

Proporcionado por TryEngineering, [www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org)

## Enfoque de la lección

La lección aborda el área de superficie y cómo cambia la forma de los cristales según provengan de azúcares con distintos grados de granulosidad. Los estudiantes exploran el área de superficie y las nanoestructuras y trabajan en equipos y participan en actividades prácticas.



## Sinopsis de la lección

El “Desafío de cristales de azúcar” explora cómo las nanoestructuras pueden repercutir en el área de superficie y cómo es posible refinar el azúcar a diferentes grados de granulosidad sin afectar su estructura molecular. Los estudiantes trabajan en equipos para explorar diferentes etapas del azúcar en lo que respecta al área de superficie y estructura molecular.

## Niveles de edad

8 a 14.

## Objetivos

- ◆ Aprender sobre las nanoestructuras.
- ◆ Aprender sobre los cristales.
- ◆ Aprender sobre el área de superficie.
- ◆ Aprender sobre el trabajo en equipo y en grupo.

## Resultados anticipados del aprendizaje

Como resultado de esta actividad, los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ✦ las nanoestructuras
- ✦ el área de superficie
- ✦ la resolución de problemas
- ✦ el trabajo en equipo

## Actividades de la lección

Los estudiantes aprenden sobre cómo el área de superficie puede cambiar a nanoescala. Los estudiantes trabajan en equipos para explorar diferentes formas de azúcar con diferentes niveles de granulosidad. Luego, predicen cómo los cristales provenientes de diferentes soluciones de azúcar podrían diferir a nivel molecular dependiendo de la granulosidad del azúcar original. Los estudiantes realizan predicciones e investigaciones y presentan su propuesta a la clase.

### Desafío de cristales de azúcar

Desarrollado por IEEE como parte de TryEngineering [www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org)

© 2018 IEEE – All rights reserved.

Use of this material signifies your agreement to the [IEEE Terms and Conditions](#).

---

## **Información/materiales**

- ◆ Documentos informativos para el maestro (adjuntos)
- ◆ Hojas de trabajo para el estudiante (adjuntas)
- ◆ Hojas de información para el estudiante (adjuntas)

---

## **Concordancia con los programas de estudio**

Consulte la hoja adjunta sobre la concordancia con los programas de estudio.

---

## **Conexiones a Internet**

- ◆ TryEngineering ([www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org))
- ◆ TryNano ([www.trynano.org](http://www.trynano.org))
- ◆ National Nanotechnology Initiative ([www.nano.gov](http://www.nano.gov))

---

## **Lecturas recomendadas**

- ◆ The Science of Sugar Confectionery (La ciencia de la confitería de azúcar)  
(ISBN: 0854045937)
- ◆ Understanding Nanotechnology (Comprendiendo la nanotecnología)  
(ISBN: 0446679569)

---

## **Actividad opcional de redacción**

- ◆ Escribe un ensayo o párrafo sobre cómo el área de superficie en diferentes grados de azúcar podría ser importante para un pastelero que deseara cubrir rosquillas con azúcar. ¿Necesitaría más azúcar granulado que azúcar flor? ¿Por qué sí o por qué no?

### **Desafío de cristales de azúcar**

## Para los maestros:

### Concordancia con los programas de estudio

Nota: Todos los planes de las lecciones de esta serie cumplen con las Normas nacionales de educación científica, formuladas por el Consejo Nacional de Investigación (National Research Council) y avaladas por la Asociación Nacional de Maestros de Ciencias (National Science Teachers Association) y, si corresponde, también con las Normas para la competencia tecnológica de la Asociación Internacional de Educación Tecnológica (International Technology Education Association) o los Principios y normas de las matemáticas escolares del Consejo Nacional de Maestros de Matemáticas (National Council of Teachers of Mathematics).

#### ◆ Normas nacionales de educación científica, de K a 4° grado (de 4 a 9 años de edad)

##### **NORMA DE CONTENIDO A: La ciencia como indagación**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben desarrollar:

- ◆ Capacidades necesarias para realizar indagaciones científicas
- ◆ La comprensión de la indagación científica

##### **NORMA DE CONTENIDO B: Física**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ◆ Las propiedades de los objetos y los materiales

##### **NORMA DE CONTENIDO E: Ciencia y tecnología**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben desarrollar:

- ◆ Capacidades de diseño tecnológico

##### **NORMA DE CONTENIDO G: Historia y naturaleza de la ciencia**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ◆ La ciencia como cometido humano

#### ◆ Normas nacionales de educación científica, de 5° a 8° grado (de 10 a 14 años de edad)

##### **NORMA DE CONTENIDO A: La ciencia como indagación**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben desarrollar:

- ◆ Las capacidades necesarias para realizar indagaciones científicas
- ◆ La comprensión de la indagación científica

##### **NORMA DE CONTENIDO B: Física**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ◆ Las propiedades y los cambios de las propiedades en la materia

**Para los maestros:****Concordancia con los programas de estudio  
(continuación)****NORMA DE CONTENIDO E: Ciencia y tecnología**

Como resultado de las actividades en 5° a 8° grado, todos los estudiantes deben desarrollar:

- ◆ Capacidades de diseño tecnológico
- ◆ La comprensión de la ciencia y la tecnología

**◆ Principios y normas para las matemáticas escolares  
(de 6 a 18 años de edad)****Medición**

- ◆ comprender los atributos mensurables de los objetos y las unidades, los sistemas y los procesos de medición.
- ◆ aplicar técnicas, herramientas y fórmulas correctas para determinar mediciones.

**Conexiones**

- ◆ reconocer y aplicar las matemáticas en contextos externos a ellas.

**◆ Normas para la competencia tecnológica, todas las edades****La naturaleza de la tecnología**

- ◆ Norma 1: Los estudiantes desarrollarán la comprensión de las características y el alcance de la tecnología.

**Tecnología y sociedad**

- ◆ Norma 6: Los estudiantes desarrollarán la comprensión del rol de la sociedad en el desarrollo y uso de la tecnología.

## Para los maestros:

### Documento informativo para el maestro

#### ◆ Meta de la lección

La lección se concentra en el área de superficie y cómo cambia la forma de los cristales según provengan de azúcares con distintos grados de granulosis. Los estudiantes exploran los conceptos de área de superficie y nanoestructuras, trabajan en equipos y participan en actividades prácticas incluyendo la elaboración de cristales de azúcar con diferentes muestras de azúcar.

#### ◆ Objetivos de la lección

Aprender sobre las nanoestructuras.

- ◆ Aprender sobre los cristales.
- ◆ Aprender sobre el área de superficie.
- ◆ Aprender sobre el trabajo en equipo y en grupo.

#### ◆ Materiales

Hoja de información para el estudiante

- ◆ Hojas de trabajo para el estudiante
- ◆ Microscopio tradicional o fotográfico para usarlo en la sala de clases
- ◆ Desafío de disolución: Un conjunto de materiales para cada equipo:
  - Dos tazones de vidrio térmicos o tazones medidores limpios con una capacidad mínima de 4 tazas (también pueden usarse en el desafío de cristales), acceso a agua tibia, 1 cucharadita de azúcar granulado, 1 cucharadita de azúcar flor
- ◆ Desafío de cristales: Un conjunto de materiales para cada equipo:
  - Dos tazones de vidrio térmicos o tazones medidores limpios con una capacidad mínima de 4 tazas, 2 pedazos de cordel de algodón fino que sean 1,5 veces más largos que la altura de la taza, 2 lápices o varitas, peso para colgar en el cordel (arandela, tornillo), 3 tazas de azúcar granulado, 3 tazas de azúcar flor o glasé, 2 tazas de agua bien caliente (que debe verter un adulto)



#### ◆ Procedimiento

1. Muestre a los estudiantes las diversas hojas de referencia para el estudiante. Se pueden leer en clase, o bien, entregar como material de lectura de tarea para la noche anterior.
2. Desafío de disolución:
  - a. Los estudiantes vierten una taza de agua tibia en cada uno de los dos tazones de vidrio
  - b. Los estudiantes agregan una cucharadita de azúcar flor o glasé en un tazón y una cucharadita de azúcar granulado en el otro.
  - c. Observan cuál se disuelve más rápido y responden las preguntas referentes a cómo el área de superficie afectó los resultados

#### Desafío de cristales de azúcar

Desarrollado por IEEE como parte de TryEngineering [www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org)

© 2018 IEEE - All rights reserved.

Use of this material signifies your agreement to the [IEEE Terms and Conditions](#).

## Para los maestros:

### Documento informativo para el maestro (continuación)

#### ◆ Procedimiento (continuación)

##### 3. Desafío de cristales:

- a. En primer lugar el maestro/un adulto debe verter una taza de agua bien caliente en uno de los dos tazones.
- b. Los estudiantes deben agregar 3 tazas de cada tipo de azúcar en los tazones individuales y revolver el contenido hasta disolverlo. El agua se verá perfectamente transparente cuando el azúcar esté disuelta. Nota: Un método alternativo consiste en hervir el agua para disolver el azúcar, en cuyo caso un adulto debe preparar las soluciones hervidas con azúcar.
- c. Sumerja el cordel en el agua con azúcar y ate uno de sus extremos al lápiz de tal manera que el otro extremo cuelgue verticalmente en la solución azucarada. Se puede agregar un peso (una arandela, un tornillo) para asegurarse de que el cordel permanezca en posición recta. También puede preparar anticipadamente los cordeles, sumergiéndolos en las soluciones azucaradas y dejando que se sequen. Con este método, se habrán formado cristales incipientes en el cordel antes de colocarlos en las soluciones azucaradas, lo cual puede agilizar el proceso pues los cristales iniciales darán lugar a la formación de nuevos cristales.
- d. Observe los tazones diariamente de cuatro a siete días
- e. Anote las observaciones durante el proceso de formación de cristales
- f. Examine cada uno de los cristales resultantes con un microscopio y anote las observaciones en la tabla proporcionada.

##### 4. Evaluación: Los estudiantes completan hojas de evaluación/reflexión

#### ◆ Tiempo necesario

De dos a tres sesiones de 45 minutos durante el transcurso de 7 días.

#### ◆ Consejos

- Se recomienda usar agua hervida en vez de agua “caliente” si en las instalaciones existe la posibilidad de hervirla en forma segura bajo la supervisión de un adulto.
- Si no tiene acceso a un microscopio, puede usar cualquiera de los nuevos videoscopios y conectarlo a un monitor o pantalla de una computadora. Algunos ejemplos son los microscopios “Eye Clops” (\$25 a \$45) o Carson zPix Digital Microscope (\$79).

## Para los estudiantes: ¿Qué es la nanotecnología?

Imagina que eres capaz de observar el movimiento de un glóbulo rojo mientras circula por tus venas. ¿Cómo sería poder observar los átomos de sodio y cloro mientras se acercan lo suficiente para que efectivamente se produzca una transferencia de electrones y formen un cristal de sal? ¿O poder observar la vibración de las moléculas a medida que aumenta la temperatura en una cacerola con agua? Gracias a las herramientas o 'microscopios' que se han desarrollado y perfeccionado durante las últimas décadas, podemos observar muchas situaciones similares a los ejemplos mencionados al comienzo de este párrafo. Esta capacidad de observar, cuantificar e incluso manipular materiales a escala atómica o molecular se denomina nanotecnología o nanociencia. Si tenemos un nano "algo", entonces hablamos de la mil millonésima parte de ese algo. Los científicos e ingenieros aplican el prefijo nano a muchos de esos "algo", incluyendo metros (longitud), segundos (hora), litros (volumen) y gramos (masa), para representar aquello que claramente constituye una cantidad muy diminuta. En la mayoría de los casos, nano se aplica a la escala de longitud, por lo cual realizamos mediciones hablando de nanómetros (nm). Los átomos individuales miden menos de 1 nm de diámetro; colocamos 10 átomos de hidrógeno en hilera para crear una línea de 1 nm de longitud. Hay átomos mayores que los de hidrógeno pero también tienen diámetros inferiores a un nanómetro. Un virus común mide aproximadamente 100 nm de diámetro, mientras que una bacteria mide aproximadamente 1000 nm de longitud. Las herramientas o nuevos "microscopios" que nos han permitido observar el mundo antes invisible de la nanoescala son el microscopio de fuerza atómica (atomic force microscope) y el microscopio de barrido de electrones (scanning electron microscope).

### ◆ Microscopio de barrido de electrones

Es un tipo especial de microscopio de electrones que crea imágenes de una superficie de muestra recorriéndola con un haz de electrones de alta energía utilizando un patrón de barrido por tramas. En tal barrido, la imagen es seccionada en una secuencia de franjas (comúnmente horizontales) denominadas "líneas de barrido". Los electrones interactúan con los átomos que conforman la muestra y producen señales que proporcionan datos sobre la forma de la superficie, su composición e incluso si puede o no conducir electricidad. La imagen de la derecha



muestra polen de una variedad de plantas comunes ampliado a una escala casi 500 veces mayor. La fotografía fue tomada con el microscopio de barrido de electrones de la Universidad de Dartmouth ([www.dartmouth.edu/~emlab/gallery](http://www.dartmouth.edu/~emlab/gallery)).

### Desafío de cristales de azúcar



---

**Para los estudiantes:  
Aplicaciones de nanotecnología**

Los materiales que presentan diferentes propiedades físicas originadas por cambios a nanoescala ya han dado lugar a numerosas nuevas aplicaciones. Muchas de estas aplicaciones aún se encuentran en diversas etapas de investigación, pero algunas ya están disponibles comercialmente.

Por ejemplo, se han incorporado nanopartículas en telas para crear ropa resistente a las manchas. Los fabricantes automotrices han mejorado los parachoques con nanocristales para que sean más resistentes. Se han creado filtros cromáticos y bombillas de colores alterando las propiedades ópticas de una suspensión dada (mediante la modificación del tamaño y forma de las partículas coloidales que contiene). Se han diseñado nanotubos de carbono para productos tales como marcos de bicicletas y raquetas de tenis a fin de aumentar la resistencia y disminuir el peso.

**◆ Aplicaciones biomédicas**

Se prevé que la nanotecnología tendrá un importante efecto en la mejora de la calidad de la atención médica mediante un diagnóstico anticipado y confiable de enfermedades, mejores medicamentos, administración precisa de medicamentos en zonas específicas, implantes de mejor calidad y otras aplicaciones. Se están desarrollando biosensores (mediante una combinación de nanomateriales, novedosas técnicas de fabricación de dispositivos y avances en el procesamiento de señales) a fin de detectar anticipadamente varias enfermedades de riesgo vital. Estos sensores usan nanotubos de carbono o nanoalambres de silicio capaces de alojar la molécula detectora cuya labor es identificar la firma de una enfermedad o mal específico. Se prevé que los nanobiosensores que usan este método se fabricarán en masa usando técnicas desarrolladas por la industria de chips informáticos. La nanotecnología también tendrá un importante papel en el campo terapéutico. Dos áreas en las que se prevé que tendrá un gran impacto son la síntesis de medicamentos mejorados usando los principios de la nanotecnología y la administración precisa de medicamentos en zonas específicas. Específicamente, una determinada familia de moléculas conocidas como dendrímeros (que son moléculas ramificadas repetidamente) promete poder administrar eficazmente los medicamentos. Estos grandes polímeros poseen una configuración bursiforme en sus centros que puede utilizarse para alojar medicamentos dentro de las moléculas y así transportarlos a sus destinos.

**◆ Aplicaciones de transporte**

Una de las principales contribuciones que puede efectuar la nanotecnología en el sector del transporte es producir materiales compuestos dotados de menor peso y mayor resistencia para la construcción de aeroplanos y automóviles. Tales materiales se crean a partir de dos o más materias primas con propiedades físicas o químicas significativamente diferentes. Estas propiedades se conservan en la estructura final. La promesa de los nanocompuestos radica en que serán más livianos y resistentes que otros tipos de compuestos utilizados comúnmente.



## Hoja de información para el estudiante: ¿Qué es el área de superficie?

El área de superficie es la medición que indica la cantidad de área expuesta de un objeto. Se expresa en unidades cuadradas. Si un objeto tiene caras planas, su área de superficie puede calcularse sumando todas las áreas de sus caras. Incluso los objetos con superficies uniformes, como las esferas, tienen un área de superficie.

### ◆ Fórmulas para áreas de superficies cuadradas

El área de superficie de un cubo puede expresarse con la fórmula:

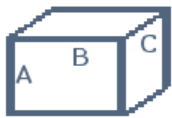
$$x = 6Y^2 \text{ (es decir 6 multiplicado por Y multiplicado por Y)}$$



La imagen de la izquierda muestra un cubo, donde Y es igual a la longitud de cada lado. Debido a que es cuadrado, todos los lados miden lo mismo. Para determinar el área de superficie del cubo, primero tienes que calcular el área de uno de sus lados. El área de un lado es  $Y \times Y$  o  $Y^2$ . Para encontrar el área de superficie del cubo, debes multiplicar el área de uno de sus lados por 6. Por ejemplo, si la longitud de Y es igual a 10 mm, entonces el área de un lado sería 100 mm cuadrados y el área del cubo sería 600 mm cuadrados.

### ◆ Fórmulas para áreas de superficies rectangulares

El área de superficie de un rectángulo puede expresarse con la fórmula:  $x = 4AB + 2AC$



Como en el caso del rectángulo no todos los lados son iguales, hay tres longitudes distintas que medir. En la imagen superior, los lados están representados por A, B y C. Para determinar el área de la faz delantera del rectángulo, debemos multiplicar  $A \times B$ . Puesto que hay cuatro superficies de igual tamaño en el rectángulo, debemos utilizar  $4 \times A \times B$  como parte de nuestra fórmula para determinar el área de superficie del rectángulo dimensional. También debemos determinar el área de las dos superficies más pequeñas. En este caso, debemos multiplicar  $A \times C$ . Debido a que el rectángulo tiene dos de estas "caras", debemos multiplicar  $2 \times A \times C$  para obtener la fórmula del área de superficie total. Por ejemplo, si la longitud de A es igual a 10 mm, B es igual a 30 mm y C es igual a 15 mm entonces:

A multiplicado por B = 300 mm, por lo cual  $4AB = 1200$  mm cuadrados

A multiplicado por C = 150 mm, por lo cual  $2AC = 300$  mm cuadrados

Por lo tanto, el área de superficie del rectángulo dimensional es de 1500 mm cuadrados

### ◆ La importancia del área de superficie

A nanoescala, las propiedades básicas de las partículas pueden variar considerablemente respecto a las partículas de mayor tamaño. Ello podría incluir propiedades mecánicas, la posibilidad de que la partícula pueda o no conducir electricidad, su reacción ante los cambios de temperatura e incluso la forma en que se producen ciertas reacciones químicas. El área de superficie es uno de los factores que cambia a medida que las partículas se hacen más pequeñas. Debido a que las reacciones químicas generalmente ocurren en la superficie de una partícula, si aumenta el área de superficie disponible para que se produzcan reacciones, éstas pueden ser muy diferentes.

### Desafío de cristales de azúcar

Desarrollado por IEEE como parte de TryEngineering [www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org)

© 2018 IEEE - All rights reserved.

Use of this material signifies your agreement to the [IEEE Terms and Conditions](#).

## Actividad para el estudiante: Desafío de disolución

Formas parte de un equipo de ingenieros a quienes se les ha planteado el desafío de explorar cómo cambia el área de superficie del azúcar dependiendo del estado en que se encuentra. El azúcar se ofrece en diversos tamaños de cristales que afectan su uso o aplicación.

### ◆ Tipos de azúcar

**Azúcar perla:** Los azúcares de granos gruesos, como el azúcar perla, suelen usarse para agregar brillo al decorar productos horneados tales como galletas y caramelos. El efecto de "brillo" lo genera la luz que se refleja en los grandes cristales de azúcar.

**Azúcar granulado:** Los azúcares granulados normales poseen un tamaño de grano de aproximadamente 0,5 mm de ancho y se utilizan con mayor regularidad como azúcar de mesa para el café o té.



**Azúcar extrafino:** Este tipo de azúcar es el resultado de grados más finos provenientes de azúcar granulado cernido selectivamente hasta obtener un tamaño aproximadamente de 0,35 mm. Suele utilizarse en aplicaciones de pastelería.

**Azúcar flor:** El azúcar flor, también conocido como azúcar glasé o de repostería, es una forma de azúcar sumamente refinado. Un grano de azúcar glasé mide aproximadamente 0,060 mm, mientras que uno de azúcar de repostería mide alrededor de 0,024 mm. Estos tipos de azúcar se utilizan frecuentemente en cocina, ya que es preferible un azúcar que se disuelva rápidamente en un fluido. Se utiliza para preparar escarchados y otras decoraciones de bizcochos.

Independientemente de su granulosis, las moléculas base del azúcar no varían.

### ◆ Impacto en el área de superficie:

La diferencia en el área de superficie es mucho mayor en un gramo de azúcar flor que en uno de azúcar extrafino. Y el área de superficie de un gramo de azúcar extrafino es mayor que el de un gramo de azúcar granulado.

### ◆ Desafío de disolución:

Llena dos vasos transparentes con una taza de agua tibia. Al mismo tiempo, agrega una cucharadita de azúcar flor o glasé en un tazón y una cucharadita de azúcar granulado en el otro. Responde las siguientes preguntas:

¿Qué tipo de azúcar se disolvió más rápido?

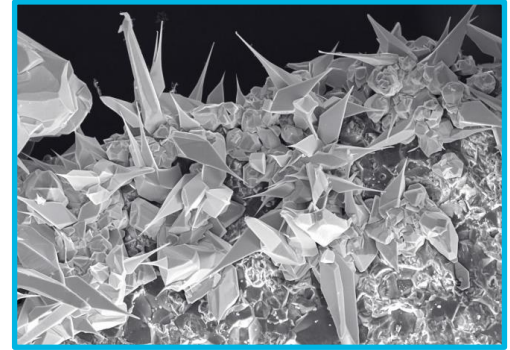
¿A qué crees que se debió esto? ¿Cómo afectó el área de superficie el azúcar que se disolvió primero?

### Desafío de cristales de azúcar

## Actividad para el estudiante: Desafío de cristales

### ◆ ¿Qué es un cristal?

Un cristal es una sustancia sólida en la cual los átomos, moléculas o iones están dispuestos en un patrón en orden repetitivo que se extiende en tres dimensiones espaciales. Se denomina cristalización al proceso que forma una estructura cristalina a partir de fluidos o materiales disueltos en un fluido. La estructura de cristal formada a partir de un fluido depende de sus propias características químicas y de las condiciones físicas en el área circundante, como por ejemplo, la presión del aire. Los copos de nieve, diamantes y sal de mesa son ejemplos de cristales. La cristalografía es la ciencia que estudia los cristales y su formación.



### ◆ ¿Qué es la saturación?

Las sustancias como el azúcar sólo pueden disolverse en el agua hasta cierto punto; posteriormente si se agrega más azúcar éste permanecerá en su forma sólida. Esto se denomina saturación. En esta lección, disolveremos en agua caliente dos tipos diferentes de azúcar. Luego, cuando el agua se evapore con el trascurso del tiempo, la solución se saturará de manera que el azúcar se adhiera al cordel formando moléculas de azúcar sólidas que se adherirán. Estas moléculas atraerán más y más moléculas de azúcar hasta que se formen los cristales. Con el tiempo, más agua se evaporará naturalmente y la solución con agua azucarada se tornará incluso más saturada, lo cual aumentará el espesor de los cristales de azúcar en el cordel. Tu cordel finalizado con cristales de azúcar estará conformado por aproximadamente mil billones (1.000.000.000.000.000) de moléculas.

### ◆ El desafío

Como equipo analiza y llega a una hipótesis respecto a la siguiente pregunta: Si disuelves en agua azúcares de distintos niveles de refinamiento (granulado, flor, en cubos) para luego formar cristales de azúcar, ¿los cristales resultantes aparecerán iguales bajo el microscopio, o aún habrá una diferencia en el aspecto según la granulosidad inicial del azúcar? Responde las preguntas en el cuadro siguiente:

Describe tus respuestas e incluye al menos dos argumentos de apoyo para tu hipótesis.

¿Por qué?

1.

2.

## Actividad para el estudiante: Desafío de cristales (continuación)

### ◆ Etapa de prueba

Tu maestro te ha entregado un conjunto de materiales, incluyendo:

- ◆ Dos tazones de vidrio térmicos o tazones medidores limpios con una capacidad mínima de 4 tazas
- ◆ 2 pedazos de cordel de algodón fino 1,5 veces más largos que la altura de la taza
- ◆ 2 lápices o varitas
- ◆ Peso para colgar en el cordel (una arandela, un tornillo)
- ◆ 3 tazas de azúcar granulado
- ◆ 3 tazas de azúcar flor o glasé
- ◆ 2 tazas de agua bien caliente (que debe verter el maestro)

### ◆ Observación

Como equipo intentarás formar cristales de azúcar a partir de dos diferentes tipos de azúcar, granulado y glasé. Recuerda que el tamaño de un grano en los azúcares granulados es aproximadamente 0,5 mm de ancho, en tanto que un grano de azúcar glasé mide alrededor de 0,060 mm. Observa el azúcar granulado y glasé en un microscopio o utilizando un televisor digital o videoscopio. Anota tus observaciones en el siguiente cuadro tras finalizar la actividad de formación de cristales.

	Azúcar granulado	Azúcar glasé	Formación de cristales a partir de solución de azúcar granulado	Formación de cristales a partir de solución de azúcar glasé
Describe lo que hayas observado				
Dibuja lo que hayas observado				

## Actividad para el estudiante: Desafío de cristales (continuación)

### ◆ Fase de investigación

1. Rotula uno de los tazones de vidrio como "granulado" y el otro como "glasé" para distinguirlos durante la investigación.
2. Agrega 3 tazas del azúcar correspondiente en el tazón marcado.
3. Pide a un adulto que vierta una taza de agua caliente en uno de los dos tazones.
4. Revuelve el azúcar en el agua hasta que luzca perfectamente transparente; esto significa que el azúcar se ha disuelto. Nota: Un método alternativo consiste en calentar el agua hasta un punto de ebullición para disolver el azúcar, en cuyo caso el maestro debe preparar todas las soluciones hervidas con azúcar.
5. sumerge un pedazo de cordel de algodón en cada una de las soluciones de azúcar y déjalo secar sobre un plato durante al menos diez minutos. Mientras más se seque, mejor será. Con este método, se habrán formado cristales incipientes en el cordel antes de colocarlos en la solución azucarada, lo cual puede agilizar el proceso pues los cristales iniciales darán lugar a la formación de nuevos cristales.
6. En cada tazón, ata el cordel correspondiente al extremo de un lápiz de tal manera que el otro extremo del cordel cuelgue verticalmente en la solución azucarada. Puede que te convenga atar un tornillo o perno a la parte inferior del cordel para que cuelgue en posición recta en la solución azucarada.
7. Revisa la formación a medida que trascurra el tiempo y anota tus observaciones.
8. Examina en un microscopio una muestra de los cristales que se formaron a partir del azúcar granulado y glasé, tal cual lo hiciste con las muestras de azúcar originales. Anota tus observaciones en la tabla correspondiente en la página anterior.



---

**Actividad para el estudiante:**  
**Desafío de cristales (continuación)****◆ Fase de evaluación**

Completa las siguientes preguntas en grupo:

1. Compara los cristales formados a partir del azúcar granulado y del azúcar glasé. Cerciérate de dar detalles e incluir ilustraciones si eso te ayuda.

2. ¿Cómo se compara tu hipótesis sobre cristales respecto a los resultados reales?  
¿Te sorprendiste con tus hallazgos?

3. Enumera dos usos del azúcar en los que el azúcar con una mayor área de superficie hubiese sido una mejor elección que el azúcar con mayor granulación. ¿Por qué crees que ello es así?

4. Sugiere otro uso para el principio de la nanotecnología. Por ejemplo, los ingenieros están probando el uso de nanoestructuras para aumentar el área de superficie en los paneles solares a fin de mejorar su eficacia, pues así existe una mayor posibilidad de que el sol alcance una superficie. ¿Se te ocurre una idea similar?

5. ¿Cuál es el aspecto más interesante de la nanotecnología o de las nanoestructuras que aprendiste durante esta lección?