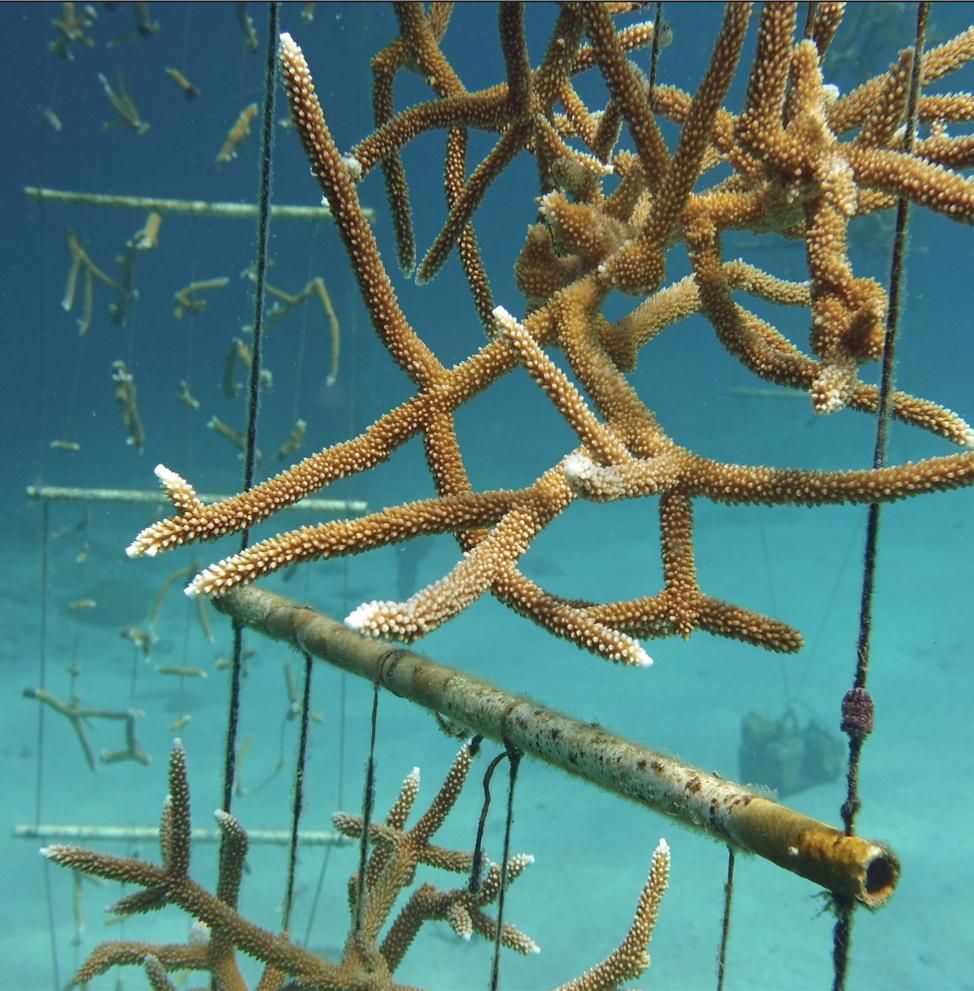




Smithsonian

SCIENCE
for Global Goals

¡BIOTECNOLOGÍA!



Parte 6:
**Biotecnología y
medioambiente**

**SUSTAINABLE
DEVELOPMENT GOALS**

desarrollado por



Smithsonian
Science Education Center

en colaboración con

iap **SCIENCE
HEALTH
POLICY**
the interacademy partnership

Aviso de derechos de autor

© 2022 Instituto Smithsonian

Todos los derechos reservados. Primera edición del 2022.

Aviso de derechos de autor

Ninguna parte de este módulo, ni los trabajos derivados del mismo, se puede utilizar ni reproducir para ningún propósito, excepto para un uso legítimo, sin autorización por escrito del Centro Smithsonian de Educación Científica.

El Centro Smithsonian de Educación Científica agradece enormemente los esfuerzos de todas las personas que se enumeran a continuación por su labor en el desarrollo de *¡Biotecnología! ¿Cómo podemos crear un futuro sostenible usando la biotecnología de forma ética?* Parte 6. Cada uno aportó su experiencia para garantizar que este proyecto sea de la más alta calidad. Para obtener una lista completa de reconocimientos, consulta la sección de reconocimientos al comienzo de esta guía.

Personal de desarrollo de guías del Centro Smithsonian de Educación Científica

Directora: Dra. Carol O'Donnell

Directora de la división de Programa de Estudios,
Medios Digitales y Comunicaciones: Laurie Rosatone

Desarrolladores del programa de estudios científicos:
Heidi Gibson, Logan Schmidt

Pasantes contribuyentes

Sarah Gallegos

Songhan Pang

Vittal Sivakumar

Mentores de investigación

Dra. Susie Yuan Dai

Dra. Mary Hagedorn

Revisores técnicos

Ben J. Novak

Dr. Joshua Yuan

Las contribuciones de los asesores de proyectos, mentores de investigación, revisores técnicos y el personal del Centro Smithsonian de Educación Científica se encuentran en la sección de agradecimientos.

Crédito de las imágenes

Portada: SkyF/iStock/Getty Images Plus

Figura 6-1: Tamir Bayarsaikhan/iStock/Getty Images Plus

Figura 6-2: Marzia Camerano/iStock/Getty Images Plus

Figura 6-3: Besiki Kavtaradze/iStock/Getty Images Plus

Figura 6-4: Олег Копьев/iStock/Getty Images Plus

Figura 6-5: Logan Schmidt, Centro Smithsonian de Educación Científica

Figura 6-6: Logan Schmidt, Centro Smithsonian de Educación Científica

Figura 6-7: Renato Borlaza/iStock/Getty Images Plus; Maksim Ankuda/iStock/Getty Images Plus; wissanu99/iStock/Getty Images

Plus; Sonia Rubert/iStock/Getty Images Plus; Václav Křivský/iStock/Getty Images Plus; Maksim Ankuda/iStock/Getty Images

Plus; Nubenamo/iStock/Getty Images Plus; Nubenamo/iStock/Getty Images Plus; Nubenamo/iStock/Getty Images Plus;

Maksim Ankuda/iStock/Getty Images Plus; Maksim; Ankuda/iStock/Getty Images Plus; da-vooda/iStock/Getty Images Plus

Figura 6-8: Judith Dzierzawa/iStock/Getty Images Plus

Figura 6-9: vlad61/iStock/Getty Images Plus

Figura 6-10: Davis Ladd/iStock/Getty Images Plus

Figura 6-11: Songhan Pang, Centro Smithsonian de Educación Científica; Austin Gibson

Figura 6-12: Songhan Pang, Centro Smithsonian de Educación Científica

Figura 6-13: Songhan Pang, Centro Smithsonian de Educación Científica

Figura 6-14: Songhan Pang, Centro Smithsonian de Educación Científica; Austin Gibson

Figura 6-15: Songhan Pang, Centro Smithsonian de Educación Científica; Austin Gibson

Figura 6-16: Kerry Hargrove/iStock/Getty Images Plus



PARTE 6: BIOTECNOLOGÍA Y EL MEDIOAMBIENTE

Planificador	210
Tarea 1: ¿Cómo puede la biotecnología hacer que nuestras comunidades sean más limpias?	211
Descubrir: ¿Cómo afectan los desechos y la contaminación a mi comunidad?	212
Comprender: ¿Cómo puede la biotecnología ayudar a resolver problemas de desechos y contaminación en una comunidad?	217
Actuar: ¿Cómo puedo resolver los problemas de desechos y contaminación en mi comunidad?	223
Tarea 2: ¿Cómo puede la biotecnología ayudar a restaurar la biodiversidad en los ecosistemas?	228
Descubrir: ¿Cuáles son los problemas de biodiversidad causados por las personas?	229
Comprender: ¿Las herramientas de biotecnología pueden ayudar con la conservación?	237
Actuar: ¿Cómo deberíamos utilizar la biotecnología para tener un impacto sobre los ecosistemas?	241
Glosario	246

¡Obtén más información!

Para obtener recursos y actividades adicionales, visita el StoryMap de *¡Biotecnología!* en <https://bit.ly/3pQUDpc>.



Planificador

Actividad	Descripción	Materiales y tecnología	Materiales adicionales	Tiempo aproximado	Número de página
Tarea 1: ¿Cómo puede la biotecnología hacer que nuestras comunidades sean más limpias?					
Descubrir	Observa la contaminación del aire, la tierra o el agua en tu comunidad.	<ul style="list-style-type: none"> • Papel • Lápices o bolígrafos 		45 minutos + tiempo de observación	212
Comprender	Crea un modelo de diferentes problemas de contaminación y cómo la biotecnología puede ayudar a mejorarlos. A continuación, aplica lo que has aprendido a un problema que hayas observado.	<ul style="list-style-type: none"> • Papel • Lápices o bolígrafos • Tijeras 	Impresión de la figura 6-5 (opcional)	40 minutos	217
Actuar	Considera diferentes perspectivas sobre cómo podrías abordar el problema que identificaste y crear un plan.	<ul style="list-style-type: none"> • Papel • Lápices o bolígrafos 		50 minutos	223
Tarea 2: ¿Cómo puede la biotecnología ayudar a restaurar la biodiversidad en los ecosistemas?					
Descubrir	Ejemplifica la importancia de la diversidad genética para un ecosistema.	<ul style="list-style-type: none"> • Papel • Lápices o bolígrafos • Tijeras 	<u>Mapa de identidad</u> (parte 1) Impresión de las figuras 6-11 y 6-12 (opcional)	30 minutos	229
Comprender	Investiga el potencial de la biotecnología para restaurar la biodiversidad en los ecosistemas.	<ul style="list-style-type: none"> • Papel • Lápices o bolígrafos • Tijeras 	Impresión de las figuras 6-13 y 6-14 (opcional)	20 minutos más el tiempo de investigación	237
Actuar	Crea un conjunto de reglas sobre el uso de la biotecnología para fomentar la conservación. Comparte estas reglas o un plan de conservación que crees con otras personas.	<ul style="list-style-type: none"> • Papel • Lápices o bolígrafos 		20 minutos + tiempo de acción	241



Tarea 1: ¿Cómo puede la biotecnología hacer que nuestras comunidades sean más limpias?

En esta tarea, **descubrirás** lo que ya sabes sobre los problemas relacionados con los desechos y la contaminación en tu comunidad. Luego, crearás un modelo para **comprender** cómo se puede utilizar la **biotecnología** para ayudar a reducir o eliminar los desechos y la contaminación. Por último, **actuarás** para elegir y sugerir algunas de estas soluciones a tu comunidad.

Conoce a tu mentora de investigación



Conoce a la Dra. Susie Dai. Susie (pronunciado SU-si) es una de los numerosos investigadores de todo el mundo que intentan utilizar la biotecnología para ayudar al medioambiente. Su equipo trata de encontrar maneras de utilizar los seres vivos, como hongos y bacterias, para descomponer las sustancias químicas perjudiciales en el medioambiente.

Susie es científica e investigadora en la Universidad A&M de Texas, en Estados Unidos. Tiene un doctorado en química. Sin embargo, también tiene conocimientos y perspectivas que provienen de otras partes de su **identidad**. Dado que ahora Susie trabajará contigo, es importante que la conozcas.

Para eso, Susie completó un mapa de identidad, como tú lo hiciste en la parte 1. El mapa de identidad de Susie incluye lo siguiente.

- 41 años
- Mujer asiática
- Vive en Texas
- Es una madre trabajadora
- Nació en China y aún tiene parientes allí, pero su familia vive en EE. UU.
- Le gusta la ciencia, la ingeniería y la poesía; disfruta de leer y escribir
- Es de estatura baja, con cabello negro, y usa anteojos o lentes de contacto
- “Me sentía muy mal por ser baja cuando era joven. Adquirí más confianza después de entrar al mundo profesional. Cómo te ves no representa quién eres; lo que haces es lo que te caracteriza”.



- Es una persona divertida y le encanta el humor. “Pienso que el trabajo duro es como la sal, hace que la vida sea sabrosa; el amor es el azúcar, hace que la vida sea dulce; el humor es el haz de luz, hace que la vida sea agradable”.
- Es la planificadora de su familia. “También hago trabajo voluntario en eventos comunitarios a los que creo que mi experiencia puede contribuir; de lo contrario, sigo a los líderes de la comunidad. No debe haber muchas manos en un plato”.
- Consejos para los jóvenes: “Nunca olviden lo que les interesa cuando están en la escuela. Las preguntas que hacen a esta edad son preguntas importantes. Deben buscar esas respuestas durante su vida. ¡Los animo a todos a siempre hacer preguntas!”.

Antes de que comiences esta tarea, reflexiona acerca del mapa de identidad de Susie.

- ¿Tienes algo en común con Susie?
- ¿En qué te diferencias de Susie?
- ¿Puedes ver algo en la identidad de Susie, además de sus títulos universitarios, que la ayudaría a comprender diferentes perspectivas o ideas sobre el medioambiente?

En esta tarea, notarás que Susie comparte ideas y experiencias contigo. Puede que te ayude a entender mejores maneras de investigar o que comparta algunas de las investigaciones que ha realizado.



Descubrir: *¿Cómo afectan los desechos y la contaminación a mi comunidad?*

La mayoría de las comunidades tienen algún tipo de desecho o **contaminación**. Los desechos y la contaminación pueden constar de basura plástica, aceites mecánicos o de cocina usados, alimentos sobrantes o sin usar, humo o **smog**, sustancias químicas perjudiciales u otros materiales. Los desechos y la contaminación se pueden encontrar en el aire, la tierra y el agua. En esta actividad, tú y tu equipo observarán los desechos y la contaminación que ya existen en tu comunidad.

1. Saca un papel. Piensa en las siguientes preguntas y dibuja o escribe tus respuestas.
 - a. ¿Dónde has notado que hay desechos o contaminación en tu comunidad?
 - b. ¿Crees que puedes hacer que esas partes de tu comunidad sean más limpias?
¿Por qué?



2. Lee los comentarios de Susie. Ella explica los tipos de desechos y contaminación que más le preocupan en las comunidades.

Susie dice lo siguiente: . . .



Muchos gobiernos, incluido el Gobierno de Estados Unidos, tienen normas para garantizar que el agua potable sea segura. Puedes visitar el sitio web de la Agencia de Protección Ambiental y encontrar una larga lista de **contaminantes** que forman parte de esas normas. Podrías decir: “Oh, este pesticida está en esa lista, por lo que no debería encontrarlo en el agua pública que bebo”.

Sin embargo, existen otros productos químicos que los seres humanos producen constantemente que aún no están en las normas. Los llamamos contaminantes **emergentes**. Ahora me enfoco en esos contaminantes emergentes. Uno de estos contaminantes son las PFAS o sustancias polifluoroalquiladas. Las PFAS también se conocen como productos químicos “eternos”, debido al tiempo que demoran en descomponerse.

3. Ahora harás algunas observaciones sobre los desechos y la contaminación en tu comunidad. Elige un compañero o un grupo pequeño y elige una de las observaciones enumeradas en *Observaciones de la comunidad* para completarla en tu comunidad.

Observaciones de la comunidad

Asegúrate de que tu equipo se divida lo más uniformemente posible en tres grupos para realizar sus observaciones. Cada grupo observará el aire, el agua o la tierra.

Para hacer las observaciones, puedes desplazarte por tu área local o recopilar información usando mapas, fotografías, publicaciones de las redes sociales, conversaciones con miembros de la comunidad u otro método que funcione bien para tu equipo. Elige un tipo de investigación que permita a todos los miembros del equipo participar. También puedes elegir el área que quieres observar. Puede ser solo un área pequeña alrededor de tu escuela o puede ser un área más grande, como tu vecindario o tu ciudad.



Recuerda que tu tarea es solo observar y prestar atención. No hay problema si no puedes responder todas las preguntas de tu sección. Está bien si notas algo que te causa curiosidad o que te hace querer saber más. Está bien si notas solo un problema en tu comunidad. Solo estás recopilando toda la información que puedas sobre tu comunidad.

Observación n.º 1: Aire

Intentarás notar cualquier desperdicio o contaminación en el aire de tu comunidad. Utiliza las siguientes sugerencias como ayuda para hacer tus observaciones.

- ¿Hay algún lugar donde los automóviles, camiones u otros vehículos esperen mientras sus motores están encendidos (como un estacionamiento de autobuses o una zona de subida/bajada de pasajeros)?
- ¿Hay calles con mucho tráfico durante ciertas horas del día?
- ¿Hay días en que haya smog o humo?
- ¿Puedes determinar de dónde provienen el smog y el humo?
- ¿Es difícil respirar o hacer ejercicio en tu comunidad?
- ¿Hay fábricas, sitios de construcción u otros espacios en tu comunidad que liberen humo, polvo u otros tipos de contaminantes del aire?
- ¿Observas algún indicio de humo, smog o contaminación en estatuas, monumentos o edificios de la comunidad?
- ¿Hay alguien de tu comunidad que ya esté tratando de mejorar la contaminación del aire? ¿Qué está haciendo para ayudar?



Figura 6-1: Una ciudad con mucha contaminación del aire.



Observación n.º 2: Tierra

Intentarás notar cualquier desperdicio o contaminación en la tierra de tu comunidad. Utiliza las siguientes sugerencias como ayuda para hacer tus observaciones.

- ¿Hay algún lugar donde el suelo se haya excavado, levantado o alterado, como sitios de construcción, jardines o granjas?
- ¿Hay lugares, como restaurantes, talleres de reparación de automóviles, gasolineras o fábricas, donde notes que hay líquidos o sólidos de esas empresas que se filtren en el suelo?
- ¿Dónde se llevan los desechos de alimentos en tu comunidad?
- ¿Hay lugares con edificios abandonados, o donde las personas descargan electrodomésticos, automóviles o productos electrónicos?
- ¿Hay lugares donde la basura no se recoge? ¿Hay lugares con mucha basura?
- ¿Se han cortado árboles recientemente en tu comunidad?
- ¿Hay áreas en tu comunidad que huelan mal o diferente?
- ¿Hay alguien de tu comunidad que ya esté tratando de mejorar los desechos y la contaminación en la tierra? ¿Qué está haciendo para ayudar?



Figura 6-2: Equipos de construcción excavando en un área de tierra.



Observación n.º 3: Agua

Intentarás notar cualquier desperdicio o contaminación en el agua de tu comunidad. Utiliza las siguientes sugerencias como ayuda para hacer tus observaciones.

- Cuando llueve, ¿a dónde va el agua de tu comunidad?
- ¿Hay espacios **impermeables**, es decir, espacios donde el agua no pueda ser absorbida por el suelo (como el pavimento)?
- ¿Tu comunidad tiene arroyos, ríos, estanques, lagos, humedales o **embalses**?
- ¿Hay lugares con agua estancada después de una lluvia o lugares que tardan mucho tiempo en drenarse?
- Piensa en la calle donde vives o en la calle donde está tu escuela.
 - ¿Sabes en qué dirección fluye el agua cuando llueve?
 - ¿Tu comunidad tiene drenajes pluviales?
 - ¿Sabes dónde termina el agua de los drenajes pluviales?
- ¿Hay edificios, empresas, fábricas, vertederos o sitios de construcción que tengan materiales, productos químicos, basura o desechos de alimentos que puedan ingresar al agua de tu comunidad durante una lluvia intensa?
- ¿Hay alguien de tu comunidad que ya esté tratando de mejorar los desechos y la contaminación del agua? ¿Qué está haciendo para ayudar?



Figura 6-3: Agua que fluye hacia un drenaje pluvial.



4. Primero piensa para ti y, luego, debate con un compañero:
 - a. ¿Cómo te hace sentir lo que notaste durante tus observaciones?
 - b. ¿Hay algún problema que desees resolver más que otros?
5. Lee lo que Susie dice, la cita sobre su investigación y por qué hace este trabajo.
 - a. ¿De qué manera observar un problema ayudó a motivar a Susie?

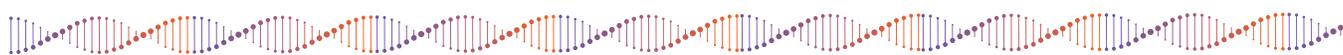
Susie dice: . . .



Muchas personas en los Estados Unidos tienen acceso a agua potable segura. Pero no podemos olvidar que algunas personas no lo tienen. Esas personas pueden depender de **agua sin procesar**, que es agua que no se ha tratado para eliminar contaminantes. Por ejemplo, el 10 % de la población de EE. UU. depende de pozos privados para obtener su agua potable.

Eso me hizo participar en mi investigación actual, que tiene dos partes. Una parte es tratar de entender hasta qué punto las personas están expuestas a productos químicos **tóxicos** en el medioambiente. La otra parte es tratar de entender cómo **mitigar** y abordar esos riesgos.

Es importante comprender cómo podemos limitar los contaminantes. No estoy diciendo que dejaremos de producir productos químicos. Pero nosotros, como seres humanos, debemos hacernos responsables del manejo de las cosas que producimos. Tenemos que ver lo que agregamos en el medioambiente y buscar soluciones para **remediar** esos contaminantes.



Comprender: ¿Cómo puede la biotecnología ayudar a resolver problemas de desechos y contaminación en una comunidad?

En la actividad Descubrir, tú y tu clase hicieron observaciones sobre los desechos y la contaminación en el aire, la tierra y el agua de tu comunidad. En esta actividad, modelarás una comunidad que tiene problemas con la contaminación y los desechos en el aire, la tierra y el agua. Aprenderás cómo la biotecnología puede ayudar con estos problemas mediante algo denominado **biorremediación**. La biorremediación consiste en utilizar los seres vivos para corregir, detener o revertir los daños al medioambiente.



1. Elige un compañero o un grupo pequeño.
2. Saca una hoja de papel o abre un nuevo documento digital.
3. Lee los Problemas comunitarios relacionados con los desechos y la contaminación y elige un problema que te interese o que sientas que es más importante para ti y tu grupo.

Problemas comunitarios relacionados con los desechos y la contaminación

En esta sección, se describen varios problemas de desechos y contaminación que una comunidad podría tener.

Edificio abandonado: Un edificio abandonado tiene pintura de plomo en sus paredes interiores y exteriores. La pintura de plomo se ha descascarado del edificio y ha entrado en el suelo cerca del edificio. Cuando llueve, parte de ese suelo lleno de plomo es arrastrado.

Área de compras: Un área de compras tiene caminos, aceras y estacionamientos pavimentados. Estas superficies son impermeables, lo que significa que el agua de lluvia no puede absorberse. Durante las tormentas, el agua de lluvia ingresa a los drenajes pluviales. El agua de lluvia contiene residuos y contaminación, como aceite de motor, desechos de mascotas, pequeños trozos de goma de los neumáticos de los autos y colillas de cigarrillos.



Figura 6-4: El agua de este camino pavimentado se drena en un área con césped.



Sitio de construcción: Un sitio de construcción está excavando un gran agujero para un nuevo edificio. La excavación del suelo libera parte del **dióxido de carbono** que estaba atrapado en el suelo. Y algunos de los vehículos de construcción liberan dióxido de carbono de sus motores. El dióxido de carbono es una de las causas del cambio climático global.

Campo de atletismo: La comunidad utiliza un producto químico llamado **herbicida** para evitar que crezcan malezas en los campos atléticos de césped. El agua arrastra el herbicida durante las lluvias intensas e ingresa a los ríos, arroyos y drenajes pluviales locales.

Patios y parques: Las personas de la comunidad utilizan **pesticidas** químicos para reducir o eliminar a los mosquitos en sus patios y parques. Sin embargo, esos pesticidas pueden matar muchos otros tipos de insectos, como las abejas y las mariquitas. También pueden causar el envenenamiento accidental de aves, gatos, perros, peces y otros animales.

Estacionamiento de autobuses: Se utiliza un estacionamiento con cercas para almacenar todos los autobuses escolares de la comunidad. Los autobuses operan sus motores cuando salen, en los tiempos de espera y cuando regresan, y contaminan el aire. Hay fugas de aceite de motor que caen de los autobuses. Cuando los autobuses se lavan, el jabón y otros tipos de productos de limpieza terminan en el pavimento y se filtran en los drenajes pluviales.

Caminos y techos de asfalto: Los caminos de la comunidad están hechos con un material llamado asfalto. Algunos techos de casas y de edificios también tienen tejas de asfalto. En días calurosos y soleados, el asfalto se calienta y puede liberar contaminación al aire.

Estanque: Hay un estanque en la comunidad cerca del área de compras y del edificio abandonado. Parte del agua de estas áreas entra en el estanque cuando llueve.

4. Anota o dibuja el problema que seleccionaste en tu papel. Puedes utilizar el título del problema, la descripción, un símbolo, una ilustración u otra marca para representar el problema que elegiste. Por ejemplo, si eliges el área de compras, puedes dibujar una bolsa de compras y un automóvil estacionado.
5. Lee cada una de las *tarjetas de soluciones de biorremediación* en la figura 6-5. Utilizarás una o más de estas soluciones para tratar de resolver el problema que elegiste en tu modelo.
6. Si es posible, imprime la figura 6-5 y recorta cada tarjeta de solución. Solo necesitas un conjunto de *tarjetas de solución de biorremediación* para cada grupo. También puedes leer las soluciones aquí y usar los íconos para registrar tus ideas.



Tarjetas de soluciones de biorremediación



Jardín de lluvia

Un jardín de lluvia es un grupo de plantas que pueden absorber y filtrar rápidamente los **derrames** de los techos, las entradas de los garajes y las aceras. Las plantas atrapan el agua y ayudan a que se absorba en el suelo más rápidamente. Los jardines de lluvia reducen la cantidad de agua estancada donde los mosquitos se pueden reproducir. Las plantas, los hongos y las bacterias en el jardín también pueden filtrar algunos de los **contaminantes** del agua. Esto ayuda a mantener la contaminación fuera de los drenajes y vías fluviales.



Árbol perenne

Este tipo de árbol puede atrapar la contaminación del aire en sus hojas tipo aguja, ramas y tronco. Los árboles perennes tienen hojas durante todo el año. Al igual que todas las demás plantas, un árbol perenne absorbe el dióxido de carbono del aire. Debido a que es muy alto y que está vivo durante todas las estaciones, puede absorber una gran cantidad de dióxido de carbono con el tiempo.



Girasol

Esta planta utiliza sus raíces para absorber metales pesados, como el plomo, del suelo. Al igual que el árbol perenne, también absorbe dióxido de carbono. Sin embargo, los girasoles mueren cuando la temperatura es muy fría.



Jacinto de agua

Este tipo de planta vive en el agua. Puede eliminar los metales pesados, como el plomo, del agua. También puede eliminar los contaminantes del agua. Crece increíblemente rápido.



Plantas de cobertura

Estas son plantas que se siembran en suelos desnudos, como campos de granjas vacíos o sitios de construcción. Un ejemplo es la planta de mostaza. Estos tipos de plantas evitan que la lluvia arrastre la tierra, la contaminación y los metales pesados. También pueden absorber materiales perjudiciales y eliminarlos del suelo. Además, pueden sacar dióxido de carbono del aire y ayudar a atraparlo en el suelo.

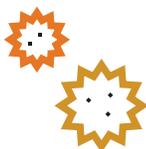
Figura 6-5: Soluciones de biorremediación para problemas de desechos y contaminación. (continuación)





Bacterias acuáticas

Ciertos tipos de bacterias pueden eliminar la contaminación y los desechos del agua, como el aceite de motor o el excremento de seres humanos u otros animales. Estas bacterias descomponen la contaminación y los desechos en materiales que no son perjudiciales.



Bacterias del suelo

Ciertos tipos de bacterias pueden ayudar a eliminar los metales pesados, como el plomo, del suelo. Utilizan los metales pesados para obtener energía y los descomponen en materiales que no son dañinos. A veces, este proceso puede tardar mucho tiempo.



Bacterias genéticamente modificadas

Los científicos pueden cambiar el **genoma** de ciertas bacterias para ayudarlas a descomponer los metales pesados y la contaminación más rápido que las bacterias que se encuentran en la naturaleza.



Plantas genéticamente modificadas

Los científicos pueden agregar **genes** a una planta que la ayudan a crear su propia protección contra las plagas. Por ejemplo, hay un cierto tipo de bacterias que producen una sustancia que mata a los mosquitos. Si se agregan genes de esas bacterias a una planta, la planta puede producir la sustancia y protegerse de los mosquitos.



Pesticida bioquímico

Un **pesticida bioquímico no es tóxico** y se produce naturalmente en un ser vivo. Un ejemplo es un aroma que atrae a ciertos tipos de insectos de plagas a una trampa o evita que se apareen.



Pesticida microbiano

Los **pesticidas microbianos** utilizan bacterias, hongos, virus u otros seres vivos pequeños para matar plagas o plantas. Por ejemplo, cierto hongo puede crecer en una oruga que es una plaga. El hongo absorbe agua y nutrientes de la oruga hasta que esta muere. Luego, el hongo puede propagarse por el aire a otras orugas.

Figura 6-5: (continuación)



7. Pídele a cada miembro de tu grupo que elija la solución (o soluciones) de biorremediación que creen que resolverán el problema que elegiste. Para mostrar su elección, pueden colocar la tarjeta sobre el problema o dibujar los íconos en tu papel.
8. Ahora, en grupo, agreguen, reorganicen o retiren las tarjetas de soluciones según lo que consideren que los ayudará a resolver mejor el problema de su modelo. Traten de acordar como grupo cómo desean resolver el problema. Utilicen estas preguntas como ayuda para pensar:
 - a. ¿Alguna de estas soluciones parece más fácil de aplicar que otras?
 - b. ¿Creen que las personas de la comunidad podrían estar preocupadas, tener curiosidad o desear obtener más información sobre algunas de las soluciones?
 - c. ¿Las soluciones funcionarán a corto o largo plazo?
9. Piensa en estas preguntas para ti:
 - a. ¿Fue fácil ponerse de acuerdo? ¿Por qué?
 - b. ¿Hubo alguna solución que te haya preocupado, incomodado o sobre la cual hubieras querido saber más antes de usarla?
 - c. ¿Hubo alguna solución que te haya entusiasmado?
10. Si lo deseas, elige otro modelo de problema comunitario y repite los pasos 7 y 8.
11. Piensa en un problema que hayas notado en tu comunidad durante la actividad Descubrir.
12. ¿Hay alguna solución de biorremediación de la actividad Comprender que te ayudaría a resolver ese problema? ¿Por qué?
13. Los investigadores están trabajando en muchos tipos diferentes de soluciones de biorremediación. Lee lo que Susie dice acerca de su investigación sobre cómo los hongos pueden ayudar a remediar los contaminantes en el medioambiente.
 - a. Susie está tratando de encontrar un “superhéroe” de la biorremediación. Si tú también estuvieras buscando un superhéroe de la biorremediación, ¿qué te gustaría que hiciera?



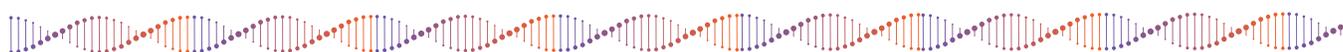
Susie dice: . . .

Si vas al bosque y observas un trozo de madera muerta, tiene hongos creciendo, ¿verdad? Los hongos están descomponiendo el material de la madera muerta. Uno de esos materiales es la lignina. La lignina es la parte de la pared celular de una planta que es muy difícil de descomponer. Por eso, los muebles costosos están hechos de madera con mucha lignina. Los muebles duran mucho debido a la lignina de la madera. Los

hongos, como los que se encuentran en la madera muerta, pueden descomponer la lignina.

En mi investigación, estamos tratando de utilizar los mismos sistemas de los hongos que pueden descomponer la lignina para descomponer contaminantes, como las sustancias químicas eternas. Utilizamos herramientas que la naturaleza ya utiliza, pero que las personas aún no han apreciado.

Hay hongos con los que hemos trabajado en el pasado para la biorremediación, pero estoy tratando de encontrar un nuevo hongo que pueda hacer un mejor trabajo que los que ya conocemos. Lo que espero hacer es encontrar un superhéroe que pueda descomponer muchos contaminantes a la vez.



Actuar: ¿Cómo puedo resolver los problemas de desechos y contaminación en mi comunidad?

En la actividad Descubrir, notaste los problemas con los desperdicios y la contaminación en tu comunidad. Aprendiste cómo la biotecnología puede ayudar a resolver problemas en la actividad Comprender. Ahora, es el momento de utilizar lo que has aprendido sobre tu comunidad y sobre la biotecnología para planificar y compartir cómo resolver problemas en tu comunidad.

1. Vuelve a pensar en las *tarjetas de soluciones de biorremediación*. Clasificarás cada solución según qué tan cómodo y confiado te sentirías usándola, y si piensas que tendrías el poder para usar esta solución en tu comunidad. En la figura 6-6, se muestra un ejemplo.



- Más (11)**
11. Jardín de lluvia
 10. Plantas de cobertura
 9. Girasol
 8. Jacinto de agua
 7. Bacterias acuáticas
 6. Bacterias del suelo
 5. Árbol perenne
 4. Pesticida bioquímico
 3. Biopesticida microbiano
 2. Bacterias genéticamente modificadas
 1. Plantas genéticamente modificadas
- Menos (1)**

Figura 6-6: Un ejemplo de soluciones clasificadas por lo cómodo y confiado que te sentirías usándolas y si crees que tienes el poder de usarlas en tu comunidad.

2. Considera las soluciones que clasificaste en la parte inferior de la escala. Piensa para ti:
 - a. ¿Aprender más acerca de esas soluciones te haría sentir más cómodo y confiado? ¿Cómo o dónde podrías encontrar más información?
 - b. ¿Con quién necesitarías comunicarte en tu comunidad a fin de obtener más poder para sugerir o utilizar esas soluciones?
3. Pensar en las perspectivas **sociales, económicas, ambientales** y **éticas** de las soluciones de biotecnología es una parte importante de actuar. Con tu compañero o en un grupo pequeño, lee las Perspectivas sobre las soluciones de desechos y contaminación.

Perspectivas sobre los desechos, la contaminación y las soluciones

Social

Las bacterias diseñadas genéticamente pueden ayudar a descomponer la contaminación y los metales perjudiciales en el suelo y el agua más rápidamente que las bacterias que se encuentran en la naturaleza. Sin embargo, aún se están estudiando los riesgos de liberar bacterias genéticamente modificadas en el



entorno natural. Es posible que algunas personas de una comunidad no se sientan cómodas con la introducción de organismos modificados genéticamente en el medioambiente. Podrían expresar preocupaciones, como “¿el **ADN** de estas bacterias se puede transferir a otros seres vivos?”. ¿Es correcto utilizar organismos modificados genéticamente si a algunas personas les preocupa? ¿Cómo deben tomar esta decisión las comunidades y quién debe estar involucrado?

Económica

Las plantas como los girasoles y los árboles perennes pueden ayudar a eliminar la contaminación del aire y del suelo. Pero cuesta dinero comprar, plantar y cuidar estas plantas. También toma tiempo obtener permiso para plantarlas, decidir dónde sembrar y cuidar de ellas una vez que se planten. ¿Quién en una comunidad debería ser responsable de utilizar su tiempo y dinero para cuidar las plantas, y ayudar con los desechos y la contaminación?

Medioambiental

Los jacintos de agua pueden ayudar a eliminar la contaminación y los metales pesados del agua. Son económicas, crecen rápido y funcionan rápido para limpiar el agua. Sin embargo, cuando no son nativos de una zona, pueden propagarse rápidamente, bloquear el crecimiento de otras plantas, perjudicar a las poblaciones de peces, y obstruir ríos, arroyos y estanques. ¿Usarías los jacintos de agua si no fueran nativos de tu comunidad? ¿Por qué?



Figura 6-7: Los jacintos de agua invasivos cubren toda la superficie de este río.



Ética

Una comunidad puede tener muchos problemas diferentes con los desechos y la contaminación. Estos problemas pueden afectar a algunos grupos de personas más que a otros. ¿Cómo debe una comunidad decidir qué problemas son los más importantes para resolver?

4. Elige una perspectiva de *Perspectivas sobre las soluciones de desechos y contaminación* para analizarla con tu compañero o en un grupo pequeño. Intenten acordar una respuesta a la pregunta al final de cada una. Cuando hayan terminado, busquen otro grupo que haya elegido la misma perspectiva. Comparen sus respuestas.
5. Lee los comentarios de Susie acerca de las perspectivas que debe considerar al investigar la biorremediación. ¿Crees que alguna de esas perspectivas será importante para tu comunidad?

Susie dice: . . .



Uno de los objetivos muy importantes de la biorremediación es que funcione rápidamente y sea asequible.

Si mi jefe dice: "Ocúpate de este producto químico dentro de dos semanas", tengo que hacerlo en dos semanas. Si el Congreso dice: "Para el año 2025, tenemos que alcanzar este objetivo de remediación" y digo que me llevará 100 años hacerlo, los políticos me echarán de la habitación. Si quiero producir un biocombustible, pero cuesta USD 20 por galón, ¿quién lo comprará? El uso de hongos para limpiar un contaminante no es lo suficientemente rápido para la sociedad moderna. Por eso, mi investigación está tratando de acelerar las cosas.

Queremos ayudar a un organismo natural, como un hongo, a remediar en un tiempo razonable. Esperamos combinar la biorremediación con otros sistemas y herramientas potenciales que ya existen en ingeniería, ingeniería química o ingeniería ambiental, y que se pueden integrar fácilmente en los sistemas que ya tenemos.



6. Piensa para ti sobre los problemas que observaste en tu comunidad en la actividad Descubrir.
 - a. ¿Hay algún problema en tu comunidad que te haga sentir confiado sobre poder resolverlo? Elige solo uno.
 - b. ¿Hay alguna solución de biorremediación de la actividad Comprender que te podría ayudar a resolver ese problema?
7. Una vez que hayas seleccionado un problema que consideras que podrías resolver, responde estas preguntas y registra tus respuestas en un documento digital o en papel.
 - a. ¿Cómo podrías comenzar ahora mismo con la resolución de este problema en tu comunidad?
 - b. ¿Quién en tu comunidad podría ayudarte con esta solución?
 - c. ¿Qué te preocupa acerca de probar esta solución?
 - d. ¿Qué te entusiasma acerca de probar esta solución?
8. Encuentra a una persona en tu hogar, escuela o comunidad con la que puedas compartir tus ideas. Explícale tu solución y pídele su opinión.
9. Lee lo que dice Susie acerca de cómo interactuar con la comunidad. ¿Cómo crees que podrías tratar de utilizar la educación y la comunicación para que tu comunidad comprenda la biorremediación?

Susie dice: . . .



A veces, tienes una solución maravillosa, pero las personas de la comunidad no están de acuerdo contigo. Pero nunca puedes forzar ningún programa político. Somos una sociedad humana. Tenemos que considerar los estándares actuales y dar pequeños pasos para que la comunidad acepte nuestra solución. La educación y la comunicación pueden ayudar. Podemos educar a nuestra comunidad y a nuestra próxima generación.



Tarea 2: ¿Cómo puede la biotecnología ayudar a restaurar la biodiversidad en los ecosistemas?

Muchos seres vivos en todo el mundo se ven afectados por el impacto de los seres humanos sobre el planeta. Las actividades humanas a menudo tienen un impacto negativo sobre la **biodiversidad**. La biodiversidad es la variedad de los numerosos seres vivos diferentes que habitan la Tierra. En esta tarea, **descubrirás** más información acerca de los problemas de biodiversidad causados por las personas. A continuación, investigarás para **comprender** mejor cómo la biotecnología puede proporcionar herramientas útiles para ayudar a conservar la biodiversidad. Por último, **actuarás** para mejorar el conocimiento y la comprensión de los problemas de biodiversidad y biotecnología en tu comunidad.

Conoce a tu mentora de investigación



Conoce a la Dra. Mary Hagedorn. Mary (pronunciado ME-ri) es una de los numerosos investigadores de todo el mundo que intentan utilizar la biotecnología para ayudar al medioambiente.

Mary es científica investigadora en el Centro para la Supervivencia de las Especies del Instituto Smithsonian de Estados Unidos. Tiene un doctorado en ciencias marinas. Sin embargo, también tiene conocimientos y perspectivas que provienen de otras partes de su identidad. Dado que ahora Mary trabajará contigo, es importante que la conozcas.

Para ayudarte, Mary completó un mapa de identidad, como lo hiciste tú en la parte 1. El mapa de identidad de Mary incluye los siguientes aspectos.

- Femenino
- Vive en Hawái, EE. UU.
- Le gusta cocinar, viajar, nadar, practicar esnórquel, hacer jardinería y leer
- La única niña en una familia de siete hermanos
- Exploradora: “He sido una exploradora desde que era una niña pequeña, ya que constantemente exploraba el espacio en mi vecindario y a su alrededor”
- Viajera: “Viajé internacionalmente por mi cuenta cuando estaba en preparatoria y viví con una familia en Sicilia”
- Mientras cursaba el posgrado, viajó y vivió en distintos lugares de Centroamérica y Sudamérica trabajando en investigación científica



- “Después de recibir mi doctorado, viajé y viví en un pequeño pueblo de África Occidental, que me transformó mientras aprendí más sobre esta maravillosa comunidad que se cuidaba mutuamente como parte del bien social”.
- Considerada: “Me gustaría pensar que el bien social de cuidar a los demás también podría extenderse a cuidar y proteger nuestros ecosistemas y nuestro planeta, de modo que cada niño pueda crecer para ver y experimentar lugares hermosos y salvajes de la Tierra”.

Antes de que comiences esta tarea, reflexiona acerca del mapa de identidad de Mary.

- ¿Tienes algo en común con Mary?
- ¿En qué te diferencias de Mary?
- ¿Puedes ver algo en la identidad de Mary, además de sus títulos universitarios, que la ayudaría a comprender diferentes perspectivas o ideas sobre el medioambiente?

En esta tarea, notarás que Mary comparte ideas y experiencias contigo. Puede que te ayude a entender mejores maneras de investigar o que comparta algunas de las investigaciones que ha realizado.



Descubrir: *¿Cuáles son los problemas de biodiversidad causados por las personas?*

La vida en la Tierra depende de la biodiversidad. Muchos seres vivos diferentes son parte de los ecosistemas de los cuales la vida depende, incluida la vida humana. En esta actividad, obtendrás más información sobre tu relación con la biodiversidad. También explorarás las amenazas a la biodiversidad en diferentes niveles.

1. Toma el Mapa de identidad de la parte 1 y revísalo detenidamente. Recuerda que cada persona es única.
 - a. ¿Cuáles son algunas cosas sobre tu identidad que te diferencian de otras personas que te rodean? Elige una cosa para compartir.
2. En equipo, utilicen una pizarra, un papel compartido o un documento digital compartido para crear un Mapa de identidad del equipo.
 - a. Dibuja un círculo en el centro, como lo hiciste para tu mapa de identidad.
 - b. Designa este círculo como “Nuestro equipo”.



- c. Haz que cada miembro del equipo agregue elementos al Mapa de identidad del equipo dibujando o escribiendo la parte de su identidad que eligieron para compartir.
3. En equipo, examinen el Mapa de identidad del equipo. Analicen:
 - a. ¿Cuál es la ventaja de que personas con muchas identidades diferentes formen parte del equipo?
 - b. ¿Hay ideas o tipos de conocimientos que tienen como grupo que no tendrían como individuos?
 - c. ¿Esto sucede con las personas en general? ¿Es útil tener muchas habilidades e intereses diferentes?
4. Lee lo que dice Mary sobre por qué piensa que la diversidad es tan importante. ¿Por qué crees que la diversidad es importante? Comparte tus ideas con un compañero.

Mary dice lo siguiente: . . .



En países que tienen diversidad de pensamiento, diversidad de creencias, diversidad de orígenes, diversidad de habilidades, podemos enfrentar mejor los problemas. Esto se debe a que, cuando solo se piensa de una manera, se tiende a responder un problema de una sola manera. Por lo tanto, tener diversidad de pensamiento, personas y creencias nos ayuda a ser más fuertes y a tener una variedad de enfoques diferentes. Es lo mismo en las plantas, los animales y otros seres vivos: Cuando hay más diversidad, tienes más opciones para responder a los diferentes desafíos.

5. Lee ¿Qué son los tipos de biodiversidad?

¿Qué son los tipos de biodiversidad?

La variedad que encuentras entre las personas se debe parcialmente a pequeñas diferencias en sus genomas. Estas se pueden considerar **variaciones** en la secuencia de genes, lo que puede llevar a todo tipo de diferencias en los seres humanos individuales.

Lo mismo ocurre con otras **especies**. Una especie es un tipo de ser vivo, como un ser humano, un perro o una palmera. Las variaciones en el genoma de una especie se denominan diversidad genética. Una alta **diversidad genética**, que es



una gran variedad de **rasgos** diferentes en la población, ofrece a la población una mayor oportunidad de sobrevivir a las amenazas y tensiones en el medioambiente. Incluso si un individuo específico dentro de una población no sobrevive a una amenaza, es más probable que una especie con alta diversidad genética no se extinga. En la figura 6-8, se muestra parte de la diversidad genética de los perros.



Figura 6-8: Diferentes razas muestran la diversidad genética de los perros.

Sin embargo, la diversidad no solo está dentro de un genoma. Tener muchas especies diferentes presentes en un lugar también es importante. Esto se denomina **diversidad de especies**. Las especies cumplen muchas funciones diferentes en un **ecosistema**. Un ecosistema es una comunidad de seres vivos y cosas no vivientes. Algunas especies producen alimentos, como las plantas. Otras comen plantas, como los seres humanos y los ciervos. Otras **descomponen** cosas que ya no están vivas, como los hongos y las bacterias. Muchas especies están involucradas en cada una de estas funciones dentro de un ecosistema. Generalmente, cuando una mayor cantidad de especies viven en un lugar, el ecosistema tiene una mejor capacidad de superar los desafíos, como un clima cambiante o la pérdida de una especie en el ecosistema. En la figura 6-9, se muestra un ejemplo de un ecosistema de arrecife de coral con muchas especies diferentes. ¿Cuántas puedes ver?



Figura 6-9: Ejemplo de biodiversidad de especies dentro de un ecosistema de arrecife de coral.



Una variedad de ecosistemas también es una parte importante de la biodiversidad. Hay muchos tipos de ecosistemas, desde un pantano y un prado de montaña hasta un arrecife de coral. Una amplia variedad de ecosistemas se denomina **diversidad de ecosistemas**. La diversidad de ecosistemas fomenta una amplia gama de especies y es importante para el planeta. Por ejemplo, piensa en cuántos tipos diferentes de especies podrían vivir en los ecosistemas que se encuentran en la figura 6-10.



Figura 6-10: Un lugar con una variedad de ecosistemas: lago, playas rocosas, bosques de pinos y montañas nevadas.

6. Analiza con tu equipo:

- a. ¿Cómo crees que la diversidad genética, la diversidad de especies y la diversidad de ecosistemas se relacionan entre sí? Por ejemplo, ¿la diversidad genética conduce a la diversidad de especies?
- b. ¿Por qué crees que es importante tener biodiversidad en la Tierra? Asegúrate de pensar en cómo todas las especies, incluidos los seres humanos, están conectadas entre sí.

7. Utilizarás las poblaciones de coral cuerno de alce como ejemplo para investigar cómo la diversidad genética afecta la capacidad de supervivencia de una población. Lee las opiniones de Mary. ¿Cuáles son algunos de los problemas que enfrentan las especies de coral cuerno de alce en el Caribe?



Mary dice lo siguiente: . . .

El océano en el Caribe está en muy mal estado. Es pequeño y solo tiene alrededor de 60 especies de coral. Tiene antecedentes de contaminación, enfermedades y otros factores estresantes locales. Imagina que tienes todas estas hermosas islas, y todas tienen estos corales increíbles a su alrededor. Con el tiempo, algunos de estos corales se dinamitaron para hacer bahías y cosas similares. Esto solo empeoró a medida que más personas iban al Caribe, en lo relativo a turismo, barcos y tráfico. Además de todo esto, hay factores estresantes globales, como el cambio climático. Algunos científicos predicen que, a mediados de la década del 2030, solo el 1 % de los corales globales seguirá existiendo.

8. Lee las *Instrucciones del juego de cartas de diversidad genética* y juega.

Instrucciones del juego de cartas de diversidad genética

El problema

El coral cuerno de alce es una especie de coral que vive en el Caribe, Florida y las Bahamas. Aunque el coral cuerno de alce es solo una especie, son una parte muy importante de su ecosistema. El coral cuerno de alce forma grupos densos, llamados **arrecifes**, en aguas poco profundas. Estos arrecifes ofrecen lugares para que vivan los peces y otros seres vivos silvestres. Sin embargo, los impactos humanos amenazan a la población de coral cuerno de alce.

Tu objetivo

Tu objetivo es que la mayor cantidad posible de corales cuerno de alce individuales sobrevivan.

Tipos de cartas

Hay dos tipos de cartas:

- a. Cartas de coral cuerno de alce (12): Cada una de estas cartas representa un coral individual que forma parte de la población del coral cuerno de alce.



Cada coral es genéticamente único, y tiene diferentes rasgos y capacidades. En las cartas, se representan cuatro rasgos:

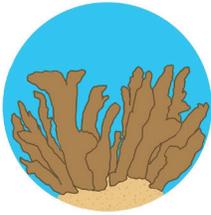
- Nivel de myxococcales: Las myxococcales son bacterias que ayudan al coral cuerno de alce a resistir la enfermedad de la banda blanca. Algunos corales fomentan el crecimiento de más myxococcales a su alrededor.
 - Resistencia al calor: La capacidad de vivir en agua caliente
 - Nivel de profundidad marina: La capacidad de vivir en aguas más profundas
 - Nivel de concentración de oxígeno: La capacidad de sobrevivir cuando hay menos oxígeno en el agua
- b. Cartas de situaciones (4): Cada carta muestra una situación que podría sucederle a la población de coral.

Juega

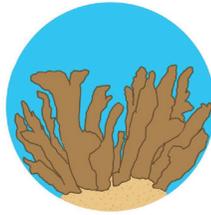
1. Imprime y recorta las cartas de coral cuerno de alce de la figura 6-11 y las cartas de situaciones de la figura 6-12. Si no puedes imprimir las tarjetas, puedes escribir la información de estas en un papel y recortarlo.
2. Divide las cartas de coral cuerno de alce de manera uniforme entre tu grupo. Hay 12 cartas, por lo que, si es posible, haz que tu grupo sea de un tamaño en el que las cartas se puedan distribuir uniformemente.
3. Coloca las cartas de situaciones mirando hacia abajo entre los jugadores.
4. Pide a un jugador que elija una carta de situación y que se la lea al grupo. Cada situación se centrará en un rasgo específico.
5. Cada rasgo de las cartas de coral cuerno de alce tiene un valor numérico diferente. Si el número está por debajo del número permitido en la carta de situación, desecha la carta de coral cuerno de alce.
6. Después de cada ronda, cuenta cuántos corales quedan.
7. A continuación, saca otra carta de situación y continúa.
8. Sigue jugando hasta que se hayan utilizado las cuatro cartas de situaciones.
9. ¿Cuántos corales quedan al final?
10. Vuelve a jugar para ver si el número de corales que quedan al final cambia si eliges las cartas de situaciones en un orden diferente.



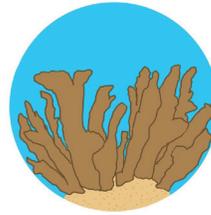
Cartas de coral cuerno de alce



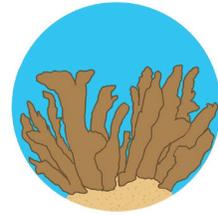
Nivel de myxococcales: 4
 Resistencia al calor: 5
 Nivel de profundidad marina: 7
 Nivel de concentración de oxígeno: 8



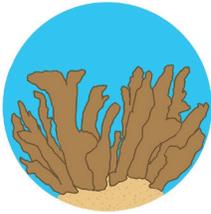
Nivel de myxococcales: 2
 Resistencia al calor: 6
 Nivel de profundidad marina: 5
 Nivel de concentración de oxígeno: 7



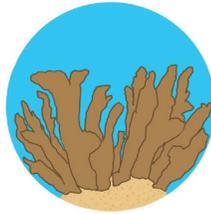
Nivel de myxococcales: 1
 Resistencia al calor: 6
 Nivel de profundidad marina: 3
 Nivel de concentración de oxígeno: 2



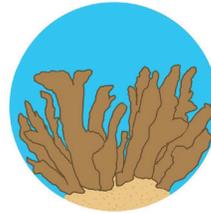
Nivel de myxococcales: 8
 Resistencia al calor: 7
 Nivel de profundidad marina: 7
 Nivel de concentración de oxígeno: 7



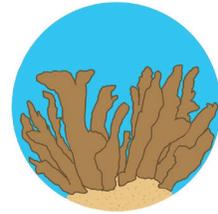
Nivel de myxococcales: 0
 Resistencia al calor: 1
 Nivel de profundidad marina: 1
 Nivel de concentración de oxígeno: 3



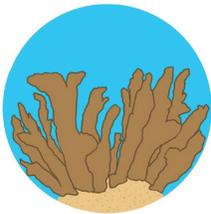
Nivel de myxococcales: 2
 Resistencia al calor: 1
 Nivel de profundidad marina: 3
 Nivel de concentración de oxígeno: 3



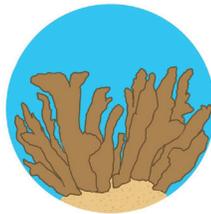
Nivel de myxococcales: 4
 Resistencia al calor: 2
 Nivel de profundidad marina: 5
 Nivel de concentración de oxígeno: 1



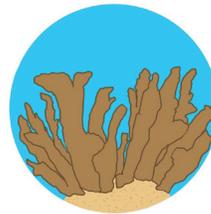
Nivel de myxococcales: 3
 Resistencia al calor: 6
 Nivel de profundidad marina: 4
 Nivel de concentración de oxígeno: 4



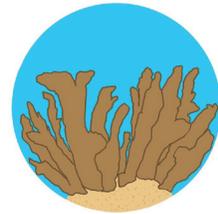
Nivel de myxococcales: 6
 Resistencia al calor: 5
 Nivel de profundidad marina: 3
 Nivel de concentración de oxígeno: 6



Nivel de myxococcales: 9
 Resistencia al calor: 8
 Nivel de profundidad marina: 6
 Nivel de concentración de oxígeno: 7



Nivel de myxococcales: 1
 Resistencia al calor: 4
 Nivel de profundidad marina: 2
 Nivel de concentración de oxígeno: 6



Nivel de myxococcales: 4
 Resistencia al calor: 6
 Nivel de profundidad marina: 1
 Nivel de concentración de oxígeno: 7

Figura 6-11: Cartas de coral cuerno de alce.



Cartas de situaciones

Situación: Pérdida de hábitat y contaminación

Los derrames de aguas de tierras agrícolas y otras fuentes han contaminado las aguas poco profundas. La contaminación dificulta el crecimiento de los corales en aguas poco profundas y aumenta el crecimiento de algas perjudiciales. Solo los corales cuerno de alce que pueden vivir en aguas más profundas pueden sobrevivir.

Acción: Descarta todas las cartas de coral cuerno de alce con niveles de profundidad marina de 4, 3, 2 o 1.

Situación: Cambio climático

Los océanos se están calentando debido al cambio climático. Este calor puede provocar tensión en los corales y causar blanqueamiento del coral. Algunos corales cuerno de alce viven junto a algas útiles resistentes al calor que ayudan a los corales a sobrevivir incluso con blanqueamiento de coral.

Acción: Descarta todas las cartas de coral cuerno de alce con niveles de resistencia al calor de 5, 4, 3, 2 o 1.

Situación: Especies invasivas

El pez león es una especie invasiva del Caribe. Come peces que normalmente comerían las algas que están encima del coral. Esto altera el ecosistema del arrecife y provoca que haya menos oxígeno disponible para los corales. Algunos corales pueden sobrevivir con menos oxígeno.

Acción: Descarta todas las cartas de coral cuerno de alce con niveles de concentración de oxígeno de 6, 5, 4, 3, 2 o 1.

Situación: Enfermedad

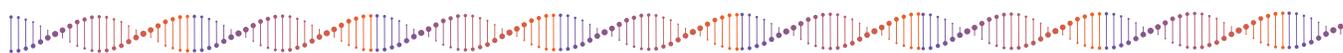
La enfermedad de banda blanca se propaga por caracoles acuáticos y la estimula la contaminación humana. Destruye el tejido del coral cuerno de alce y mata lentamente arrecifes completos. Solo los corales cuerno de alce que tienen grandes cantidades de bacterias llamadas myxococcales podrán sobrevivir.

Acción: Descarta todas las cartas de coral cuerno de alce con niveles de myxococcales de 6, 5, 4, 3, 2 o 1.

Figura 6-12: Cartas de situaciones.



11. Después de terminar de jugar, debate con tu grupo:
- ¿De qué manera las actividades humanas causan los problemas con el coral cuerno de alce?
 - ¿Qué podrían haber hecho las personas de manera diferente para cambiar las situaciones?
 - ¿Cuál crees que sería el cambio más importante de las situaciones si estuvieras tratando de ayudar a mantener vivo al coral cuerno de alce?
 - ¿Por qué la diversidad genética del coral era importante cuando intentaba sobrevivir a las situaciones?
 - ¿Qué pasaría si todos los corales no tuvieran diversidad genética y, por lo tanto, todos tuvieran la misma capacidad para sobrevivir a diferentes amenazas? ¿Cuál sería el riesgo para la especie?
 - ¿La diversidad genética de los corales sobrevivientes es mayor o menor que antes de enfrentar las diferentes situaciones? ¿Cómo podría esto afectar la capacidad del coral cuerno de alce para sobrevivir a las amenazas en el futuro?
12. Piensa en el *Mapa de identidad del equipo*. Analiza con tu equipo:
- ¿De qué manera diferentes personas con distintas características ayudan a un grupo a responder a los desafíos?
 - ¿En qué se asemejan las diferencias en tu equipo a la diversidad genética del coral?
 - ¿Crees que es importante tener un equipo con rasgos diferentes?
 - ¿También es importante tener diferentes rasgos e ideas entre poblaciones de personas en tu comunidad local o a nivel mundial?
13. Solo o con un compañero, piensa sobre los seres vivos en tu área local. ¿Se te ocurre una especie que vive cerca de ti y que crees que sería importante proteger? ¿Cuáles crees que podrían ser las amenazas para esa especie?



Comprender: *¿Las herramientas de biotecnología pueden ayudar con la conservación?*

Sabes que las personas pueden tener un impacto negativo sobre la biodiversidad. Pero también hay formas en que las personas pueden ayudar, por ejemplo, reduciendo la contaminación o controlando las especies invasivas. La biotecnología también puede ayudar a preservar y restaurar la diversidad genética.

1. Reúnete con tu equipo en un círculo. La práctica de la **conservación** consiste en proteger, preservar y restaurar la biodiversidad. Siguiendo el orden del círculo, que cada miembro del equipo comparta una idea que ya tiene sobre las formas en que



las personas pueden apoyar las acciones de conservación; repítanlo tres veces. Si no estás seguro, está bien, pronto aprenderás más. Simplemente esfuérzate al máximo.

- a. Primero, comparte las maneras en que las personas pueden proteger la biodiversidad deteniendo cualquier daño adicional al medioambiente.
 - b. En segundo lugar, comparte las maneras en que las personas pueden preservar la biodiversidad manteniendo la diversidad genética y de especies que existe actualmente.
 - c. En tercer lugar, comparte las maneras en que las personas pueden restaurar la biodiversidad mediante la incorporación de diversidad genética, de especies o de ecosistemas al medioambiente.
2. Lee lo que dice Mary. ¿Por qué crees que los **biobancos** podrían ser parte de la protección, preservación y restauración de la biodiversidad? Un biobanco es una biblioteca de muestras de diferentes organismos. A menudo, estas muestras se **criopreservan** o se congelan, de manera que se puedan descongelar y aun así estar vivas. Cuando se guarda una semilla, óvulo o tejido en un biobanco, se conserva la diversidad genética de esos seres vivos para que pueda estudiarse o agregarse nuevamente en un ecosistema en el futuro.

Mary dice lo siguiente: . . .



La biodiversidad estabiliza los ecosistemas y los mantiene. Incluso cuando hay amenazas, la adaptación es más fácil con niveles más altos de biodiversidad. Podemos preservar la biodiversidad genética y de las especies a través de los biobancos. Una vez que pones algo en nitrógeno líquido y se congela, está vivo, y puede permanecer allí durante decenas o incluso cientos de años. Por lo tanto, los biobancos nos dan algo de tiempo, ya que mantienen la biodiversidad y la diversidad genética.

Es muy importante crear biobancos, ya que, a veces, los procesos sociales pueden ser lentos, y los cambios en la educación y las políticas pueden tardar mucho tiempo. Los biobancos nos pueden dar ese tiempo para intentar enfrentar lo que está pasando, y aun así, no perder grandes cantidades de diversidad genética y biodiversidad en las plantas.

3. Saca las cartas del Juego de diversidad genética de la actividad Descubrir. Ahora, tendrás la oportunidad de jugar este juego de nuevo, pero con algunas herramientas de biotecnología para ayudarte.
4. Imprime y recorta las tarjetas de las figuras 6-13 y 6-14. Si no puedes imprimir las tarjetas, puedes escribir la información de estas en un papel y recortarlo.



Biotecnología: Biobancos

La creación de biobancos es una técnica de preservación que permite almacenar material biológico, incluido el ADN, durante largos períodos. Los científicos e investigadores pueden estudiar estos materiales conservados en entornos controlados. También se podrían utilizar para volver a introducir la diversidad genética de los biobancos a un ecosistema.

Acción: Se debe jugar antes de usar las cartas de clonación y reproducción selectiva.

Biotecnología: Clonación

En la **clonación**, se utilizan células preservadas y ADN para crear copias de una forma de vida previamente existente. Los científicos e investigadores podrían utilizar la clonación para ayudar a introducir diversidad genética en especies que están en peligro.

Acción: Elige tres cartas de coral cuerno de alce para revivir de tu pila que fue descartada.

Biotecnología: Reproducción selectiva

La reproducción selectiva es un proceso en el que los seres humanos eligen dos animales dentro de una especie a fin de que se apareen para intentar producir **crías** con rasgos deseables. Los científicos pueden utilizar materiales de los biobancos para reproducir selectivamente corales cuerno de alce a fin de obtener una mayor diversidad genética.

Acción: Elige dos cartas de coral que aún estén en el juego para representar a los padres y toma una nueva carta de coral cuerno de alce en blanco. Crea una nueva carta de coral cuerno de alce a partir de tu carta en blanco que tenga los rasgos de los padres (en la figura 6-15, se muestra un ejemplo). Agrega la nueva carta al juego.

Biotecnología: Genética dirigida

La **genética dirigida** es una técnica en la que se utiliza **CRISPR**, que modifica genes específicos y garantiza que los genes modificados sean heredados por la próxima generación. La genética dirigida puede cambiar la composición genética de una especie con el tiempo.

Acción: La genética dirigida evita que el caracol que se alimenta de coral lo infecte con la enfermedad de banda blanca. Todos los corales cuerno de alce restantes en el juego no pueden contraer esta enfermedad.

Figura 6-13: Cartas de biotecnología.



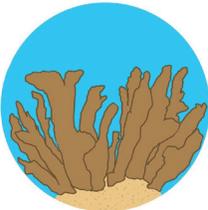
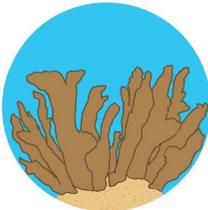
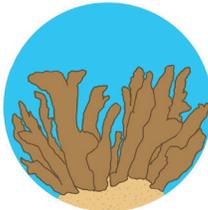
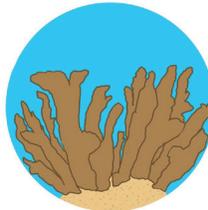
			
Nivel de myxococcales:	Nivel de myxococcales:	Nivel de myxococcales:	Nivel de myxococcales:
Resistencia al calor:	Resistencia al calor:	Resistencia al calor:	Resistencia al calor:
Nivel de profundidad marina:	Nivel de profundidad marina:	Nivel de profundidad marina:	Nivel de profundidad marina:
Nivel de concentración de oxígeno:	Nivel de concentración de oxígeno:	Nivel de concentración de oxígeno:	Nivel de concentración de oxígeno:

Figura 6-14: Cartas de coral de cuerno de alce en blanco: utilízalas para crear nuevas cartas.

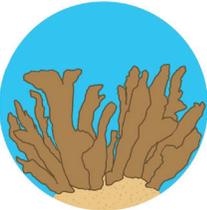
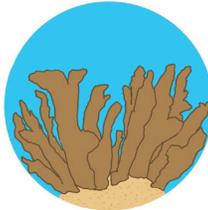
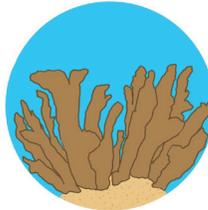
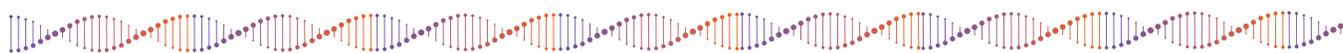
		
(EJEMPLO DE PADRE 1)	(EJEMPLO DE PADRE 2)	(EJEMPLO DE NUEVO CORAL)
Nivel de myxococcales: 4	Nivel de myxococcales: 2	Nivel de myxococcales: 4
Resistencia al calor: 5	Resistencia al calor: 6	Resistencia al calor: 6
Nivel de profundidad marina: 7	Nivel de profundidad marina: 5	Nivel de profundidad marina: 7
Nivel de concentración de oxígeno: 8	Nivel de concentración de oxígeno: 7	Nivel de concentración de oxígeno: 8

Figura 6-15: Ejemplo de cómo una nueva carta de coral puede heredar rasgos seleccionados de dos cartas padres.

- Coloca las tarjetas de biotecnología boca arriba sobre la mesa. Distribuye las otras tarjetas de la misma manera que lo hiciste la vez anterior que jugaste.
- Comienza a jugar de nuevo, pero esta vez, cuando elijas una tarjeta de situación, también tienes la opción de elegir y utilizar una tarjeta de biotecnología.
- Compara tus resultados de esta vez con los resultados de la primera vez que jugaste el juego de cartas. ¿La biotecnología te ayudó a proteger, preservar o restaurar la diversidad genética?



8. Piensa para ti o con un compañero sobre la especie de la actividad Descubrir que querías mantener saludable. ¿Cómo puedes obtener más información sobre la conservación de esta especie? Investiga un poco para obtener más información sobre la situación de esta especie. ¿Está en peligro? ¿Qué amenazas enfrenta? Por ejemplo, podrías hacer lo siguiente:
 - a. Utilizar Internet, una biblioteca u otros materiales escritos para obtener más información sobre tu especie.
 - b. Comunicarte con una organización, como un centro científico o de naturaleza, para averiguar si tienen más información.
 - c. Encontrar a un científico local que investiga tu especie y comunicarte con él para obtener más información.
9. Ahora considera qué acciones crees que podrías realizar para ayudar a tu especie. Asegúrate de considerar lo siguiente:
 - a. Formas en las que podrías actuar para reducir las amenazas contra tu especie
 - b. Maneras en que las herramientas de biotecnología pueden ayudar a proteger, preservar o restaurar tu especie
10. Toma un papel o abre un documento digital y titúlalo “Plan de conservación”. Este *Plan de conservación* será tu plan para ayudar a tu especie. Escribe o dibuja:
 - a. ¿En qué especie te estás enfocando?
 - b. ¿Cuáles son las amenazas para esta especie?
 - c. ¿Qué te gustaría hacer?
 - d. ¿Qué métodos usarías, como la reducción de la contaminación, los biobancos o la clonación?



Actuar: *¿Cómo deberíamos utilizar la biotecnología para tener un impacto sobre los ecosistemas?*

La biotecnología proporciona herramientas poderosas para ayudar a conservar las especies y los ecosistemas. Sin embargo, estos tipos de intervenciones se deben considerar cuidadosamente. En esta actividad, pensarás en tu enfoque para utilizar varios tipos de biotecnología.

1. Lee el *Caso de estudio del turón patinegro*.



Caso de estudio del turón patinegro

Los turones patinegros alguna vez vivieron en todas las praderas de América del Norte. Sin embargo, a mediados del siglo XX, la especie disminuyó rápidamente debido a las actividades humanas. Los científicos pensaron que los turones estaban extintos, pero lograron encontrar una población restante en la década de 1980. Para preservar la especie, todos los animales restantes se colocaron en cautiverio. Siete fueron capaces de reproducirse y su ADN es la base de los turones patinegros de hoy. Hoy en día, alrededor de 10 000 turones patinegros descienden de los siete originales y muchos se han reintroducido a la naturaleza.



Figura 6-16: Un turón patinegro.

Sin embargo, el nivel de diversidad genética es muy bajo, ya que todos los turones patinegros provienen de los siete originales. La **endogamia**, o la producción de crías entre parientes cercanos, significa que todos los turones patinegros están tan estrechamente relacionados desde el punto de vista genético como medios hermanos. Cuando un individuo tiene ADN de dos padres estrechamente relacionados, aumenta la probabilidad de que tenga problemas causados por mutaciones genéticas. Sin embargo, los científicos están tratando de aumentar la diversidad genética de la población a través de la biotecnología.

En la década de 1980, los científicos agregaron el tejido congelado de Willa, una turón patinegra no emparentada, a un biobanco. En el 2020, se utilizó el tejido del biobanco de Willa para crear un clon, Elizabeth Ann. Willa y Elizabeth Ann son genéticamente idénticas. Si Elizabeth Ann se reproduce con turones patinegros existentes, su ADN puede agregar diversidad genética a la población. Como aprendiste con los corales cuerno de alce, la diversidad genética es muy importante para la supervivencia de las especies.



2. Divide a tu equipo en seis grupos. Pídele a cada grupo que analicen una de las siguientes preguntas. Luego, comparte tus ideas con el resto de tu equipo.
 - a. Dado que las personas causaron los problemas de la población de turones patinegros, ¿crees que son responsables de ayudar a crear una población sana?
 - b. En este momento, Elizabeth Ann vive en cautiverio. ¿Estarías de acuerdo con liberar a sus descendientes a la naturaleza en el futuro?
 - c. Elizabeth Ann es un clon de Willa. Pero ¿qué pasaría si sus genes se hubieran diseñado genéticamente para agregar la mayor cantidad de diversidad genética a la población de turones patinegros? ¿Estarías de acuerdo con eso?
 - d. A algunos científicos les preocupa que, si las personas saben que existe una manera de agregar diversidad genética a través de los biobancos, no actúan rápidamente para detener problemas como la destrucción de hábitats o el cambio climático. ¿Estás de acuerdo?
 - e. ¿Qué pasaría si los turones patinegros ya estuvieran extintos? ¿Sería correcto utilizar herramientas de biotecnología para restaurar la población?
 - f. En algunos países, la clonación, como tecnología, se utiliza con frecuencia en la producción de ganado (como vacas o cerdos). ¿Las reglas para clonar una especie salvaje deben ser diferentes de las reglas para clonar una especie **domesticada**?
3. En equipo, imaginen que están a cargo de crear un conjunto de reglas que determinarán si una especie se puede restaurar mediante biotecnologías, como la clonación, y cuándo. Anoten las reglas que decidan. Utilicen lo que han aprendido en esta tarea para tomar sus decisiones. Por ejemplo:
 - a. ¿Cuándo se deberían restaurar las especies? ¿La especie se tiene que estar extinguiendo o basta con que tenga dificultades?
 - b. ¿Qué especies se deben restaurar? ¿La importancia de las actividades humanas en la creación de los problemas o la importancia de la especie para un ecosistema marcan alguna diferencia?
 - c. Si es para restaurar una especie, ¿está bien liberar a los individuos clonados en la naturaleza?
 - d. ¿Está bien diseñar genéticamente una especie para que sobreviva mejor, por ejemplo, agregar una capacidad para tolerar la enfermedad o el calor?
 - e. ¿A quién se debe consultar cuando se toman estas decisiones?
 - f. ¿Quién debería tomar la decisión final?



- g. ¿Qué otras reglas crees que deberían existir?
 - h. ¿Hay cosas que se deberían hacer ahora, como los biobancos, para crear opciones de restauración de la biodiversidad en el futuro?
4. De forma individual, aplica esas reglas a tu *Plan de conservación*. ¿Hay algo que debería cambiar? Haz esos cambios en tu plan ahora.
 5. Lee las ideas de Mary sobre la importancia de las conversaciones y otros procesos sociales para ayudar al medioambiente. Considera las conversaciones que tu equipo ha tenido, las reglas que creaste y tu *Plan de conservación*. ¿Qué crees que es lo más importante para compartir con otras personas?

Mary dice lo siguiente: . . .



No podemos restaurar los arrecifes de coral solo porque hemos aplicado la conservación en biobancos o la reproducción selectiva. La situación es más compleja. Hay percepciones públicas y decisiones de administración, además de las amenazas globales y locales ya existentes. Esos son solo algunos de los factores. El público no entiende que podemos hacer esta pequeña tarea (biobancos), pero lo importante es cómo pensamos en ayudar al medioambiente y restaurarlo. Las cosas son más complicadas cuando consideras todos los aspectos sociales que intervienen en lugar de solo el aspecto científico.

6. Elige un grupo y comparte tus reglas o tu plan de conservación con ellos. Por ejemplo:
 - a. Familiares y amigos: Podrías tener una conversación sobre el uso de la biotecnología para la conservación con tus familiares o amigos. Podrías compartir las reglas que creaste y preguntarles a otras personas si crearían las mismas reglas.
 - b. Científicos de investigación: Podrías encontrar investigadores que trabajan en la conservación de la especie que identificaste en la actividad Comprender. Podrías tener una reunión o escribirles y compartir tanto tu plan de conservación como las reglas que desarrollaste.
 - c. Funcionarios gubernamentales: A menudo, los gobiernos están a cargo de crear reglas. Descubre qué parte de tu Gobierno podría estar a cargo de



- la creación de reglas sobre el uso de la biotecnología en la conservación. Escríbeles una carta o envíales una publicación en las redes sociales para explicar las reglas que les sugieres y por qué son importantes.
- d. Elige otro grupo que consideres que debería estar involucrado en la toma de estas decisiones.

¡Felicitaciones!

Terminaste la parte 6.

¡Obtén más información!

Para obtener recursos y actividades adicionales, visita el StoryMap de *¡Biotecnología!* en <https://bit.ly/3pQUDpc>.



Glosario

Este glosario puede ayudarte a entender las palabras que tal vez no conozcas. Puedes agregar dibujos, tus propias definiciones o cualquier otro recurso que te pueda ayudar. Agrega otras palabras al glosario si lo deseas.

ADN: Una molécula en todo tipo de seres vivos que transfiere y almacena información genética

Agua sin procesar: Agua en el ambiente que no ha sido tratada para eliminar contaminantes, como agua de lluvia o agua de un arroyo

Arrecifes: Grupos densos de coral cuerno de alce

Biobanco: Una biblioteca de muestras biológicas de diferentes seres vivos

Biodiversidad: Los muchos seres diferentes que viven en la Tierra

Biorremediación: Utilizar seres vivos para corregir, detener o revertir los daños al medioambiente

Biotecnología: Utilizar seres vivos, partes de seres vivos o cosas producidas por seres vivos para resolver los problemas de las personas y satisfacer sus necesidades

Clonación: Utilizar células preservadas y ADN para crear copias exactas de una forma de vida previamente existente

Conservación: Proteger, preservar y restaurar la biodiversidad

Contaminación: Materiales naturales y no naturales perjudiciales que se introducen en un ambiente



Contaminante: Una sustancia que hace que el agua no sea segura para beber o que otro material sea inseguro o inutilizable

Contaminantes: Materiales perjudiciales que causan contaminación

Cría: Los hijos de los padres

Criopreservación: Un método de almacenamiento utilizado en biobancos conforme el cual las muestras de organismos vivos se congelan y, luego, se descongelan para fines de investigación o uso

CRISPR: Una herramienta de biotecnología que corta el ADN en lugares muy específicos para agregar, eliminar o cambiar secuencias de pares de bases

Depósito: Un lugar grande construido por humanos para almacenar agua

Derrame: Agua que sale de los techos, las entradas de garajes, las aceras y las tierras agrícolas, a menudo arrastrando productos químicos y tierra en el proceso

Descomponer: Deshacer a los seres vivos para que su materia pueda volver a entrar en el ecosistema

Dióxido de carbono: Un gas de efecto invernadero que forma parte de la atmósfera de la Tierra; el aumento de los niveles de dióxido de carbono en la atmósfera es una de las causas del cambio climático

Diversidad de especies: Las variaciones en los diferentes tipos de seres vivos dentro de una zona

Diversidad del ecosistema: Las variaciones en los diferentes tipos de ecosistemas



Diversidad genética: Variaciones en el genoma de una especie o población

Domesticada: Una especie que se ha cambiado de su estado salvaje a fin de que sea más útil para un propósito específico

Económico: Relativo al dinero, los ingresos y el uso del capital.

Ecosistema: Una comunidad de seres vivos y cosas no vivas que interactúan dentro de un entorno físico

Emergente: Nuevo o recién presentado

Endogamia: Cuando parientes cercanos se aparean y producen crías

Especie: Un tipo de ser vivo, como un ser humano, un perro o una palmera

Ético: Justicia de algo.

Gen: Una sección de la secuencia de pares de bases en el ADN que codifica rasgos específicos

Genética dirigida: Una técnica que edita genes específicos en una generación de una especie para asegurarse de que todas sus crías hereden los genes editados, en lugar de heredarlos al azar

Genoma: La secuencia de ADN completa de un ser vivo

Herbicida: Productos químicos utilizados para controlar o matar plantas no deseadas, como las malezas; normalmente se utilizan en la agricultura



Identidad: Las características que te diferencian de los demás

Impermeable: Que no permite que nada lo atraviese, como líquidos y gases

Medioambiental: Relativo al mundo natural.

Mitigar: Hacer que algo sea menos grave o perjudicial

Modificado genéticamente: Un ser vivo con ADN que los humanos han editado

No tóxico: Algo que no dañará a los seres vivos

Pesticida bioquímico: Sustancia no tóxica producida por un ser vivo que ayuda a combatir plagas, como insectos

Pesticida: Sustancia utilizada para eliminar plagas, como insectos, que podrían perjudicar las plantas cultivadas

Pesticidas microbianos: Utilizar bacterias, hongos, virus u otros seres vivos pequeños para matar plagas o plantas

Rasgos: Características

Remediar: Corregir, detener o invertir los daños al medioambiente

Reproducción selectiva: Un proceso en el que los seres humanos eligen dos animales dentro de una especie a fin de que se apareen para intentar producir crías con rasgos deseables

Smog: Una mezcla de contaminantes dañinos en el aire al nivel del suelo



Social: Relativo a la interacción de las personas en una comunidad

Tóxico: Nocivo o venenoso

Variaciones: Diferencias en los seres vivos

