

ACTIVIDAD FAMILIAR

EL PODER DEL CRISTAL

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

- **Identificar** las propiedades materiales del cristal.
- **Aplicar** este conocimiento al diseño de una estructura de cristal.
- **Diseñar y crear** una pieza de cristal de azúcar.
- **Evaluar** el diseño de cristal al someterlo a prueba en diversas condiciones.

IMAGINA ESTO...

Estás en un ascensor que se eleva sin esfuerzo hacia el cielo. Sientes que vuelas, pero el ascensor está cerrado y no puedes ver qué tan lejos has volado sobre los edificios de Manhattan. Después de un minuto emocionante, el ascensor se detiene. La puerta se abre y la vista te sorprende. Las paredes de la terraza al aire libre de Edge son completamente de cristal, y las vistas de 360 grados del horizonte de la ciudad de Nueva York te esperan. Sales a la terraza de observación y te paras sobre un panel de cristal transparente en el medio del suelo. Es como si no pesaras y flotaras sobre las transitadas calles debajo. Finalmente, caminas hacia el borde de la terraza al aire libre. Imagina que has dejado atrás la gravedad. Estás en la cima de un triángulo rodeado de cristal que se aleja del edificio en ángulos diagonales, lo que te permite inclinarte sobre él. Ves a través del cristal las vistas expansivas que te rodean, flotando sobre la ciudad. Esta es la emoción que genera visitar Edge.

PREGUNTA DE ORIENTACIÓN

¿Cómo los arquitectos e ingenieros que diseñaron Edge usaron el cristal para construir un rascacielos fuerte, hermoso y sostenible?

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD

En esta actividad, las familias aprenderán sobre uno de los materiales más increíbles de la humanidad: el cristal. Explorarán cómo el cristal se genera naturalmente en el medio ambiente, aprenderán sobre el cristal especial que se usó para construir Edge y harán su prototipo de panel de cristal usando azúcar. Luego, los miembros de la familia harán una serie de pruebas para ver qué tan bien su panel de cristal demuestra las propiedades físicas del cristal: transparencia, resistencia al calor, resistencia química y resistencia a las roturas.

REACH FOR THE SKY

MATERIALES NECESARIOS¹

- papel cuadriculado
- lápiz
- crayón
- papel encerado o papel vegetal
- tijera
- 1 taza de agua
- 3 ½ tazas de azúcar blanca granulada
- ½ taza de jarabe de maíz claro
- ¼ cucharadita de cremor tártaro
- placa para horno con laterales elevados
- termómetro para dulces
- espátula
- aerosol de cocina
- papel de aluminio
- sorbetes o pinchos de madera
- hoja de observaciones **Hagamos la prueba**
- rociador con agua
- vela con fósforos o un encendedor

¹ Receta adaptada de <https://www.wikihow.com/Make-Sugar-Glass>

INSTRUCCIONES

FASE 1: INVESTIGACIÓN Y DISEÑO

1. ¿Qué es el cristal?^{2,3,4}
 - a. Lo ves en todas partes, pero ¿alguna vez te has puesto a pensar en el cristal? Es un material milagroso. Mira alrededor de tu casa y verás que hay cristal en todas las habitaciones. El cristal aparece en lugares comunes (como ventanas, cuadros y botellas), pero también en lugares inesperados. (El cristal se usa para fabricar cables de fibra óptica que nos ayudan a acceder a Internet, y es probable que justo ahora su casa esté aislada con fibra de vidrio o tejido plástico reforzado con cristal).
 - b. El cristal es sorprendentemente difícil de definir. En la actualidad, se conocen más de 350 000 tipos de cristal, y la receta para cada uno es diferente. Las recetas más básicas de cristal incluyen arena (dióxido de silicio), cal y carbonato de sodio. Como estos ingredientes se calientan y luego se enfrían rápidamente, no tienen oportunidad de formar un patrón regular. Esto es lo que hace que el cristal sea transparente.⁵
 - c. ¿Creías que el cristal era solo un material fabricado por las personas? ¡Piensa de nuevo! El cristal se genera de forma natural. Se forma cuando las rocas que tienen un alto contenido de silicio se calientan y luego se enfrían rápidamente. El cristal volcánico se forma cuando el magma caliente que sale de un volcán se enfría con rapidez. Los primeros seres humanos usaban la obsidiana, o el cristal volcánico, para fabricar herramientas y armas.
 - d. Los humanos reconocieron pronto el valor del cristal y lo han estado fabricando durante milenios. Se cree que los humanos fabricaron cristal por primera vez hace alrededor de 4000 años en la Mesopotamia.⁶ El cristal se fabricaba con propósitos prácticos y espirituales.
2. ¿Cuáles son las propiedades del cristal?
 - a. El cristal posee cuatro propiedades que lo definen y diferencian:
 - i. Transparencia: la capacidad de poder ver a través de él.
 - ii. Resistencia al calor: su capacidad para resistir altas temperaturas.
 - iii. Resistencia a la presión/las roturas: se puede hacer que sea increíblemente resistente con un proceso llamado "templado".
 - iv. Resistencia química: se usa en muchos productos porque no corroe ni disuelve las superficies con facilidad.
3. ¿Que hace que Edge se diferencie de todas las demás terrazas de observación en la ciudad de Nueva York?

² <https://cen.acs.org/articles/95/i47/s-glass-modern-day-researchers.html>

³ <https://www.glassallianceeurope.eu/en/what-is-glass#:~:text=Glass%20is%20made%20from%20natural,temperature%20it%20behave%20like%20solids>

⁴ <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2018/04/humankinds-most-important-material/557315/>

⁵ <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2018/04/humankinds-most-important-material/557315/>

⁶ <https://www.cmog.org/article/origins-glassmaking>

- a. ¡El cristal! Edge ofrece una experiencia inigualable y vistas de 360° grados **porque** están rodeados de cristal.
 - i. ¡Son cristales en ángulo que permiten que los visitantes se inclinen sobre Edge!
 - ii. El suelo de cristal emociona a los visitantes con la capacidad de pararse por encima de 100 pisos sobre las transitadas calles de la ciudad de Nueva York.
 - iii. El Extremo Este, donde se unen los paneles de cristal, da la sensación de falta de gravedad absoluta.
 - b. La base de Edge posee 15 secciones individuales que están ancladas a las paredes exteriores este y sur del edificio. ¡La sección más sólida de toda la plataforma es donde está ubicado el piso de cristal!
4. ¿Puedo hacer cristal en la cocina de casa?
- a. ¡Por supuesto que puedes! Con algunos ingredientes de uso diario, puedes hacer cristal de azúcar en casa. El cristal de azúcar se usa en las películas para grabar escenas de riesgo porque es barato y muy realista.
5. ¿Cómo lo hago?
- a. Sigue la receta a continuación para crear tu panel de cristal. Luego, pon a prueba el panel con una serie de cuatro pruebas diseñadas para revelar sus características físicas. Mientras creas y pones a prueba el panel de cristal, participarás en un proceso llamado "ciclo de diseño técnico". Se trata de una serie de pasos que usan los ingenieros y los científicos para crear nuevos productos. El ciclo de diseño técnico consta de lo siguiente:
 - i. Investigación y diseño
 - ii. Prototipo
 - iii. Prueba
 - iv. Reflexionar
 - v. Perfeccionamiento
6. Todo está listo para comenzar con los primeros pasos del proceso de diseño técnico: investigación y diseño. ¿Qué debo hacer?
- a. Investigación
 - i. Aquí es donde todo comienza. La investigación implica obtener información previa para iniciar el proceso de diseño sabiendo qué debe hacer tu producto y por qué. Hay dos puntos clave que debes descubrir para saber dónde comenzar: los criterios y las restricciones. Los criterios son las especificaciones que debe cumplir tu producto. Las restricciones son las limitaciones que debes respetar mientras lo fabricas. Estos son los criterios y las restricciones para el panel de cristal:
 1. Criterios: el panel debe ser lo suficientemente resistente como para resistir estas cuatro pruebas:
 - a. Debes poder ver a través de él cuando lo sostengas contra la luz.

- b. No debe agrietarse ni romperse cuando le des golpecitos.
 - c. No debe derretirse completamente cuando lo rocíes con agua.
 - d. No debe derretirse completamente cuando lo sostengas sobre una llama pequeña.
2. Restricciones:
- a. Debes fabricar el cristal con la receta provista.
 - b. El panel de cristal debe entrar en una placa para horno.
 - c. Puedes usar elementos de uso diario para fortalecer el cristal, como sorbetes y pinchos de madera.
 - d. Puedes hacer tu panel de cristal de la forma que más te guste.
 - e. El panel de cristal no debe tener refuerzos de metal ni estar reforzado con pegamento ni otros productos químicos.
- b. Diseño
- i. Diseña tu panel de cristal en papel cuadriculado.
 - ii. Traza el diseño con papel encerado o vegetal y un crayón. Recorta el diseño y colócalo en una placa para horno.
 - iii. Usa papel de aluminio para crear un borde que te ayudará a que el cristal mantenga su forma mientras se enfría.
 - iv. Cuando estés a gusto con la forma que creaste, prepárate para crear la mezcla de cristal.

FASE 2: PROTOTIPO

1. Ahora que he investigado y diseñado la forma, ¿el prototipo es el siguiente paso?
 - a. ¡Sí! Es momento de crear la mezcla para el cristal. Esto es lo que debes hacer:
 - i. Comienza rociando la placa para horno/el molde de papel aluminio con aerosol de cocina para que la mezcla de azúcar no se pegue.
 - ii. Coloca el azúcar, el agua, el jarabe de maíz y el cremor tártaro en una cacerola. Hierva los ingredientes a fuego medio y revuelve la mezcla constantemente. Asegúrate de no calentar demasiado la mezcla, porque se caramelizará o se quemará.
 - iii. A medida que la mezcla se calienta, pasará de turbia a clara. Sabrás que comenzó a hervir cuando se forme espuma en la parte de arriba.
 - iv. Coloca un termómetro para dulces en la cacerola. Mantén la mezcla a hervor bajo hasta que alcance los 300 grados. (Ten paciencia: esto puede llevarte más de una hora).
 - v. Cuando la mezcla alcance los 300 grados, viértela lentamente en la placa para horno. Ten mucho cuidado, ¡está muy caliente!

- vi. Coloca la placa para horno sobre una superficie sólida y déjala enfriar durante más o menos una hora. Mientras comienza a enfriarse, puedes agregar cualquier material de refuerzo, como pinchos de madera o sorbetes, para mejorar tu diseño.
 - vii. Cuando la mezcla se haya enfriado, coloca un cuchillo debajo de agua caliente y deslízalo con cuidado entre el borde de la mezcla y la placa. Esto te ayudará a despegar tu nuevo panel de cristal de la placa. Cuando lo hayas despegado, voltea la placa para horno para que el panel de cristal quede en tu mano.
- b. Obsérvalo; ¡fabricaste un panel de cristal! En el próximo paso, verás cómo reacciona a una serie de pruebas.

FASE 3: PRUEBA

1. Escribe tus hipótesis sobre cómo reaccionará el cristal a una serie de pruebas en la hoja de observaciones Hagamos la prueba.
2. Usa la hoja de observaciones Hagamos la prueba para evaluar qué tan bien se desempeña tu estructura de cristal en una serie de desafíos.
3. Realiza las cuatro pruebas y escribe tus notas en la hoja de observaciones.
4. Después de realizar las cuatro pruebas, revisa tus resultados. ¿Cuál de tus hipótesis resultó cierta? ¿Qué te sorprendió? Escríbelo en la tabla en la hoja de observaciones Hagamos la prueba.

FASE 4: REFLEXIÓN

1. ¿Cómo el cristal sobrevivió a los procedimientos de prueba?
2. ¿Qué mejoras le harías a tu prototipo?

FASE 5: PERFECCIONAMIENTO

1. Imagina que tuvieras que crear muchos paneles de cristal que encajen entre sí. ¿Cómo afectaría eso a tu diseño?
2. Piensa en las diferentes formas en las que usamos el cristal en la vida diaria: lo usamos para cocinar alimentos, hacer cables de fibra óptica, mantenernos seguros dentro de los automóviles y los aviones, y construir nuestras ciudades. ¿Cómo las propiedades del cristal hacen que sea tan útil para todos estos propósitos tan diferentes?
3. En familia, vean la excursión virtual [The Future is Now](#) (El futuro es ahora) y visiten Edge at Hudson Yards en persona. Mientras miran el video o hacen la visita, observen las diferentes formas en las que se usó el cristal. Deténganse a mirar las diferentes estructuras de cristal, y tómense un momento para apreciar cómo un material ancestral se utilizó para diseñar uno de los edificios más modernos y sostenibles del mundo. La ciencia y la ingeniería nos ayudan a imaginar un futuro más bello y sostenible. ¿Cómo puedes aprovechar el poder la ciencia para innovar en el mundo que te rodea?

ESTÁNDARES NACIONALES

Estándares de Ciencias para la Próxima Generación (NGSS)

MS-ETS1-3.

Analizar los datos de pruebas para determinar similitudes y diferencias entre numerosas soluciones de diseño para identificar las mejores características de cada una que puedan combinarse en una nueva solución a fin de alcanzar mejor los criterios para el éxito.

MS-PS1-3.

Reunirse e interpretar la información para explicar que los materiales sintéticos provienen de recursos naturales e impactan en la sociedad. [Aclaración: el énfasis está en los recursos naturales que pasan por un proceso químico para formar el material sintético. Los ejemplos de materiales nuevos podrían incluir nuevos medicamentos, alimentos y combustibles alternativos]. [*Límite de evaluación: la evaluación se limita a la información cualitativa*].

INSTRUCCIONES

1. Una vez que tu pieza de cristal esté completa, haz una hipótesis sobre cómo reaccionará a las cuatro pruebas que se mencionan abajo. Escribe tu hipótesis en la columna apropiada de la tabla.
2. Cuando hayas escrito las hipótesis, realiza las cuatro pruebas. Mientras haces las pruebas, escribe tus observaciones en la tabla.
3. Después de que hayas completado las cuatro pruebas, identifica las similitudes y las diferencias entre las hipótesis y el resultado real de las pruebas. ¡Toma nota de los resultados que te sorprendan!

	Hipótesis	Observaciones de prueba	Similitudes/ diferencias entre la hipótesis y la prueba
<p>TRANSPARENCIA</p> <p>Prueba 1: sostén el panel de cristal a contraluz. ¿Puedes ver a través de él?</p>			
<p>RESISTENCIA A LA PRESIÓN:</p> <p>Prueba 2: sostén el panel de cristal con una mano y dale golpecitos con la otra. ¿Se quiebra o rompe?</p>			
<p>RESISTENCIA QUÍMICA</p> <p>Prueba 3: rocía el panel de cristal cinco veces con el rociador de agua. ¿Se derrite?</p>			
<p>RESISTENCIA AL CALOR</p> <p>Prueba 4: sostén el panel de cristal a unas 10 o 12 pulgadas sobre la llama de una vela o un encendedor. Hazlo durante 30 segundos. ¿Se derrite?</p>			