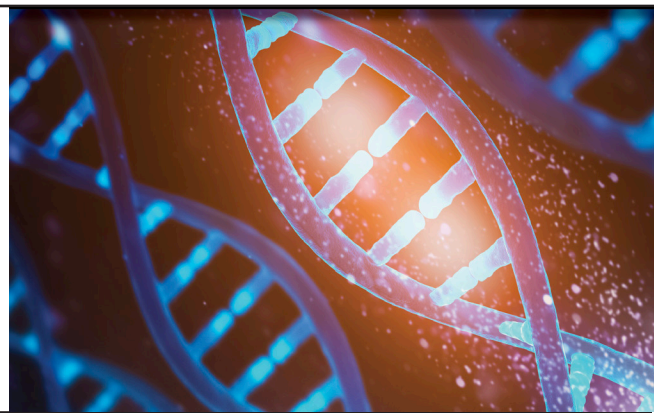


¡BIOTECNOLOGÍA!



Parte 3: Biotecnología y materiales

**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 Smithsonian Institution

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 *¡Bioteología! ¿Cómo podemos crear un futuro sostenible usando la biotecnología de forma ética?* Parte 3. 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

Desarrolladora del programa de estudios científicos:
Heidi Gibson

Pasantes contribuyentes

Emily Chen
Sarah Gallegos
Vittal Sivakumar

Mentores de investigación

Dra. Young Kim

Revisores técnicos

Dr. Kevin O'Connor
Dr. Jan-Georg Rosenboom

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: Traimak_Ivan/iStock/Getty Images Plus

Figura 3-1: Heidi Gibson, Centro Smithsonian de Educación Científica

Figura 3-2: Kemter/E+/Getty Images Plus

Figura 3-3: Heidi Gibson, Centro Smithsonian de Educación Científica

Figura 3-4: Vittal Sivakumar, Centro Smithsonian de Educación Científica

Figura 3-5: Vittal Sivakumar, Centro Smithsonian de Educación Científica

Figura 3-6: Vittal Sivakumar, Centro Smithsonian de Educación Científica

Figura 3-7: Vittal Sivakumar, Centro Smithsonian de Educación Científica

Figura 3-8: Vittal Sivakumar, Centro Smithsonian de Educación Científica

Figura 3-9: Tetiana Kreminska/iStock/Getty Images Plus

Figura 3-10: Heidi Gibson, Centro Smithsonian de Educación Científica

Figura 3-11: Heidi Gibson, Centro Smithsonian de Educación Científica

Figura 3-12: Heidi Gibson, Centro Smithsonian de Educación Científica

Figura 3-13: Heidi Gibson, Centro Smithsonian de Educación Científica

Figura 3-14: Heidi Gibson, Centro Smithsonian de Educación Científica

Figura 3-15: Jvisentin/iStock/Getty Images Plus

Figura 3-16: Emily Chen, Centro Smithsonian de Educación Científica

Figura 3-17: Mohammed Haneefa Nizamudeen/iStock/Getty Images Plus; leonello/iStock/Getty Images Plus; sajithsaam/iStock/Getty Images Plus; yodiyim/iStock/Getty Images Plus

Figura 3-18: Emily Chen, Centro Smithsonian de Educación Científica



PARTE 3: BIOTECNOLOGÍA Y MATERIALES

Planificador	90
Tarea 1: ¿Cómo puede la biotecnología cambiar los materiales que utilizamos?	92
Descubrir: ¿Cuáles son los problemas de sostenibilidad de los materiales que utilizamos?	93
Comprender: ¿Cómo podría la biotecnología ayudar a crear materiales más sostenibles?	99
Actuar: ¿Cómo debemos utilizar los biomateriales?	106
Tarea 2: ¿Podemos crear los materiales que necesitamos utilizando células y biotecnología?	109
Descubrir: ¿Las células podrían convertirse en las nuevas fábricas?	109
Comprender: ¿Podríamos imprimir órganos usando células?	113
Actuar: ¿Cuándo crees que se deberían utilizar las células para crear materiales?	122
Glosario	125
Nota final	129

¡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 cambiar los materiales que utilizamos?					
Descubrir	Explora los materiales y la sostenibilidad, y crea perfiles para los materiales en tu propio entorno.	• Papel o pizarrón de la clase • Bolígrafos o lápices		45 minutos + tiempo de investigación	93
Comprender	Investiga la biotecnología y los materiales sostenibles, y haz tu propio bioplástico.	• Recipiente apto para microondas • Almidón de maíz • Aceite de cocina • Pipeta o gotero (opcional) • Agua • Colorante de alimentos (opcional) • Cuchara • Microondas u otra fuente de calor, como una estufa de cocina	<u>Perfil de sostenibilidad</u> de la botella plástica de agua (actividad Descubrir)	60 minutos	99
Actuar	Considera el impacto de los materiales innovadores y comparte un nuevo material con tu comunidad.		<u>Lista de preocupaciones éticas</u> (parte 1)	40 minutos + tiempo de acción	106



<u>Actividad</u>	<u>Descripción</u>	<u>Materiales y tecnología</u>	<u>Materiales adicionales</u>	<u>Tiempo aproximado</u>	<u>Número de página</u>
Tarea 2: ¿Podemos crear los materiales que necesitamos utilizando células y biotecnología?					
<i>Descubrir</i>	Descubre las maneras en que los científicos utilizan los seres vivos para crear nuevos materiales.	• Papel o pizarrón de la clase • Bolígrafos o lápices		30 minutos	109
<i>Comprender</i>	Investiga la necesidad de realizar bioimpresiones en 3D, crear un modelo, y considerar los desafíos y el futuro del campo.	• Papel o pizarrón de la clase • Bolígrafos o lápices • Chispas circulares (chispas de dulces circulares, cuscús, arena u otros gránulos pequeños y redondos) • Mantequilla de maní, pasta dental o un material tipo gel • Bolsas de plástico o para sándwiches	Impresiones de las figuras 3-17 (1 copia) y 3-18 (4 copias) (opcional)	65 minutos	113
<i>Actuar</i>	Piensa en las preocupaciones éticas sobre el uso de la biotecnología para crear materiales y compártelas con otros.	• Papel • Bolígrafos o lápices	<u>Lista de preocupaciones éticas</u> (parte 1) <u>Panel de tendencias del futuro</u> (Parte 1)	20 minutos	122



Tarea 1: ¿Cómo puede la biotecnología cambiar los materiales que utilizamos?

Todos usamos materiales todos los días. Un **material** es cualquier sustancia que compone un objeto. Los lugares donde vivimos, nuestros muebles, nuestra ropa, nuestra comida, los productos que usamos y nuestros medios de transporte requieren materiales. ¿De dónde provienen estos materiales y la manera en que los utilizamos es **sostenible**? ¿Qué alternativas existen? En esta tarea, primero **descubrirás** más acerca de tu propio uso de materiales y si es que es sostenible. Luego, investigarás para **comprender** más acerca de los materiales sostenibles creados con **biotecnología**. Por último, **actuarás** en función de esta información y decidirás de qué manera esto afectará tu uso de los materiales en el futuro.

Conoce a tu mentor de investigación



Conoce al Dr. Young Kim. Young (pronunciado YANG) es uno de los numerosos investigadores de todo el mundo que intentan utilizar la biotecnología para crear materiales más sostenibles.

Young es un profesor adjunto de biomateriales sostenibles en la Universidad de Tecnología de Virginia, en Estados Unidos. Tiene un doctorado en ciencias de empaque. Sin embargo, también tiene conocimientos y perspectivas que provienen de otras partes de su identidad. Dado que Young ahora trabaja contigo, es importante que lo conozcas.

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

- 52 años
- Recibió su doctorado de la Universidad Clemson, clase del 2005
- Asiático (de Corea del Sur)
- Masculino
- Vive en Blacksburg, Virginia, EE. UU.
- Fuertes lazos con Corea del Sur y Estados Unidos
- Está interesado en cómo utilizar los bioplásticos de manera más eficiente y económica
- Le gustan los videojuegos y el golf

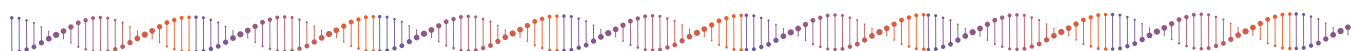


- Usa anteojos y tiene cabello corto, “al estilo de los soldados”
- Cree en tener siempre una mentalidad positiva
- Proveedor de dinero de su hogar
- Parte del Grupo de diseño y sistemas de empaque ubicado en el Departamento de biomateriales sostenibles de la Universidad de Tecnología de Virginia

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

- ¿Tienes algo en común con Young?
- ¿En qué te diferencias de Young?
- ¿Puedes ver algo en la identidad de Young, además de sus títulos universitarios, que lo ayudaría a comprender diferentes perspectivas o ideas sobre los materiales sostenibles?

En esta tarea, notarás que Young 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 sostenibilidad de los materiales que utilizamos?*

Todos los días usamos materiales diferentes. Algunos materiales son naturales, como madera, piedra y arena. Algunos materiales, como plástico, acero y concreto, son creados por personas. Los científicos creen que la masa de materiales hechos por humanos es ahora mayor que la masa de todos los seres vivos del planeta. En esta tarea, pensarás sobre las consecuencias de utilizar y crear diferentes tipos de materiales. ¿Qué tan sostenibles son los materiales a tu alrededor?

1. Con tu equipo, siéntense en un círculo.
2. Pide a cada persona de tu equipo que trate de nombrar un material utilizado en cada una de las siguientes categorías. Por ejemplo, en el caso de los edificios, alguien podría decir “madera”. Puedes mencionar un material natural, como “piedra”, o un material fabricado por humanos, como “ladrillos”. Es posible que no conozcas todos los materiales que forman parte de una categoría. No pasa nada, pero hazlo lo mejor que puedas. Cuando a alguien no se le ocurra una respuesta, pasa a la siguiente categoría.



- a. Edificios y construcción
 - b. Artículos para el hogar (muebles, electrodomésticos, utensilios, etc.)
 - c. Ropa
 - d. Envases (de alimentos; productos de belleza, médicos, personales y del hogar; artículos transportados; etc.)
 - e. Infraestructura (caminos, puentes, etc.)
3. Elige un artículo que tú o tus compañeros de equipo hayan enumerado y piensa para ti sobre las siguientes preguntas:
- a. ¿De dónde proviene ese material? Por ejemplo, ¿se extrae del suelo?
 - b. ¿Qué sucede cuando ya no se utiliza? Por ejemplo, ¿se recicla? ¿Va a un vertedero? ¿Pasa al aire? ¿Ingresa a las vías fluviales? ¿Se quema?
 - c. ¿Qué crees que hace que un material sea sostenible? Lee las ideas de Young.

Young dice lo siguiente: . . .



Hay muchas partes diferentes para que un material sea sostenible. ¿El origen del material es sostenible? ¿El material genera altas emisiones de carbono que contaminan la atmósfera?

Existen muchas maneras de aumentar la sostenibilidad de los materiales, por ejemplo, mejorar la tecnología de procesamiento para consumir menos energía, reutilizar el material y reciclar. Pensar de dónde proviene el material y qué sucede cuando se lo desecha es una parte importante de la sostenibilidad.

4. En equipo, debatan: ¿qué significa que un material sea sostenible? Por ejemplo:
- a. ¿Los materiales sostenibles están hechos de recursos **renovables**, es decir, que se reabastecen fácilmente? A menudo, esto significa que se basan en algo que podría volver a crecer rápidamente, como una planta, un hongo o una bacteria de rápido crecimiento. Estos, a veces, se denominan **materiales de base biológica**.
 - b. ¿Los materiales sostenibles son **biodegradables**, lo que significa que se pueden descomponer relativamente rápido en un ambiente natural? Por ejemplo, ¿se descomponen rápidamente en una pila de abono o si llegan a una vía fluvial?



- c. ¿Los materiales sostenibles son **asequibles**, es decir, económicos?
 - d. ¿Los materiales sostenibles **son duraderos**, es decir, se pueden reutilizar muchas veces o sus materiales se pueden reciclar fácilmente?
 - e. ¿Los materiales sostenibles son de **bajos recursos**, es decir, se fabrican sin necesidad de una gran cantidad de energía, agua u otros recursos naturales?
 - f. ¿Los materiales sostenibles son **limpios**, es decir, solo agregan **gases de efecto invernadero** u otros tipos de contaminación en cantidades mínimas al ambiente natural?
5. Con tu equipo, utiliza un papel o el pizarrón para crear un gráfico de Perfil de sustentabilidad como el que se muestra en la figura 3-1.

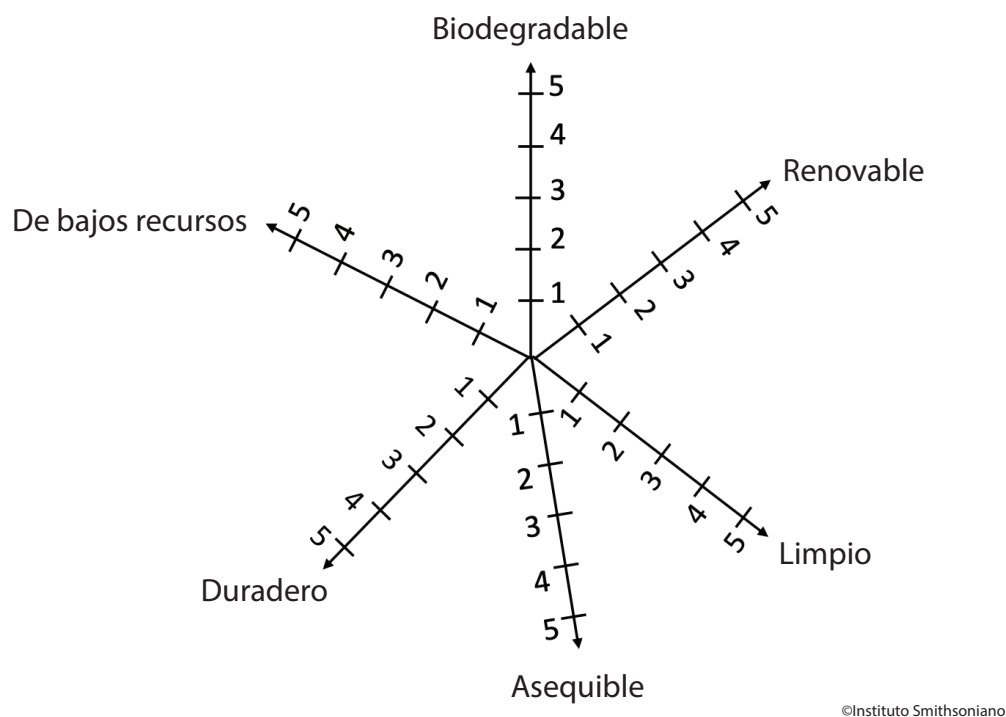


Figura 3-1: Ejemplo de gráfico de un Perfil de sustentabilidad.

6. Lee El ciclo de vida de una botella plástica de agua y busca información sobre si el material utilizado para crear la botella plástica de agua es renovable, biodegradable, asequible, duradero, de bajos recursos y limpio.



El ciclo de vida de una botella plástica de agua

Hace millones de años, los seres vivos del océano, como las algas y el zooplancton, morían, se hundían al fondo del mar, y el sedimento los enterraba. Con el tiempo, los cuerpos de estos seres vivos se comprimieron profundamente en la Tierra. Esa compresión los convirtió en un combustible fósil, conocido como petróleo crudo.

Luego, en los últimos tiempos, los trabajadores taladraban profundamente en la Tierra para alcanzar el petróleo crudo. Bombeaban el aceite para sacarlo de la Tierra y lo enviaban a través de una tubería para **refinarlo**. En la refinería, otros trabajadores calentaban y destilaban el petróleo crudo para separarlo en diferentes partes. Una parte se calentaba a altas temperaturas para dividirla en moléculas pequeñas. Algunas de estas moléculas se combinaban en cadenas largas, llamadas **polímeros**, mediante un proceso en el que se utiliza calor, agua y otras sustancias químicas. El plástico resultante se denomina PET. El PET se configuraba en pequeños gránulos y se enviaba a una fábrica de botellas plásticas.

Una vez que los gránulos de PET llegaban a la fábrica, se derretían y se les soplaba aire en el interior mientras el PET fundido se presionaba contra un molde para formar una botella. Las botellas se llenaban con agua, se les ponían tapas, se empaquetaban y se enviaban a una tienda.

En la tienda, la botella de agua era económica. Una persona la compraba, bebía el agua y se deshacía de la botella.



Figura 3-2: Botellas plásticas después de su uso.



El resto de la historia podía seguir de muchas formas diferentes. A veces, la botella se desechaba y terminaba en un vertedero, donde no se degradaba durante cientos de años. O la botella se podía quemar con otros residuos como combustible y liberaba carbono a la atmósfera. O bien, la botella podía reciclarse para convertirse en otros productos, como otra botella o una camiseta. Sin embargo, el plástico generalmente solo se recicla unas pocas veces antes de que la calidad disminuya y ya no se pueda utilizar. O alguien podía botarla en el suelo, o las botellas podían terminar en un vertedero. Luego, una botella podía entrar en la vía fluvial y llegar al océano, donde flotaba y se descomponía lentamente en trozos más pequeños durante cientos de años. Estos plásticos y microplásticos pueden causar problemas para la vida marina y la salud humana. De hecho, por peso, las botellas plásticas son los elementos que más se botan en las playas de todo el mundo.

7. Completa el *Perfil de sostenibilidad* de una botella plástica según *El ciclo de vida de una botella plástica de agua*. Para cada característica, como “biodegradable”, clasifica la botella de plástico entre muy mala (1) y muy buena (5), y dibuja un punto en ese número a lo largo de la línea. No te preocupes si no tienes una buena respuesta a una o más de las características. Simplemente esfuérzate al máximo. Conecta los puntos entre las líneas. Ahora tienes el perfil de sostenibilidad de la botella plástica. En la figura 3-3, se muestra un ejemplo.

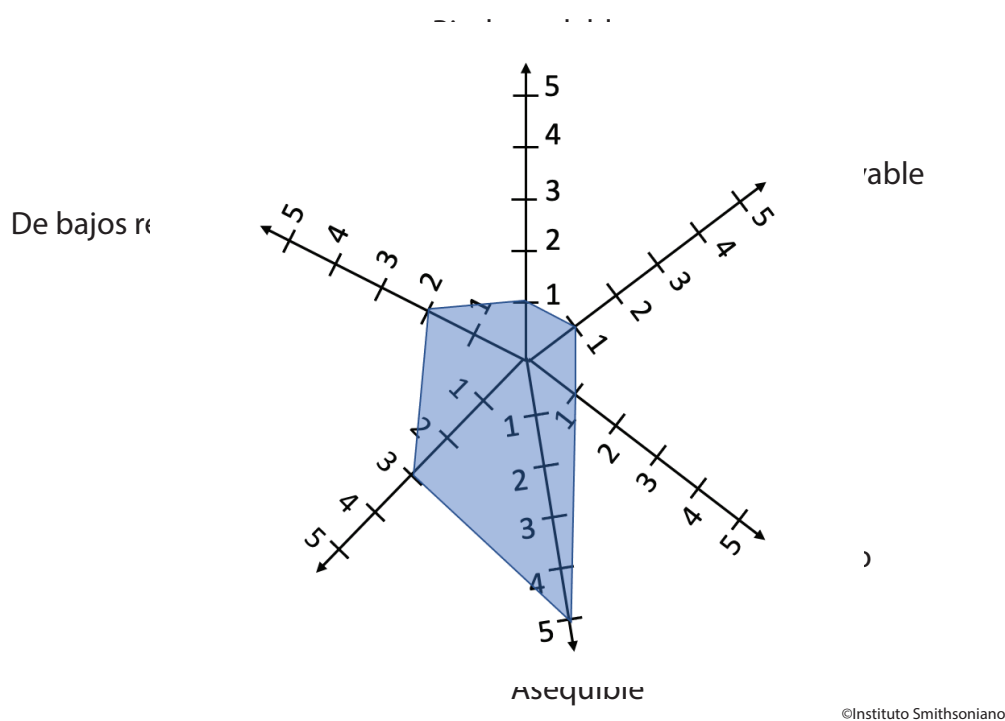


Figura 3-3: Ejemplo de un perfil de sostenibilidad típico de una botella plástica de agua.



8. Piensa para ti: ¿Se te ocurre un material que podría tener un mejor perfil de sostenibilidad que una botella plástica?
9. Lee las *Instrucciones de búsqueda de materiales y sostenibilidad*, y sigue las instrucciones por tu cuenta.

Instrucciones de búsqueda de materiales y sostenibilidad

Ubicación

Muévete por el aula, tu escuela, tu hogar o el espacio donde estás aprendiendo.

Materiales

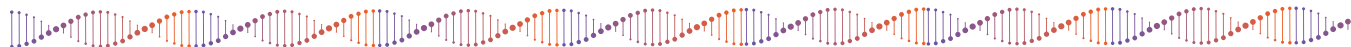
Busca los elementos que se encuentran en las categorías que enumeraste en el paso 2. Por ejemplo, puede ser que encuentres una mesa de madera en tu aula o que la acera fuera de tu hogar esté hecha de hormigón. Elige un artículo para investigar.

Decide sobre la sostenibilidad

Crea un nuevo gráfico del *Perfil de sostenibilidad* como el que se muestra en la figura 3-1. Etiqueta el gráfico con el nombre de tu artículo. Examina tu artículo. Para cada característica del perfil de sostenibilidad, decide un número entre 1 (muy malo) y 5 (muy bueno) para tu artículo y coloca el número en el gráfico. Si no estás seguro, puedes usar Internet, la biblioteca u otra fuente como ayuda para decidir. Si no puedes encontrar la información, simplemente indica lo que te parece a ti. Cuando hayas terminado, conecta los números.

10. Comparte tu gráfico del *Perfil de sostenibilidad* con tu equipo.
11. Examina los perfiles de sostenibilidad de tus compañeros de equipo. ¿Qué te llama la atención?
12. Como equipo, analicen lo siguiente:
 - a. ¿Cuáles fueron los materiales más y menos sostenibles que encontraste?
 - b. ¿Qué hacía que los materiales a menudo no fueran sostenibles? Por ejemplo, ¿no eran biodegradables, no eran reutilizables o estaban hechos de materiales que no eran renovables?





Comprender: ¿Cómo podría la biotecnología ayudar a crear materiales más sostenibles?

Crear materiales más sostenibles es importante. La biotecnología puede ayudar con este proceso. A veces, la biotecnología puede ayudar mediante el uso de seres vivos para crear artículos que necesitamos. Otras veces, la biotecnología puede ayudar por medio del reciclaje de productos de desechos para convertirlos en materiales utilizables. A veces, la biotecnología puede ayudar a crear y utilizar proteínas llamadas **enzimas**, que aceleran y fomentan reacciones químicas específicas. En esta tarea, aprenderás más acerca de cómo la biotecnología puede ayudar a que los plásticos sean más sostenibles. Luego, pensarás cómo la biotecnología puede cambiar el perfil de sostenibilidad de otros materiales.

1. Examina tu Perfil de sustentabilidad de la botella plástica de agua de la actividad Descubrir. Lee cada una de las innovaciones que Young comparte y debate con tu equipo sobre cómo la nueva técnica podría cambiar el perfil de sostenibilidad de la botella plástica.

Young dice lo siguiente: . .



Es posible que conozcas el ácido poliláctico (PLA, del inglés “poly-lactic acid”). Es uno de los bioplásticos más comunes. Para crear PLA, hay que tener almidón de maíz u otra fuente de alimentos para las bacterias; estas lo consumen y producen ácido láctico. Luego, polimerizamos el ácido láctico y obtenemos plástico PLA. El PLA es de base biológica y es **compostable** en algunas situaciones.

- a. Como explicó Young, los científicos han creado polímeros utilizando materiales como almidón de maíz y los desechos de caña de azúcar. A veces, estos se denominan **bioplásticos**. ¿De qué manera el uso de los desechos de almidón de maíz o caña de azúcar para crear los materiales utilizados en la fabricación de plástico cambiaría el perfil de sostenibilidad de una botella plástica?



Young dice lo siguiente: . .



Tenemos otro tipo de plástico, llamado PHA, que es biodegradable en el océano. Esto es importante, porque aunque a veces el PLA es compostable, no se biodegrada en el océano, y sabemos que muchos plásticos terminan en el océano.

- b. ¿De qué manera la capacidad de biodegradarse en el océano cambia el perfil de sostenibilidad de una botella plástica?

Young dice lo siguiente: . .



También existe la cuestión de lo que las bacterias comen a medida que generan los productos químicos para hacer bioplástico. Por ejemplo, algunos científicos están diseñando bacterias para que coman plástico residual y, luego, produzcan las sustancias químicas necesarias para hacer plástico que sea biodegradable en el océano.

- c. Si la producción de un plástico biodegradable en el océano podría disminuir la cantidad de desechos plásticos, como lo describe Young, ¿cómo cambiaría eso el perfil de sostenibilidad de una botella plástica?

2. Utiliza las Instrucciones para crear bioplástico a fin de crear tu propio bioplástico.

Instrucciones para crear bioplástico

Materiales que se deben recopilar

- Recipiente apto para microondas o que se pueda calentar
- 15 g (1 cucharada) de almidón de maíz (también llamado harina de maíz)
- 4 gotas de aceite de cocina
- Pipeta o gotero (opcional, también puedes usar tu dedo)
- 22 g (1,5 cucharadas) de agua
- Colorante de alimentos (opcional)



- Cuchara
- Microondas u otra fuente de calor, como una estufa de cocina

Pasos que seguir

- Coloca el almidón de maíz en un recipiente apto para microondas o seguro para calentar.
- Agrega cuatro gotas de aceite de cocina con una pipeta o un gotero, o deja que las gotas caigan de la punta de tu dedo.
- Agrega el agua.
- Agrega el colorante de alimentos (opcional).
- Utiliza la cuchara para revolver hasta que la mezcla sea suave.
- Caléntala en el microondas a temperatura media entre 30 y 90 segundos. Luego, revísala cada 30 segundos. Tu bioplástico debería ser más claro y seco al tacto. Cuanto más grueso sea el bioplástico, más tiempo tardará en el microondas.
- Si estás utilizando la cocina, remueve el bioplástico sobre fuego bajo hasta que se vuelva más claro y grueso.
- Tu contenedor ahora contiene un bioplástico flexible. Espera a que se enfríe un poco y, luego, retíralo del recipiente. Si lo quieres en una forma particular, moldéalo en esa forma y deja que se enfríe por completo.
- Si quieres más plástico, utiliza las mismas proporciones y aumenta la cantidad de cada ingrediente.



Figura 3-4: Un ejemplo de bioplástico casero.



Consejo de seguridad física

Los materiales calentados en el microondas pueden estar calientes. Ten cuidado al retirar el bioplástico del microondas y espera a que se enfríe antes de tocarlo.

Más información sobre los bioplásticos

- Este plástico se puede moldear de muchas formas diferentes.
- Es biodegradable; si lo enterraras en el suelo o lo colocaras en una compostadora, se descompondría.
- Aunque tu bioplástico casero puede ser frágil, los científicos son capaces de fabricar bioplástico que es bastante duradero, igual que el plástico al que estás acostumbrado.

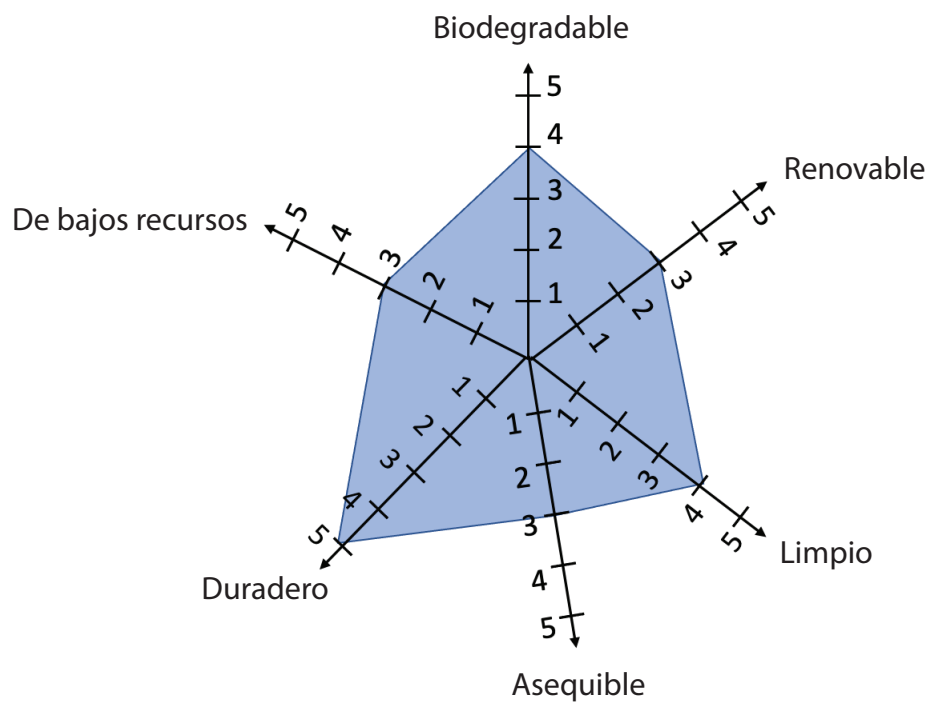
Para acceder a otras recetas de bioplástico y más información sobre la producción de bioplásticos, visita el [*StoryMap de ¡Biotecnología!*](#)

3. Analiza con tu equipo:

- ¿Qué resultó bien con la fabricación de bioplástico?
- ¿Qué fue un desafío?
- ¿Qué tipos de cosas tendrían que cambiar para que los bioplásticos se utilicen con más frecuencia?

4. Recuerda las categorías de materiales de la actividad Descubrir. Ya pensaste en el plástico de los materiales de envase. ¿Qué otros tipos de problemas de sostenibilidad con los materiales puede ayudar a solucionar la biotecnología? En los gráficos de las figuras 3-5 a 3-8, se muestran los perfiles de sostenibilidad de un material común para cada categoría que consideraste en el paso 2 de la actividad Descubrir. Examina cuidadosamente cada perfil de sostenibilidad. ¿Hay algo que te preocupe? ¿Qué te gustaría que cambiara?

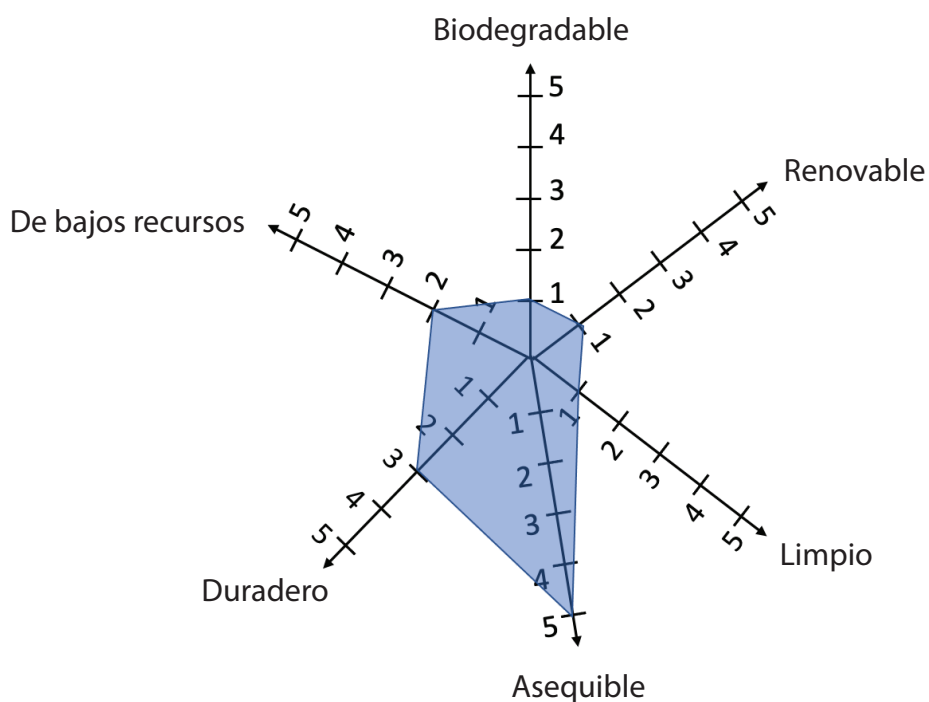




Ladrillos de arcilla

©Instituto Smithsonian

Figura 3-5: Perfil de sostenibilidad de los ladrillos de arcilla.

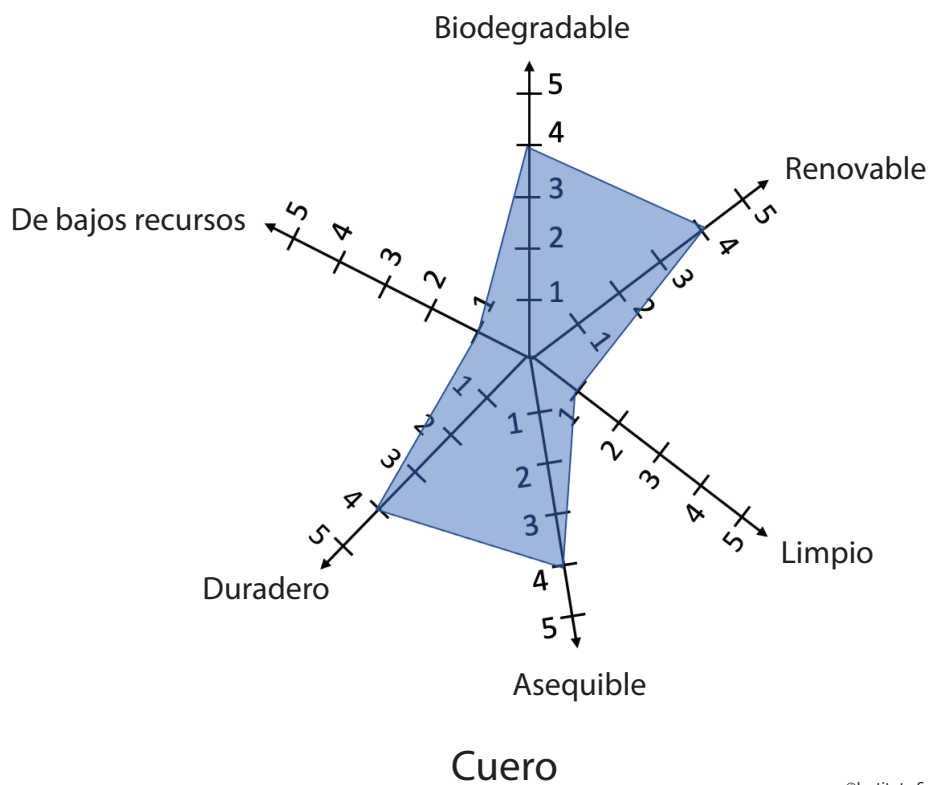


Platos plásticos

©Instituto Smithsonian

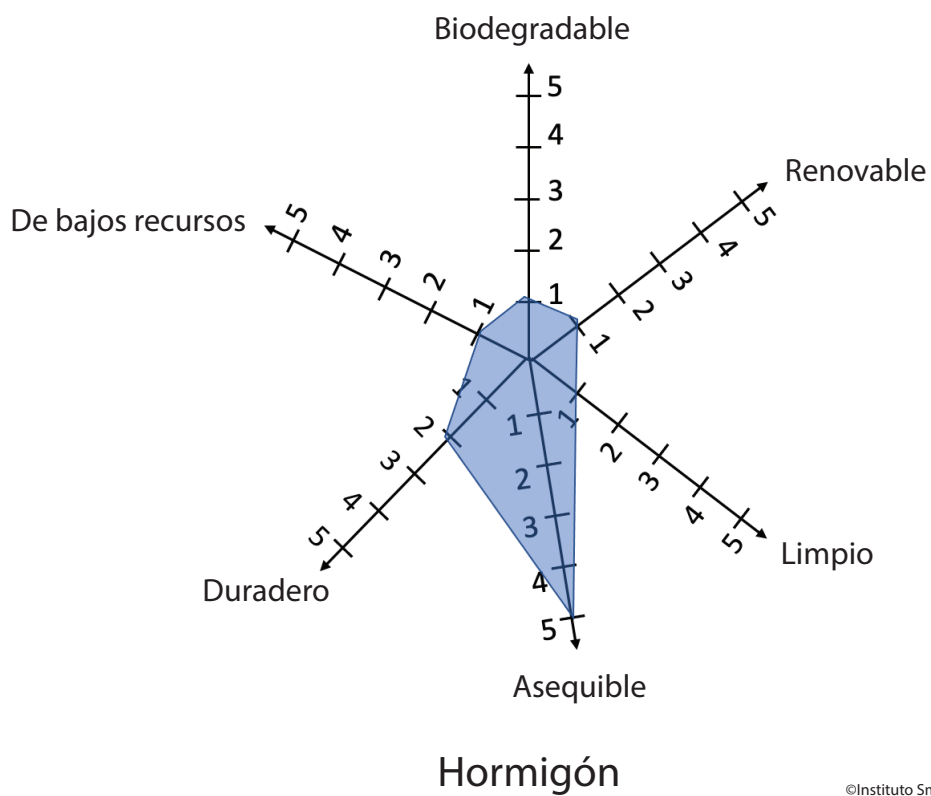
Figura 3-6: Perfil de sostenibilidad de los platos plásticos.





©Instituto Smithsonian

Figura 3-7: Perfil de sostenibilidad del cuero.



©Instituto Smithsonian

Figura 3-8: Perfil de sostenibilidad del hormigón.



5. Lee las *Innovaciones de materiales sostenibles*. Empareja cada innovación con un material existente de las figuras 3-5 a 3-8. ¿Cómo crees que la innovación cambia el perfil de sostenibilidad del material existente?

Innovaciones de materiales sostenibles

El **hormigón autorreparable** tiene bacterias incrustadas. Estas bacterias pueden crear estructuras similares al hormigón. Por lo tanto, si se desarrolla una grieta en el hormigón, las bacterias reaccionan al aire y al agua en la grieta y la llenan. Esto significa que el hormigón puede durar mucho más tiempo sin tener que ser reemplazado.

El **cuero de mango** está hecho de residuos de mango. No se necesitan los productos químicos tóxicos que se utilizan en la fabricación de cuero de vaca. El cuero de mango evita los gases de efecto invernadero y la deforestación causada por la crianza de ganado necesaria para producir el cuero de vaca.



Figura 3-9: Cuero elaborado a partir de desechos de mango.

Los **ladrillos de hongos** se cultivan a partir de setas. Pueden crecer en muchas formas diferentes y no se necesita mucho calor ni energía para hornearlos, a diferencia de los ladrillos de arcilla. Cuando ya no se utilizan, pueden biodegradarse fácilmente.



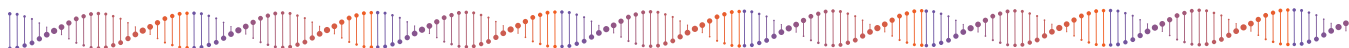


Figura 3-10: Ladrillos de hongos apilados.

Los **platos de caña de azúcar** se pueden hacer de desechos de caña de azúcar. Los platos de caña de azúcar se biodegradan en solo tres meses, pero los platos plásticos pueden tardar cientos de años en biodegradarse. A diferencia de la necesidad de **extraer** petróleo o gas de la Tierra, los platos de caña de azúcar se producen a partir de los desechos de la producción de azúcar.

6. Analiza con tu equipo:

a. ¿Qué material de los que has explorado te parece más emocionante?



Actuar: ¿Cómo debemos utilizar los biomateriales?

A muchas personas les gustaría usar materiales sostenibles, pero hay razones por las que no pueden hacerlo. En esta actividad, decidirás qué aspectos de la sostenibilidad crees que son más importantes para los materiales. Considerarás si existen preocupaciones **éticas** sobre el uso de algunos de los nuevos materiales creados con la biotecnología. Luego, elaborarás un mensaje para compartir sobre el material que quieres que otros utilicen.

1. Piensa en los materiales nuevos y más sostenibles sobre los que aprendiste en la actividad Comprender. Elige el material que más te entusiasma. A veces, aunque un material puede parecer sostenible desde una perspectiva, puede crear un



problema desde otra. ¿Se te ocurre alguna preocupación por este material desde una de las cuatro perspectivas? Debate con tu equipo las preocupaciones desde diferentes perspectivas para cada uno de los materiales.

- a. Desde una perspectiva **social**, ¿usar el material menos sostenible es una parte importante de tu cultura o parte de mantener la salud de las personas?
 - b. Desde una perspectiva **económica**, ¿producir el nuevo material es más costoso? ¿Se podría producir utilizando instalaciones de producción existentes, como fábricas?
 - c. Desde una perspectiva **ambiental**, ¿el uso del nuevo material tiene algún impacto en la vida silvestre o la atmósfera? Por ejemplo, puede ser que la agricultura de hongos, mangos o caña de azúcar que se usan para los materiales sostenibles les quite terreno a las zonas silvestres o que requiera muchos pesticidas.
 - d. Desde una perspectiva ética, ¿el uso de este material hará que las cosas sean más injustas, por ejemplo, por el aumento de la desigualdad entre las personas?
2. Examina el gráfico del *Perfil de sostenibilidad* que se muestra en la figura 3-1. Piensa para ti: ¿Crees que todas las características de un perfil de sostenibilidad son igualmente valiosas o que hay algunas que son más importantes? Si crees que algunas son más importantes, ¿cuáles?
 3. Analiza tus ideas con tus equipos e intenta **llegar a un consenso** sobre el material acerca del cual te gustaría compartir información con el resto de tu comunidad. Un consenso no es una competencia donde se gana o se pierde. Llegar a consenso significa trabajar juntos a fin de encontrar una decisión equilibrada que funcione para todos.
 - a. ¿Hay ciertas perspectivas que crees que es realmente importante considerar?
 - b. ¿Existen algunas características del perfil de sostenibilidad que todos creen que son importantes?
 - c. Si las personas no están de acuerdo, vuelve a pensar en tu mapa de identidad y lo que aprendiste sobre las perspectivas. ¿Cómo se relaciona tu opinión con tu identidad y experiencias pasadas?
 4. Con tu equipo, piensen en lo que los hizo comenzar a utilizar materiales nuevos o diferentes en el pasado. ¿Podrían ayudar a cambiar la forma en que otras personas utilizan materiales?

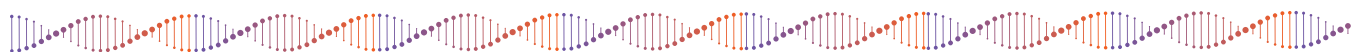


5. Desarrolla una manera de informar sobre el material que tu equipo acordó a otros miembros de tu comunidad. Por ejemplo:
 - a. ¿Podrías empezar a usar este material tú mismo y convertirte en un ejemplo para los demás?
 - b. ¿Podrías crear este material por tu cuenta y mostrárselo a los demás?
 - c. ¿Podrías recopilar información y crear una infografía para ayudar a las personas a comprender por qué este material es una mejor opción?
 - d. ¿Hay alguna otra manera en la que te gustaría informar?
6. Decide lo que vas a hacer. Asegúrate de que tu plan pueda incluir a todos los miembros de tu equipo.
7. Utiliza tu técnica de comunicación para compartir información sobre el material que elegiste con tu comunidad.



Tarea 2: ¿Podemos crear los materiales que necesitamos utilizando células y biotecnología?

Imagina un mundo en el que podrías crear los materiales que necesitas utilizando la biotecnología. Un mundo donde la levadura y las bacterias diseñadas se convierten en las nuevas fábricas, donde las personas que necesitan un trasplante de corazón reciben un corazón impreso a partir de sus propias células. En esta tarea, **descubrirás** más acerca de tu conexión con las maneras en que los científicos ya usan los seres vivos para crear nuevos productos. A continuación, investigarás para **comprender** cómo los avances en el uso de células humanas para bioimprimir están creando nuevas oportunidades. Por último, considerarás las posibilidades y **actuarás** para crear el futuro que deseas.



Descubrir: ¿Las células podrían convertirse en las nuevas fábricas?

En la parte 1, aprendiste cómo la biotecnología ha utilizado **microorganismos**, como levaduras y bacterias, para crear elementos, como pan y yogur. Esos microorganismos utilizan sus procesos naturales para producir dióxido de carbono, que hace que el pan se levante, o ácido láctico, que hace que el yogur sea ácido. Sin embargo, ¿qué pasaría si pudieras cambiar los procesos naturales de los microorganismos para producir diferentes materiales? Los científicos están diseñando procesos completamente nuevos para crear materiales mediante herramientas de biotecnología, como **CRISPR**. Los científicos ahora también tienen la capacidad de crear secuencias de **ADN** completamente nuevas, conocidas como **ADN sintético**.

1. Recuerda, un material es cualquier sustancia que compone un objeto. Si lo piensas, tu cuerpo está compuesto por materiales. Con un compañero, piensen en algunos de los materiales que forman parte de tu cuerpo, por ejemplo, tu cabello, uñas, huesos o ácido estomacal. Debatan las siguientes preguntas entre ustedes:
 - a. ¿De dónde provienen estos materiales?
 - b. ¿Cómo participan las células en la fabricación de materiales en tu cuerpo?
 - c. ¿Las células, a veces, forman parte de los materiales mismos?
 - d. ¿Pueden pensar en algún material producido por células en otros seres vivos?
2. Lee Las muchas funciones de la célula.



Las muchas funciones de la célula

Las células son las fábricas originales. Cada célula hace un trabajo, desde los pequeños organismos unicelulares, como las bacterias y las algas, hasta cada una de las enormes cantidades de células en un organismo multicelular, como una ballena o un árbol secuoya. Las células utilizan las instrucciones que se encuentran en el ADN para realizar muchas actividades, tales como las que se mencionan a continuación:

- Producir materiales
- Procesar desechos
- Utilizar energía del sol para crear azúcar a partir del agua y el dióxido de carbono en un proceso llamado fotosíntesis, que elimina el carbono del aire y libera oxígeno
- Crecer y dividirse

Las células producen muchas cosas y realizan funciones que son útiles para sí mismas y para los organismos de los que forman parte.

Las personas han utilizado los productos y procesos existentes de las células durante miles de años, como cuando fermentan alimentos y crean cerveza, como aprendiste en la parte 1. Utilizamos estos productos y funciones existentes para satisfacer algunas de nuestras necesidades. Pero siempre hemos estado limitados por lo que el ADN de las células produce o hace de forma natural. Nosotros satisfacemos otras necesidades mediante procesos químicos.

Sin embargo, ahora tenemos un conjunto de herramientas fáciles de usar para editar el ADN. Mediante el uso de CRISPR u otras herramientas de biotecnología, podemos cambiar el ADN de las células para que tengan un conjunto de instrucciones diferentes o adicionales que les indiquen a las células que hagan cosas diferentes.

3. Con tu compañero, piensen en los tipos de materiales para cuya producción les gustaría que las células se modificaran. Por ejemplo:
 - a. Materiales que podrían reemplazar a aquellos que no son sostenibles
 - b. Materiales que actualmente son difíciles de encontrar o producir, o costosos
 - c. Materiales naturales que no se pueden extraer de la naturaleza o no se debe hacerlo



4. Utiliza dibujos o palabras para registrar tus ideas y compartirlas con el resto de tu equipo.
5. Lee *Biotransformación y diseño*.

Biotransformación y diseño

Cuando una célula fabrica un material, a menudo hay varios pasos involucrados. El material A se transforma en material B, que se transforma en material C. Este proceso se denomina **biotransformación**.

La biotransformación a menudo utiliza enzimas para transformar un material en otro. Por ejemplo, en las plantas, en el proceso de biotransformación de la fotosíntesis, se utilizan ciertas enzimas para transformar el dióxido de carbono y el agua en azúcar.

Cuando los científicos desean usar un ser vivo para crear un material, necesitan diseñar el camino de biotransformación. Determinan los pasos para crear el material que desean y qué enzimas se necesitan. Cada enzima se codifica mediante un **gen** específico dentro del ADN. Los científicos pueden encontrar o incluso crear un gen para codificar cada enzima que necesitan e insertar ese gen en la célula que están utilizando.

6. Ahora tendrás la oportunidad de convertirte en un bioingeniero y diseñar tu propio camino de biotransformación. Estos son algunos detalles:
 - a. Tu objetivo es crear ácido artemisinínico. El ácido artemisinínico se puede utilizar a fin de producir el mejor tratamiento que tenemos para la malaria. Se produce naturalmente en una planta, pero en cantidades muy pequeñas, por lo que es caro. Como bioingeniero, te gustaría que el ácido artemisinínico fuera más fácil de producir para que sea más barato.
 - b. Para hacerlo, puedes insertar genes para diferentes enzimas en tu célula. Si la célula tiene todos los genes correctos para ciertas enzimas específicas, puede transformar una molécula llamada FPP en ácido artemisinínico.
 - c. Ahora tienes FPP, el material A.
 - d. Deseas obtener ácido artemisinínico, el material E.
 - e. Hay cuatro pasos intermedios.



- f. Utiliza la tabla de la figura 3-11 a fin de diseñar qué enzimas utilizarás para ir del material A (FPP) al material E (ácido artemisinínico).
- g. Puedes utilizar cualquiera de las enzimas de tu biblioteca de enzimas en la figura 3-12, pero no necesitarás utilizarlas todas. Utiliza la figura 3-11 para completar qué enzimas y materiales debes utilizar, en qué orden.

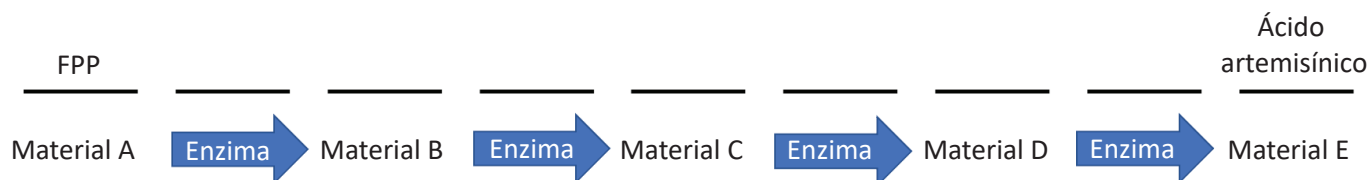


Figura 3-11: El camino de biotransformación desde la FPP hasta el ácido artemisinínico.

Enzimas	Materiales	
	Toma (o convierte)	Entrega (o produce)
AaALDH1	Aldehído artemisinínico	Ácido artemisinínico
CYP71AV1	Amorfadieno	Alcohol artemisinínico
CY3A4	HPTP	HPP+
ADS	FPP	Amorfadieno
Lactato deshidrogenasa	Piruvato	Lactato
AaADH1	Alcohol artemisinínico	Aldehído artemisinínico

Figura 3-12: Biblioteca de enzimas.

7. Compara tus respuestas con las de tus compañeros de equipo. ¿Todos diseñaron el mismo camino? Utiliza la figura 3-13 para revisar tus respuestas.

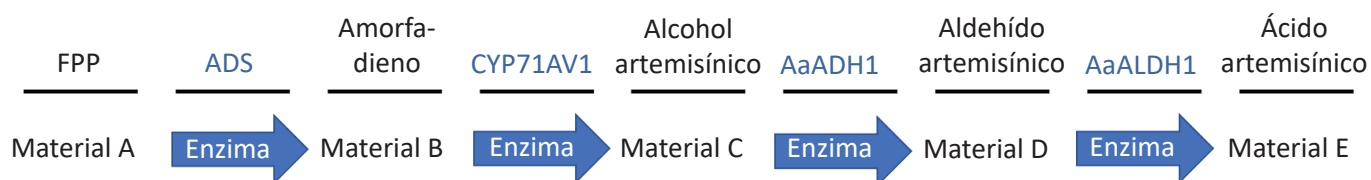
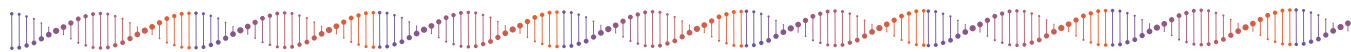


Figura 3-13: Corrige el camino de biotransformación desde la FPP hasta el ácido artemisinínico.



8. En este momento, los científicos de todo el mundo están trabajando en el desarrollo de diferentes vías de biotransformación a fin de crear distintos productos. Muchos productos farmacéuticos, saborizantes, fragancias, nuevos bioplásticos y partes de productos de belleza ya se están produciendo de esta manera. ¿Cuál crees que será el siguiente paso?



Comprender: ¿Podríamos imprimir órganos usando células?

Las células pueden producir cosas increíbles por sí solas. Sin embargo, en un organismo multicelular, como los seres humanos, las células no funcionan de forma aislada. Se agrupan junto con otras células del mismo tipo para formar **tejidos**, como tejidos musculares o nerviosos. Los diferentes tejidos se combinan para formar **órganos**, como el corazón, los pulmones, la piel y el hígado. Los órganos son más complejos y, generalmente, son muy importantes para el cuerpo.

1. Piensa para ti sobre los órganos que sabes que tienes. Las cosas que consideras “partes del cuerpo”, como el cerebro, los riñones y los pulmones, son los órganos.
 - a. ¿Por qué crees que cada órgano es importante?
 - b. ¿Cómo sería tu vida si uno de tus órganos estuviera dañado o destruido?
 - c. Si tu órgano falla o ya no funciona, en este momento, lo mejor es reemplazarlo. A partir de la década de 1950, los médicos han estado realizando **trasplantes**, es decir, sacando un órgano o parte de un órgano de una persona y colocándolo en otra persona. ¿Cuántos órganos crees que se trasplantaron en todo el mundo en el 2020? Comparte tu estimación con tu equipo.
2. Analiza con tu equipo: En el 2020, se realizaron 129 681 trasplantes en todo el mundo. Sin embargo, muchas personas necesitaron un trasplante que no pudieron recibir. ¿Qué se te ocurre que podría evitar que alguien reciba un trasplante?
3. Examina el cuadro de trasplantes de órganos en Estados Unidos en el 2021, que se muestra en la figura 3-14. Analiza con tu equipo:
 - a. ¿Qué problema notas?
 - b. ¿Se te ocurre algo que ayudaría a solucionar el problema?
 - c. ¿Qué preguntas tienes aún?



⚠ Consejo de seguridad emocional

Es posible que conozcas a alguien que está esperando un trasplante de órgano y pensar en todo el tiempo que puede tener que esperar puede alterarte. Si necesitas hacer una pausa o tomar un descanso, está bien.



Figura 3-14: Trasplantes necesarios y realizados en 2021 en Estados Unidos, según cada tipo de órgano¹.

- ¿Cómo es la situación de los trasplantes en tu país? ¿Las personas tienen que esperar mucho tiempo antes de recibir un trasplante? ¿Tienen que viajar a otro lugar para recibir un trasplante? ¿Qué órgano se trasplanta con mayor frecuencia? Si deseas explorar más sobre los tipos de trasplantes o los tiempos de espera en tu país, puedes utilizar el *StoryMap de ¡Biotechnología!*
- Piensa para ti: Imagina que las personas que necesitan órganos no tuvieran que obtenerlos de otras personas. ¿Y si los órganos pudieran desarrollarse a partir de sus propias células? ¿Cómo crees que eso podría cambiar la situación que se muestra en la figura 3-14?
- Ahora, piensa para ti: Otro problema con los trasplantes es que el sistema inmunitario de tu cuerpo reacciona a las células de otras personas y, a veces, puede atacar a los órganos trasplantados. ¿Cómo cambiaría esta situación si se pudieran desarrollar órganos a partir de tus propias células?



7. Con tu equipo, utilicen un pizarrón, un papel u otra forma de registrar sus ideas.
 - a. Si fueran un equipo de científicos que intentan desarrollar órganos a partir de células, ¿qué tipo de desafíos creen que enfrentarían?
 - b. ¿Por qué crees que podría ser mejor utilizar el tejido del ser vivo para reemplazar órganos, en lugar de otro material, como metal o plástico?
8. Lee Cultivo de células.

Cultivo de células

Antes de que puedas hacer que las células de los tejidos crezcan de formas específicas, como para formar un órgano, primero necesitas que crezcan.

A principios de la década de 1950, los científicos estaban trabajando arduamente para encontrar maneras de **cultivar** células humanas. Un cultivo celular significa hacer crecer células fuera del cuerpo en un laboratorio. El cultivo de células humanas conlleva muchos desafíos. Por lo general, el resto del cuerpo suministra los nutrientes, las moléculas y el oxígeno a las células humanas. Fue difícil reemplazar estas cosas y mantener las células humanas en crecimiento durante mucho tiempo fuera del cuerpo.

Los científicos estaban teniendo dificultades para mantener a las células humanas con vida, hasta que obtuvieron una muestra de células cancerígenas de Henrietta Lacks, una mujer afroamericana que vivía en Baltimore, en Estados Unidos. Los médicos recolectaron la muestra celular para diagnosticar a Henrietta, pero también enviaron parte de la muestra a un científico que intentaba cultivar células. Sin embargo, los médicos y los investigadores ni siquiera le pidieron permiso a Henrietta para cultivar sus células ni le dijeron que las usarían para una investigación.

Las células de Henrietta fueron útiles en el laboratorio. Siguieron viviendo y dividiéndose. Se convirtieron en la primera **estirpe celular** humana inmortal, conocida como células HeLa. Los científicos aún utilizan las células HeLa hoy en día, más de 70 años después de que las hayan tomado de Henrietta. Se utilizaron células HeLa en el desarrollo de muchos avances médicos, desde las vacunas antipoliomielíticas hasta la inseminación artificial. Las empresas han utilizado investigaciones llevadas a cabo con las células HeLa para crear productos y técnicas rentables. Sin embargo, el dinero que estas empresas generaron no se compartió con Henrietta o su familia. Puedes encontrar más información sobre Henrietta Lacks y su historia en el StoryMap de ¡Bioteología!



⚠ Consejo de seguridad emocional

Puede que te sientas triste o enfadado porque tomaron las células de Henrietta Lacks sin su consentimiento. Está bien tener estos sentimientos. A veces, sentirte triste o enfadado puede ser una buena manera de notar cosas que piensas que son injustas y que deben cambiar.

Los científicos han descubierto mucho sobre el cultivo de células. Ahora, pueden cultivar células que se tomaron de tu propio cuerpo. Esto significa que un cultivo de tejidos de tu cuerpo podría utilizarse a fin de probar cosas específicas para ti. Por ejemplo, podrían probarse ciertos tratamientos en el cultivo de tus tejidos para ver cómo reaccionarían los tejidos de tu cuerpo. Debido a que cada persona es única, esto podría ayudar a emparejar el tratamiento correcto con la persona adecuada. También podría permitir que se analicen nuevos tratamientos en cultivos de tejidos en lugar de animales.

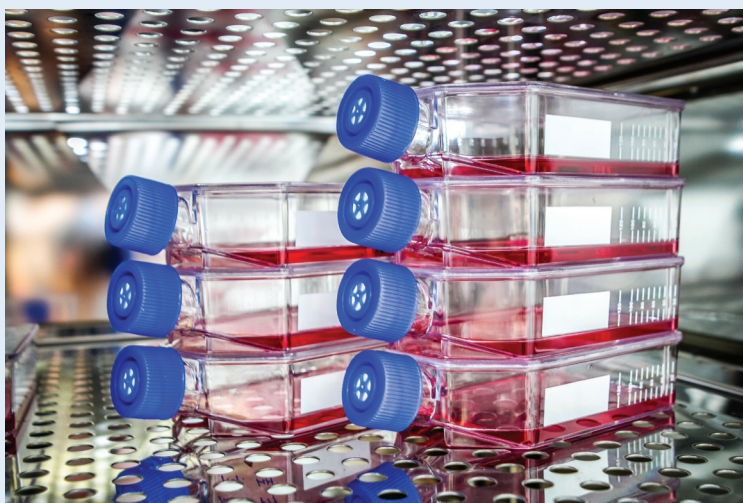


Figura 3-15: Matrices de cultivos de tejidos en un laboratorio.

Cultivar tejidos de tu cuerpo también es un paso importante cuando se utilizan esos tejidos para formar un órgano, si se necesita uno. Los científicos están comenzando a utilizar células de cultivos de tejidos en las **bioimpresiones en 3D**. Obtendrás más información al respecto en el siguiente experimento de modelación.



9. Uno de los métodos que los científicos están utilizando para fabricar tejidos ahora es la bioimpresión en 3D. Analiza con tu equipo:
 - a. ¿Alguna vez has visto una impresora 3D? ¿Sabes cómo funciona?
 - b. La mayoría de las impresoras 3D colocan materiales, como plásticos, en capas delgadas, y construyen un artículo lentamente. ¿Cómo crees que esto podría funcionar con células?
10. Lee *Modelado de bioimpresiones en 3D* y sigue las instrucciones.

Modelado de bioimpresiones en 3D

Los científicos siguen trabajando en cómo imprimir órganos en 3D. En esta actividad, utilizarás materiales que te ayudarán a comprender cómo podría funcionar este proceso.

Materiales

Chispas circulares (chispas de dulces circulares), cuscús, arena u otros gránulos pequeños y redondos: Estas representan las células que se imprimen para formar tejido. Las células se mezclan con la biotinta y pasan por la boquilla para crear el órgano bioimpreso en 3D. A menudo, las células provienen del propio paciente. En otras ocasiones, provienen de un donante. De cualquier manera, se cultivan algunas células recolectadas a fin de producir la gran cantidad necesaria para la impresión de tejidos.

Mantequilla de maní, pasta dental o un material tipo gel de consistencia similar: Este material representará la biotinta. La biotinta es un gel que contiene agua, polímeros y, a menudo, otros materiales para ayudar al objeto impreso a mantener su forma.

Bolsas de plástico o para sándwiches: Puedes utilizar cualquier bolsa de plástico más gruesa, pero una que se selle puede funcionar mejor. La punta de la bolsa representa la boquilla de una bioimpresora 3D. La boquilla es de donde sale la biotinta.

Instrucciones

- a. Dibuja una forma de riñón en un papel o en un plato de papel. La figura 3-16 tiene un ejemplo de la forma de un riñón. ¿Recuerdas la figura 3-14 y la necesidad de riñones para trasplantes? Vas a modelar lo que sería bioimprimir un riñón en 3D.
- b. Para preparar tus materiales, agrega tus células (gránulos redondos) a tu biotinta (material de gel).



- c. Carga tu mezcla de biotinta y células en la bolsa. Estás ejemplificando la carga de la biotinta que contiene las células en una bioimpresora 3D.
- d. Corta un orificio muy pequeño en una esquina de la bolsa para sándwiches. Solo debe tener unos pocos milímetros de ancho. Esto representa la boquilla de una bioimpresora 3D, por lo que solo una delgada corriente de biotinta debería poder salir.
- e. Planifica cómo crearás el riñón, teniendo en cuenta que las bioimpresoras 3D colocan la tinta capa por capa. Tal vez te resulte útil dibujar un boceto de las capas que piensas imprimir. En la figura 3-16, se muestra un ejemplo.



Figura 3-16: Modelo de muestra de la actividad de bioimpresión de un riñón en 3D.

- f. Utiliza tu bolsa para sándwiches cargada a fin de imprimir tu órgano. Recuerda trabajar en capas, de abajo arriba.

11. Analiza con un compañero:

- a. ¿Qué resultó bien cuando intentaron crear su modelo de riñón impreso en 3D?
- b. ¿Qué fue difícil acerca de los materiales que estaban utilizando?
- c. ¿Cuáles crees que serían los desafíos en el desarrollo de los materiales utilizados para la verdadera bioimpresión en 3D con células reales?
- d. ¿Cómo crear un riñón real con la impresión en 3D sería diferente de la actividad del modelado?



Consejo de seguridad emocional

Los científicos están trabajando en cómo bioimprimir riñones y otros órganos en 3D, pero aún no han tenido éxito en este objetivo. Cada día, están aprendiendo más, pero si conoces a alguien que necesita un órgano nuevo, puede que te sientas impaciente por el progreso de este proceso científico. Está bien sentirse frustrado, enojado o triste. Haz una pausa y toma un descanso si lo necesitas.

12. Lee *Desafío de bioimpresión* y sigue las instrucciones.

Desafío de bioimpresión

Prepárate

Si lo deseas, puedes imprimir y recortar una copia de las tarjetas de órganos de la figura 3-17 y cuatro copias de las tarjetas de desafíos de la figura 3-18. O simplemente puedes examinar las tarjetas. Si no las imprimes, necesitarás una manera de registrar las puntuaciones de las tarjetas de desafíos.

Instrucciones

- Reúnanse en un círculo de hasta cuatro compañeros de equipo. Explorarán algunos de los otros desafíos que enfrentan los científicos cuando intentan utilizar bioimpresiones en 3D para crear órganos.
- Cada tarjeta de órganos describe tres tipos de desafíos:
 - Tipos de células: cuántos tipos de células diferentes forman parte del órgano
 - Estructura: qué tan grande o complejo es el órgano
 - Vasos sanguíneos: llevar y traer sangre del órgano para mantener todas las células vivas y sanas (las **arterias** llevan la sangre a un órgano, las **venas** la llevan fuera del órgano)
- Pídele a una persona que elija una tarjeta de órgano de la figura 3-17 o de la pila de tarjetas impresas. La tarjeta te dará un perfil de un órgano comúnmente trasplantado.



Tarjeta de órgano: Riñón



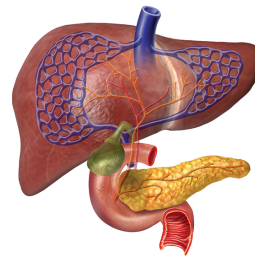
Tipos de células: Más de 20 tipos de células

Estructura: Entre 10 cm y 12 cm en adultos y contiene aproximadamente 1 millón de unidades de filtración

Vasos sanguíneos: Los riñones tienen arterias grandes que se ramifican en arterias más pequeñas. Contienen muchos vasos sanguíneos.

©Smithsonian Institution

Tarjeta de órgano: Hígado



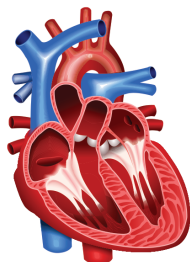
Tipos de células: 4 tipos de células

Estructura: Alrededor de 14 cm de diámetro, dividido en dos partes principales; cada parte contiene alrededor de 8000 áreas más pequeñas

Vasos sanguíneos: Una vena grande drena la sangre del hígado. No contiene muchos vasos sanguíneos pequeños.

©Smithsonian Institution

Tarjeta de órgano: Corazón



Tipos de células: 4 tipos de células principales

Estructura: Alrededor del tamaño de un puño, dividido en cuatro cámaras; cada cámara está rodeada por una pared de tejido muscular

Vasos sanguíneos: La sangre se bombea a través de cada una de las cuatro cámaras, así como a través de arterias y venas ramificadas.

©Smithsonian Institution

Tarjeta de órgano: Pulmón



Tipos de células: Más de 40 tipos de células

Estructura: La entrada principal se divide en dos áreas, cada una de las cuales se divide muchas veces en secciones pequeñas

Vasos sanguíneos: Los pulmones están cubiertos con arterias y venas que se ramifican en muchos vasos sanguíneos más pequeños.

©Smithsonian Institution

Figura 3-17: Tarjetas de órganos.



- d. Completa una tarjeta de desafío según la información de la tarjeta de órgano. Para cada categoría, asigna un puntaje de dificultad de 1 (no es un desafío difícil para este órgano) a 5 (es un desafío muy difícil para este órgano). Suma los tres puntajes para obtener el puntaje general de dificultad.

Tarjeta de desafío para:	Puntaje de dificultad
Complejidad celular: <i>¿Este órgano contiene muchos tipos diferentes de células?</i>	_____
Complejidad estructural: <i>¿La estructura del órgano es compleja? ¿Es grande?</i>	_____
Vasos sanguíneos: <i>¿Es necesario imprimir muchos vasos sanguíneos?</i>	_____
Dificultad general (suma los puntajes de dificultad): _____	

©Smithsonian Institution

Figura 3-18: Tarjeta de Desafío.

- e. Repite el procedimiento para los tres órganos restantes. Cuando hayas evaluado los cuatro, clasifícalos de más a menos difícil, según los puntajes de dificultad generales que asignaste en tus tarjetas de desafío.
- f. Debate la siguiente pregunta con tu grupo: ¿Hubo desafíos que no esperaban?
- g. Los científicos están trabajando para crear órganos bioimpresos. ¿Cuál crees que será el mayor desafío?
- h. ¿Crees que algún día los órganos impresos en 3D serán comunes?





Actuar: ¿Cuándo crees que se deberían utilizar las células para crear materiales?

Ha habido grandes avances durante la última década en el uso de células de diferentes maneras. Las compañías están usando ahora células para producir productos farmacéuticos, productos de belleza, saborizantes, plástico biodegradable y otros materiales. Actualmente, los científicos pueden imprimir piel, huesos, vasos sanguíneos, **córneas** (la capa más externa del ojo), orejas y otros cartílagos, e incluso versiones semifuncionales y en miniatura de los órganos (incluidos corazones, riñones e hígados).

La tecnología está avanzando rápidamente. Sin embargo, en esta actividad, tu trabajo es ir más lento y pensar en cualquier preocupación que tú u otras personas de tu comunidad puedan tener sobre el uso de cualquiera de estas tecnologías. Puedes utilizar esta información para ayudar a tu comunidad a pensar en estas nuevas tecnologías.

1. Toma tu Lista de preocupaciones éticas de la parte 1.
2. Considera lo que aprendiste sobre el uso de células de diferentes maneras durante las actividades Descubrir y Comprender. Gracias a los avances recientes en la biotecnología, ciertas cosas que eran imposibles en el pasado pueden ser posibles o casi posibles ahora. El simple hecho de que las cosas se puedan hacer no significa que haya que hacerlas. ¿El uso de biotransformación, cultivo de células o bioimpresiones te genera alguna preocupación ética?
3. Lee las Instrucciones de los cinco porqué.

Instrucciones de los cinco porqué

- Divídanse en parejas.
- Siéntate mirando a tu compañero.
- Lee una de las preguntas del paso 4 y pídele a un compañero que responda cómo se siente al respecto.
- El otro compañero debe preguntarle por qué.
- El primer compañero debe responder con la razón por la que se siente de esta manera.
- Luego, el otro compañero debe preguntar el porqué de su explicación.
- Repetir hasta que el otro compañero haya preguntado “por qué” cinco veces.



4. Utiliza estas indicaciones para tu ejercicio de los cinco porqué. Para empezar, pídele a un compañero que comparta su opinión sobre las siguientes situaciones y haz que el otro compañero pregunte por qué.
 - a. Los tejidos extraídos de animales, como vacas, cerdos y gallinas, se pueden cultivar, al igual que los cultivos de tejidos sobre los que aprendiste en la actividad Comprender. La carne obtenida a partir de estos cultivos de tejido está compuesta por el mismo tipo de células que la carne del animal, pero se cultiva en un laboratorio.
 - b. Las células utilizadas para crear productos, como aquellos sobre los que aprendiste en la actividad Descubrir, no tienen que ser solo organismos unicelulares, como levaduras o bacterias. Por ejemplo, se pueden modificar plantas para fabricar medicamentos específicos. Se puede cultivar plantas en grandes cantidades en granjas y, luego, extraer el producto objetivo.
 - c. Un científico decidió cambiar el ADN en las células humanas. Antes del nacimiento, se modificó el ADN humano para crear una persona más resistente a las enfermedades. Teóricamente, las modificaciones en el ADN podrían crear personas más fuertes, rápidas, inteligentes o con cualquiera de numerosos **rasgos**.
 - d. Es importante producir materiales que sean más sostenibles, pero las personas también podrían tener que cambiar al consumo de menos materiales en general. Algunas personas se preocupan de que, si los materiales más sostenibles se vuelven comunes, las personas no tendrán la motivación de cambiar cuánto consumen.
5. ¿Recuerdas tu *Panel de tendencias del futuro* de la parte 1? Agrega a este información sobre el uso de células para crear cosas en el futuro, o crea un nuevo panel de tendencias para esa información.
 - a. ¿Cuáles son algunas cosas increíbles que esperas que sucedan?
 - b. ¿Cuáles son algunas cosas que te preocupan?
6. Elige una cosa que consideres emocionante o preocupante. Cuéntale a otra persona sobre ella. ¿Esa persona comparte tu perspectiva? Ten una conversación respetuosa en la que lo animes a considerar por qué piensa de la manera en que lo hace. ¿Qué espera que suceda con las células y la biotecnología en el futuro?



¡Felicitaciones!

Terminaste la parte 3.

¡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 sintético: ADN completamente nuevo que no existe de forma natural y que ha sido creado por seres humanos

ADN: Una molécula en todos los seres vivos que transfiere y almacena datos genéticos

Arterias: Vasos sanguíneos que transportan la sangre a un órgano

Asequible: Económico

Biodegradable: Que se puede descomponer relativamente rápido en un ambiente natural

Bioimpresiones en 3D: Utilizar una impresora para colocar células y otras sustancias relacionadas en capas a fin de formar un tejido

Bioplástico: Sustancia hecha de polímeros provenientes de materiales orgánicos, a diferencia de los materiales plásticos regulares, que generalmente están hechos de combustibles fósiles

Biotecnología: El uso de la biología, los procesos y los materiales naturales para resolver problemas y crear tecnología

Biotransformación: El uso de sustancias naturales que incluyen enzimas para acelerar una reacción química deseada

Compostable: Capaz de ser descompuesto de manera fácil y relativamente rápida por seres vivos, como bacterias, hongos y gusanos en el suelo



Consenso: Un acuerdo equilibrado que todos aprueban

Córnea: La capa más externa del ojo

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

Cultura: El proceso de incubar o cultivar microorganismos en el laboratorio; estos pueden ser microorganismos, como bacterias, o células humanas, vegetales o animales

De bajos recursos: Hecho sin necesidad de una gran cantidad de energía, agua ni otros recursos naturales

De base biológica: Compuesto por materiales de un ser vivo, como una planta, un hongo o una bacteria

Duradero: Que se puede reutilizar muchas veces o sus materiales se pueden reciclar con facilidad

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

Enzimas: Una proteína que ayuda a acelerar el proceso de una reacción química; una enzima se puede utilizar una y otra vez, y nunca se agota

Estirpe celular: Una población de células que se pueden cultivar y que es uniforme en su funcionalidad y apariencia

Ético: Justicia de algo.

Extraer: Sacar una parte de una cosa más grande



Gases de efecto invernadero: gases como el dióxido de carbono o el metano que hacen que la atmósfera se caliente

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

Limpio: Que aporta cantidades mínimas de gases de efecto invernadero u otros tipos de contaminación al medioambiente natural

Material: Cualquier sustancia que compone un objeto

Medioambiental: Relativo al mundo natural.

Microorganismos: Seres vivos que son demasiado pequeños para verlos sin un microscopio

Órganos: Los órganos, compuestos por tejidos, realizan una función en particular; por ejemplo, el corazón bombea sangre oxigenada al resto del cuerpo

Polímero: Un compuesto químico hecho de bloques moleculares que se repiten, llamados monómeros

Rasgos: Características

Refinar: Calentar y destilar una sustancia, como el petróleo crudo, para separarla en partes más puras

Renovable: que se puede reponer fácilmente

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



Sostenible: La capacidad de conservar los recursos naturales sin generar un impacto negativo en el medioambiente

Tejidos: Un grupo de células con estructura y función similares que conforman una subunidad más grande

Trasplantes: La transferencia de un órgano sano de una persona a otra persona cuyo órgano no funciona o está dañado

Venas: Vasos sanguíneos que transportan la sangre desde un órgano



Nota final

1. Administración de servicios y recursos de salud. 2022. *Figura 1: Pacientes en la lista de espera en comparación con trasplantes realizados de cada órgano (2021)*. Datos recopilados en febrero del 2022. Obtenido de <https://www.organdonor.gov/learn/organ-donation-statistics/detailed-description#fig1>.

