando una parte del disolvente.

## MATERIALES

Dada la amplia variedad de posibles compuestos a utilizar, la AACr sugiere las siguientes actividades, las cuales son fáciles de hacer, donde los cristales se obtienen en varios días o semanas:

### 1) *¿Como crecer cristales de diferente tamaño?*

Para esta experiencia se va a utilizar Sulfato de Cobre. Se obtienen como resultado cristales brillantes de diversos tamaños y formas, pudiendo hacerse cristales de gran tamaño teniendo suficiente tiempo. Hay variables como temperatura, velocidad de enfriamiento, presencia de impurezas solubles e insolubles y tiempo entre otras, que permiten obtener formas y tamaños bien distintos.

Se necesitará:

- Vaso de precipitados o Recipiente de vidrio o cerámica
- Taza de medir o balanza para pesar
- Agua destilada
- Sulfato de cobre
- Cuchara de vidrio o de plástico
- Fuente de calor
- Recipiente descartable limpio (puede ser un recipiente de poliestireno)

## Procedimiento

1. Vierta 1 taza de agua destilada (200mL) en el recipiente de vidrio o de cerámica.
2. Mida 1/2 taza de polvo sulfato de cobre y añádalo al agua.
3. Coloque el recipiente de agua sobre una fuente de calor y entíbielo. Revuelva con la cuchara hasta que el sulfato de cobre se haya disuelto por completo.
4. Deje enfriar un poco la mezcla. Viértala en el recipiente limpio y coloque el mismo en un área donde lo pueda ver sin que haya que moverlo.
5. Revise el recipiente diariamente y anote los cambios. El cristal o cristales se formarán a medida que el líquido se evapore. Cuando se haya evaporado toda el agua, el cristal o cristales estarán listos. Retírelos del recipiente y exhibalos.

### 2) *Cristales de la noche a la mañana*

Dijimos que la formación de cristales es un proceso natural fascinante que parece mágico. Un estudiante puede ser testigo de esto, en primera persona, creando sus propios cristales en un período corto de

tiempo. Por ejemplo, combinando ciertas sustancias químicas que se pueden encontrar en una casa, pueden crear coloridos cristales de la noche a la mañana. Incluso se puede permitir que estos cristales crezcan sobre un objeto, como una varilla de felpa doblada.

Se necesitará:

- Plato de vidrio
- Bórax
- Sal
- Azúcar granulada
- Agua
- Olla
- Colorante de comida
- Varilla de felpa

### Procedimiento

1. Combine 1/2 taza de bórax, 1/2 taza de sal y 1/2 taza de azúcar en una olla.
2. Vierta 3 tazas de agua en la olla.
3. Añada entre cuatro y cinco gotas de colorante de pintura en la olla.
4. Caliente la olla hasta el punto de hervor, luego reduzca la temperatura y deje que se cocine a fuego lento por cinco minutos.
5. Vierta la solución en un plato hondo de vidrio de 23 cm de ancho por 28 cm de largo.
6. Dele forma a una varilla de felpa, forme una estrella o corazón.
7. Inserte la varilla con forma dentro del plato y coloque el plato en una habitación oscura toda la noche. En la mañana, los cristales se habrán formado alrededor de la forma.



### 3) *¿Cómo crear cristales de azúcar de colores?*

Un método simple es hervir el agua, agregar azúcar y dejar reposar una cadena en la solución resultante. Los cristales de azúcar comenzarán a crecer a lo largo de la cadena que se torna de color blanco y transparente, aunque se puede agregar color a la mezcla (¿qué más se les ocurre agregar? pruébelo).

Se necesitará:

- Una olla
- Agua
- Azúcar
- Una paleta de madera
- Colorante artificial
- Una jarra grande
- Un lápiz
- Una cuerda de algodón o lana
- Una cuenta

#### **Procedimiento**

1. Vierta dos tazas de agua dentro de una olla y colóquela sobre la hornalla a fuego alto hasta que empiece a hervir.
2. Agregue al agua 6 tazas de azúcar y mueva la mezcla con una cuchara de madera. Aunque parezca que es demasiado, el agua disolverá el azúcar y lo convertirá en un jarabe.
3. Puede poner colorante artificial a gusto, agregue poco a poco las gotas hasta que el agua parezca que está demasiado teñida.
4. Cuando se disuelva por completo el azúcar, retire la olla de la llama. El líquido debe ser completamente claro y no debe haber ningún grano de azúcar en el fondo.
5. Ate una pieza de cuerda de algodón o lana alrededor del centro de un lápiz. La tira larga debe balancearse libremente desde la boca de la jarra hasta el fondo de la misma. No utilice cordones sintéticos, ya que los cristales no se podrán formar en ellos.
6. Debe atar una cuenta u otra cosa con peso en el extremo inferior de la cuerda, de manera que ésta pueda hundirse dentro de la jarra.
7. Coloque el lápiz con la cuerda sobre la boca de la jarra, la cuenta debe quedar hundida en el fondo y en el centro de la misma.
8. Vierta con cuidado la mezcla del azúcar con color dentro de la jarra. Llénela aproximadamente a unos pocos cm de la boca del recipiente.
9. Deje la jarra en un área segura de su hogar para que no corra el riesgo de caerse. Después de uno o dos días comenzará a ver que se forman granos de azúcar de colores y al final de la semana tendrás

pequeños cristales de azúcar. A continuación, puede retirarlos y comerlos o dejarlos que crezcan más.

#### 4) *¿Cómo hacer cristales grandes?*

Los cristales creciendo son un elemento básico en todas las ferias de ciencias de la primaria. Se hace frecuentemente debido a que tanto el proceso como el resultado final son fascinantes. Pueden sorprenderse al conocer cuántos tipos diferentes de químicos pueden producir formaciones de cristales espectaculares. Aun cuando no todos tienen sulfato de cobre en la despensa, puedes hacer cristales grandes con uno de los artículos más comunes en la cocina.

Se necesitará:

- 1 taza de agua
- 3 tazas de azúcar
- Jarra de vidrio limpia
- Lápiz
- Cuerda
- Clip

#### **Procedimiento**

1. Hierva el agua.
2. Añada el azúcar gradualmente con cucharadas o por tercios vaciando una taza a la vez en el agua caliente. No vierta todo el azúcar en el agua caliente de una sola vez ya que esto hará que la temperatura del agua baje demasiado rápido como para disolver completamente todo el azúcar. Si se da cuenta que el agua se está enfriando antes de añadir toda el azúcar, puede recalentar el agua.
3. Vierta la solución de agua y azúcar en una jarra limpia de vidrio.
4. Ate un trozo de cuerda a un lápiz y adhiere el clip al otro extremo de la cuerda. Coloque el lápiz horizontalmente a lo largo de la boca de la jarra de tal forma que el clip quede cerca el fondo de la jarra. La cuerda debe llegar cerca al fondo de la jarra pero debe ser lo suficientemente corta como para que el clip no toque el fondo.
5. Coloque la jarra en un lugar en donde no vaya a ser molestada por varios días. Comenzará a ver el comienzo de la formación de cristales en el clip y en la cuerda después de un día. Una vez que el crecimiento de los cristales se haya enlentecido, puede vaciar la jarra y repetir el proceso de crear más solución de agua y azúcar para agrandar los cristales. Una vez que la



nueva solución se haya enfriado a temperatura ambiente, podrá transferirla de nuevo a la jarra original con los cristales en el agua. Repite este proceso todas las veces que quiera hasta que logre el tamaño adecuado.

### 5) **Cristales bicolors de KDP**

Podemos obtener hermosos cristales bicolors de fosfato diácido de potasio, KDP, de manera muy sencilla y divertida.

#### **Procedimiento**

- Disolver 17 g de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (fosfato diácido de potasio) en un vaso de precipitados de 250 mL conteniendo 50 mL de agua.
- Calentar agitando la solución hasta completa disolución. Se puede filtrar para eliminar impurezas insolubles.
- Anadir 4 mL de una solución de 1 mg/mL de colorante tal como amaranto a la solución de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  y agitar por 2 min con varilla de vidrio o cuchara.
- Transferir cuidadosamente la solución a un cristalizador de 100 mL y dejar en reposo, en alguna superficie libre de vibraciones.
- Los cristales de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  conteniendo sectores rojos debido a la incorporación de las moléculas de colorante aparecerán en 4–6 h.



### **¿QUE PASA SI...**

#### ***...un cristal deja de crecer?***

El crecimiento de un cristal solo tiene lugar cuando la solución que lo contiene se encuentra sobresaturada en soluto. Cuando la concentración de la solución es exactamente la de saturación, no hay soluto disponible para que se deposite sobre el cristal. Recordar que esto no es completamente certero dado que algo de masa se depositará, sin embargo la misma cantidad de soluto dejará la superficie del cristal, para volver a la solución. A este fenómeno se lo conoce como condición de equilibrio.

#### ***...mi cristal desapareció?***

Si el cristal se redujo o desapareció, fue porque la solución circundante estaba sub-saturada y el material del cristal volvió a formar parte de la solución. Una solución inicialmente saturada puede convertirse en sub-saturada si por ejemplo la temperatura aumenta, incluso por sólo unos pocos grados, dependiendo del soluto. Esta es la razón por la cuál el control de la temperatura es tan importante.

#### ***...mi cristal pierde su transparencia?***

Al retirar el cristal de la solución en la que se encuentra debemos limpiarlo muy rápidamente con agua (o con el solvente adecuado, según sea el caso) para enjuagar la capa delgada de solución que se encuentra depositada en la superficie del cristal. De lo contrario, esta capa delgada dejaría un precipitado amorfo en la superficie después de la evaporación. Esto hará disminuir la transparencia del cristal, imposibilitando la obtención de obtener un cristal transparente y perfecto.

***...quiero reiniciar el crecimiento cristalino?***

Habrá que preparar de nuevo la solución sobresaturada!

***...no tengo más sólido como para preparar una nueva solución sobresaturada?***

Una forma de conseguir la sobresaturación es comenzar con una solución saturada o subsaturada y dejar que el disolvente se evapore. Este será un proceso más lento.

***... el crecimiento es muy rápido?***

La velocidad a la que se produce la cristalización afectará significativamente la calidad del cristal. Cuanto más sobresaturada esté una solución, más rápido puede ser el crecimiento. Tener en cuenta que por lo general los mejores cristales son los que se obtienen producto de un crecimiento lento.

## **PRESENTACION DEL TRABAJO**

La presentación del trabajo se realizará en primera instancia a través de un video de duración máxima de 3 minutos o un informe escrito de extensión máxima 5 páginas que deberá enviarse al comité evaluador. En cualquiera de los casos, el grupo deberá explicar y justificar el método de cristalización elegido, variables de cristalización, comentar dificultades y aciertos, y finalmente mostrar el/los cristales obtenidos comentando las características más destacables a criterio de los alumnos y el porqué de dicha elección.

Luego de esta etapa, el comité evaluador elegirá a los mejores trabajos para participar del Certamen Nacional Final. Allí cada grupo presentará sus resultados a través de un poster y la exhibición del/los cristales obtenidos. La evaluación en este caso se realizará de forma oral, presentando el poster y el/los cristales obtenidos. El comité evaluador también realizará preguntas a los integrantes del grupo. Las respuestas también serán parte de la evaluación a realizar.