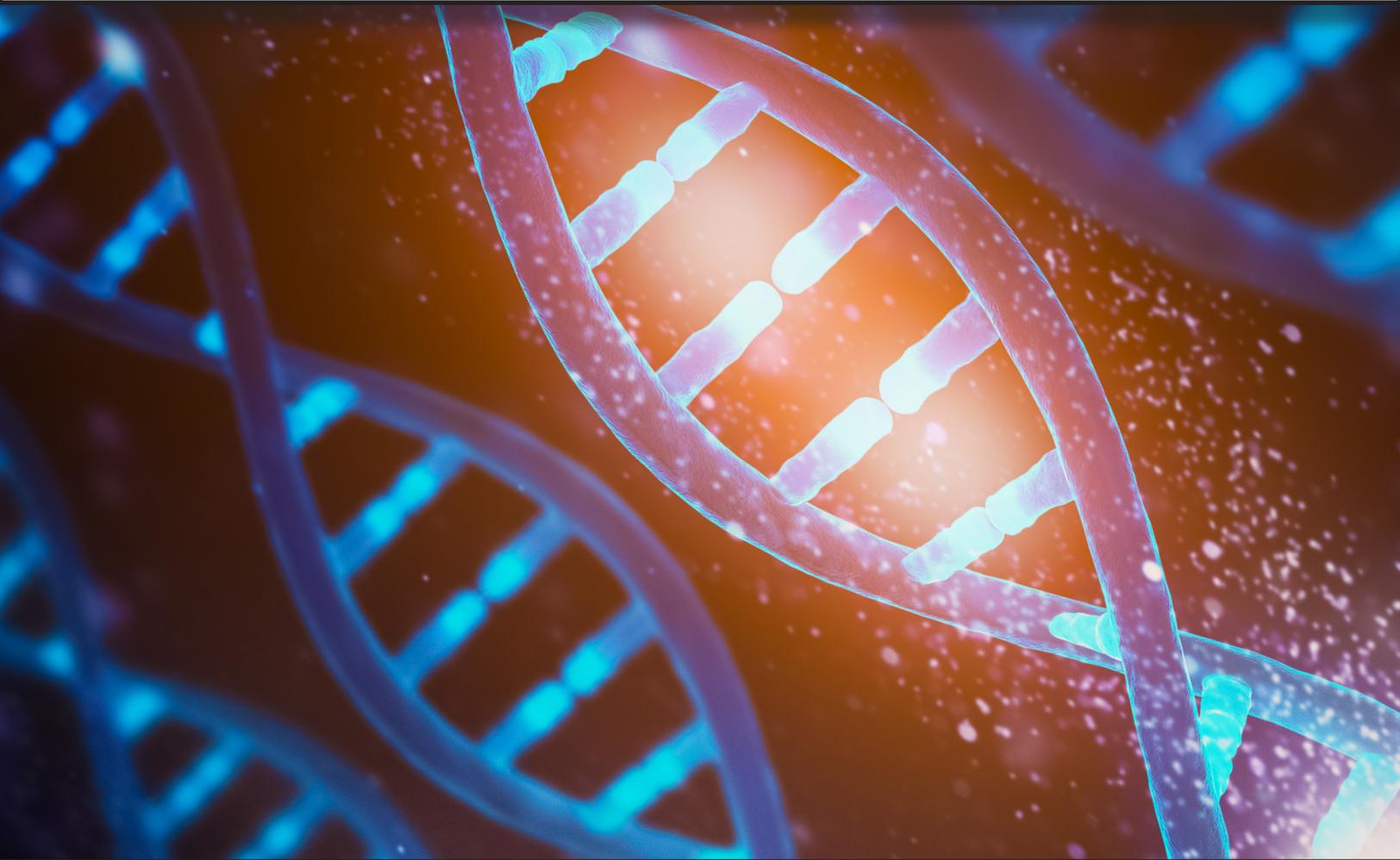


¡BIOTECNOLOGÍA!

Parte 1: Introducción a la biotecnología



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 *¡Biotecnología! ¿Cómo podemos crear un futuro sostenible usando la biotecnología de forma ética?* Parte 1. 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

Revisores técnicos
Dr. Andrew Cary
Dra. Lisa Scheifele

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: libre de droit/iStock/Getty Images Plus

Figura 1-1: Katherine Blanchard, Centro Smithsonian de Educación Científica

Figura 1-2: Katherine Blanchard, Centro Smithsonian de Educación Científica

Figura 1-3: Naciones Unidas

Figura 1-4: nature keeper/iStock/Getty Images Plus

Figura 1-5: Judith Dzierzawa/iStock/Getty Images Plus

Figura 1-6: Shigapov/iStock/Getty Images Plus; codyphotography/E+

Figura 1-7: kgfoto/E+; zhaojiankang/iStock/Getty Images Plus; SEASTOCK/iStock/Getty Images Plus; vainillaychile/iStock/Getty Images Plus; S.Rohrlack/iStock/Getty Images Plus; neenawat/iStock/Getty Images Plus

Figura 1-8: Heidi Gibson, Centro Smithsonian de Educación Científica

Figura 1-9: posteriori/E+; ilietus/iStock/Getty Images Plus; llonalimagine/iStock/Getty Images Plus; Ockra/iStock/Getty Images Plus; pamela_d_mcadams/iStock/Getty Images Plus; Marat Musaibirov/iStock/Getty Images Plus

Figura 1-10: innazagor/iStock/Getty Images Plus

Figure 1-11: marekuliasz/iStock/Getty Images Plus

Figura 1-12: Heidi Gibson, Centro Smithsonian de Educación Científica

Figura 1-13: Heidi Gibson, Centro Smithsonian de Educación Científica

Figura 1-14: Heidi Gibson, Centro Smithsonian de Educación Científica

Figura 1-15: Heidi Gibson, Centro Smithsonian de Educación Científica

Figura 1-16: b44022101/iStock/Getty Images Plus

Figura 1-17: traffic_analyzer/DigitalVision Vectors

Figura 1-18: Heidi Gibson, Centro Smithsonian de Educación Científica



PARTE 1: INTRODUCCIÓN A LA BIOTECNOLOGÍA

Planificador	4
¡Biotecnología! ¿Cómo podemos crear un futuro sostenible para todos usando la biotecnología de forma ética?	6
Tarea 1: ¿Qué es un futuro sostenible?	7
Descubrir: ¿Cuál es mi identidad y cuáles son mis esperanzas para el futuro?	7
Comprender: ¿Qué sabe y piensa mi comunidad sobre el futuro y la biotecnología?	12
Actuar: ¿Cómo se relaciona la biotecnología con un futuro sostenible para mi comunidad local y mundial?	17
Tarea 2: ¿Cómo puede la biotecnología ayudar a crear un futuro sostenible?	20
Descubrir: ¿Cómo utilizo la biotecnología ahora y cómo podría utilizarla en el futuro?	20
Comprender: ¿Cuáles son algunas de las herramientas genéticas de la biotecnología?	27
Actuar: ¿Qué preocupaciones tengo sobre el uso sostenible de la biotecnología?	35
Glosario	40

¡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: ¿Qué es un futuro sostenible?					
Descubrir	Desarrolla un mapa de identidad personal en el que se muestren las diferentes partes de quién eres, y crea un panel de tendencias en el que se muestren tus ideas sobre el futuro.	<ul style="list-style-type: none"> • Papel • Bolígrafos o lápices • Objetos que te representan (opcional) • Pizarra o cartel • Fotos o revistas (opcional) 		25 minutos	7
Comprender	Encuesta a tu comunidad para descubrir diferentes perspectivas sobre un futuro sostenible.	<ul style="list-style-type: none"> • Papel • Bolígrafos o lápices 		25 minutos + tiempo de la encuesta	12
Actuar	Examina los Objetivos de Desarrollo Sostenible, considera cómo la biotecnología puede desempeñar un papel en un futuro sostenible y elige las partes de la guía que deseas utilizar.	<ul style="list-style-type: none"> • Papel • Bolígrafos o lápices 	<u>Panel de tendencias del futuro</u>	25 minutos	17



Actividad	Descripción	Materiales y tecnología	Materiales adicionales	Tiempo aproximado	Número de página
Tarea 2: ¿Cómo puede la biotecnología ayudar a crear un futuro sostenible?					
Descubrir	Explora qué es la biotecnología y qué papel desempeña en tu vida.	<ul style="list-style-type: none"> • Papel • Bolígrafos o lápices 		25 minutos	20
Comprender	Extrae el ADN e investiga las diferentes maneras en las que se puede utilizar o cambiar el ADN.	<ul style="list-style-type: none"> • Alcohol • Fuente de ADN, fruta u otro • Envases • Tenedor o cuchara • Agua • Sal • Detergente • Filtro • Mondadientes 		45 minutos	27
Actuar	Considera diferentes perspectivas sobre el uso de la biotecnología para un futuro sostenible y crea una lista de preocupaciones éticas.	<ul style="list-style-type: none"> • Papel • Bolígrafos o lápices 	<u>Panel de tendencias del futuro</u>	25 minutos	35



***iBiotecnología!* ¿Cómo podemos crear un futuro sostenible para todos usando la biotecnología de forma ética?**

La **biotecnología** puede ser una herramienta importante para ayudar a alcanzar un futuro **sostenible** para nosotros y nuestro planeta, pero también existen riesgos e inquietudes. En esta guía, aprenderás más acerca del potencial de la biotecnología mientras consideras tus propias ideas sobre la mejor manera de abordar esos riesgos y preocupaciones.

Cuando uses esta guía, te convertirás en un **investigador de acción** para identificar y ayudar a resolver problemas en tu comunidad. Los investigadores de acción primero **descubren** su propio conocimiento existente, luego, investigan para **entender** los problemas y, por último, **actúan** sobre lo que aprendieron para mejorar las comunidades locales y globales.

Crearás y mantendrás varias hojas de documentos digitales o en papel como ayuda para registrar y recordar la información. Tal vez podrías utilizar un bloc de notas o una carpeta para organizar las hojas que utilizarás en la guía.

Recuerda: *En esta guía, tú y tu equipo están a cargo. Siempre puedes cambiar las instrucciones de los pasos para que funcionen mejor para ti y tu equipo.*



Tarea 1: ¿Qué es un futuro sostenible?

Quiénes somos afecta la forma en que pensamos e interactuamos con el mundo que nos rodea. En esta tarea, primero **descubrirás** más acerca de tu propia identidad y tus perspectivas sobre el futuro. Luego, **comprenderás** más sobre la biotecnología y los conocimientos y perspectivas relacionados de tu comunidad. Por último, **actuarás** para decidir qué deseas investigar y pensar más a fondo.



Descubrir: *¿Cuál es mi identidad y cuáles son mis esperanzas para el futuro?*

Nuestras diferentes experiencias, orígenes e ideas nos dan a cada uno de nosotros una identidad única. Tu **identidad** es lo que hace que seas tú. Nuestras diferentes identidades a menudo conducen a diferentes **perspectivas**. Las perspectivas son la manera en que pensamos sobre el mundo que nos rodea. Comprender tu propia identidad y puntos de vista puede ayudarte a entender otras perspectivas. Esta actividad te ayudará a pensar en tu propia identidad.

1. Toma un papel y escribe el título "Mapa de identidad". Si lo prefieres, puedes crear un mapa de identidad con objetos o herramientas digitales. Hay más detalles sobre cómo hacerlo en el paso 6.
2. En el papel, escribe tu nombre en el centro de la página o dibuja una pequeña imagen de ti mismo.
3. Dibuja un círculo alrededor de tu nombre o fotografía.
4. Responde la pregunta "¿Quién soy?" o "¿Qué me describe?" La siguiente lista puede darte algunas ideas, pero eres libre de elegir lo que quieres incluir. También puedes incluir elementos que no están en la lista. Registra lo que creas que sea importante para quién eres.
 - Edad
 - Escuela o curso
 - Raza o etnia
 - Género
 - País o lugar donde vives
 - País o lugar importante para ti o tu familia
 - Ideas o creencias que son importantes para ti
 - Temas que te interesan



- Pasatiempos o actividades que te gusta hacer por diversión
 - Rasgos físicos (por ejemplo, altura, color de cabello, color de ojos, si usas anteojos, etc.)
 - Rasgos de personalidad (como fuerte, divertido, triste, amable)
 - Funciones que tienes en tu hogar (como hermana mayor, ayudante, primo)
 - Grupos a los que perteneces
5. Escribe cada respuesta en la página alrededor de tu nombre. Dibuja una línea entre tu nombre y cada respuesta. La figura 1-1 es un ejemplo de un mapa de identidad escrito. Puedes poner tus respuestas al final de cada línea.

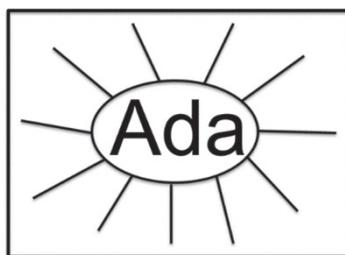


Figura 1-1: Ejemplo de un mapa de identidad escrito.

6. Si lo prefieres, puedes utilizar objetos de tu hogar o clase para crear tu mapa. Para conservar tu mapa, puedes tomarle una foto o simplemente recordarlo. La figura 1-2 es un ejemplo de un mapa de identidad hecho con objetos. También puedes crear un mapa digital mediante grabaciones o fotos.



Figura 1-2: Ejemplo de un mapa de identidad hecho con objetos.

7. Ahora forma un equipo. Como investigador de acción, trabajarás en equipo con tus compañeros de clase por el resto de esta guía. Trabajarán en conjunto para comprender y mejorar su área local. Tu equipo puede ser tu clase completa o puede ser un grupo más pequeño. Cualquier opción está bien.



8. Comparte tu *Mapa de identidad* con los miembros de tu equipo para saber qué tienen en común. Intenta buscar identidades similares entre tus compañeros de equipo. Por ejemplo, si te gusta leer por diversión, ve si puedes encontrar a alguien que también le guste leer por diversión. Busca algunas identidades similares. Luego, continúa con el siguiente paso.

 **Consejo de seguridad emocional**

Compartir tu identidad con otra persona puede ayudar a generar confianza entre tú y esa persona. Pero puede ser difícil compartir tu identidad personal con otra persona. Solo comparte las partes de tu *Mapa de identidad* que te sientas cómodo compartiendo.

9. Ahora, intenta encontrar compañeros de equipo que tengan identidades distintas de la tuya. Encuentra a algunas personas que tengan identidades distintas. Luego, vuelve a tu lugar.
10. Piensa para ti sobre las diferentes identidades que encontraste en el equipo. Todos los miembros de tu equipo son únicos. Tener un equipo que incluya personas con diferentes identidades significa que todos tienen información diferente para compartir y distintas perspectivas. Como investigadores de acción, trabajarán juntos como equipo para encontrar la mejor manera de hacer acciones que ayuden a resolver los problemas que identifiques. Las diferentes identidades y experiencias de cada miembro de tu equipo los ayudarán a tomar mejores decisiones. Por ejemplo, si naciste en el mismo lugar donde vives ahora, pero un compañero de equipo nació en otro sitio, es posible que cada uno sepa cosas diferentes, lo que conduce a perspectivas distintas.
11. Lee *Nuestras identidades, nuestras perspectivas, nuestro futuro*.

Nuestras identidades, nuestras perspectivas, nuestro futuro

Diferentes personas pueden tener distintas perspectivas sobre cómo quieren que sea el futuro. A veces, estas perspectivas están relacionadas con identidades o experiencias personales. Nuestras identidades pueden afectar lo que sabemos o lo que pensamos que es importante.



Si hay algo que es importante para ti ahora, es posible que quieras que sea parte de tu futuro. Por ejemplo, quizá en tu *Mapa de identidad* dijiste que te gusta estar al aire libre. Entonces, tal vez quieras poder acceder fácilmente al exterior como parte de tu futuro.

A menudo, los libros, las películas u otras experiencias multimedia presentan ideas sobre lo que podría suceder en el futuro. Estas ideas también pueden ayudarte a imaginar qué tipo de futuro podrías desear o querer evitar.

En esta guía, pensarás en cómo crees que la biotecnología puede ser parte de un futuro sostenible. Pero primero debes pensar en qué es un futuro sostenible.

Un enfoque que equilibra diferentes perspectivas y que puede funcionar durante mucho tiempo se denomina sostenible. Un **futuro sostenible** equilibra las preocupaciones sociales, económicas, ambientales y éticas de una manera que funciona bien para las personas y el planeta.

Tu perspectiva sobre lo que debería incluir un futuro sostenible es valiosa. Otras personas pueden tener diferentes perspectivas. Sus perspectivas también son valiosas. Pensar en todas estas diferentes perspectivas en conjunto puede ayudarte a imaginar un futuro sostenible que funcione para todos, no solo para ti.

12. Piensa para ti sobre lo que quieres que incluya un futuro sostenible. Puedes utilizar tus propias ideas originales o ideas de otros lugares. Utiliza ideas provenientes de tus experiencias; de libros, películas u otros medios, o conversaciones que hayas tenido, como ayuda para pensar en estas preguntas.
 - a. ¿En qué querrías que el futuro fuera diferente de la vida como es ahora?
 - b. ¿Hay cosas que te gustaría que siguieran igual?
13. Ahora, toma un trozo de papel o abre un documento digital y divídelo en dos secciones. Denomina una sección "Esperanzas" y la otra, "Preocupaciones".
14. En la sección *Esperanzas*, escribe, dibuja o utiliza imágenes digitales para anotar tus ideas a fin de representar tus esperanzas para el futuro, para ti, tu área, las personas que te rodean y todo el mundo. No sientas que tus ideas tienen que ser posibles hoy, ¡sueña en grande!



15. Mientras piensas en tus esperanzas para un futuro sostenible, también puedes empezar a pensar en cosas que te preocupan o te inquietan sobre el futuro. Registra estas ideas en la sección *Preocupaciones*.

 **Consejo de seguridad emocional**

Cuando piensas en el futuro, está bien sentir preocupación o inquietud. Estos sentimientos son naturales, especialmente cuando el futuro se siente incierto. Si piensas en tus miedos, puedes tomar decisiones para intentar asegurarte de que no se hagan realidad.

16. Etiqueta un pizarrón de clase, un cartel grande o un documento digital compartido como “panel de tendencias del futuro”. Un **panel de tendencias** es una herramienta que ayuda a reunir ideas, conceptos y estilos a fin de diseñar algo. En este caso, estás diseñando el futuro.
- En una mitad del panel de tendencias, escribe “Esperanzas”. Llena esta mitad con palabras, dibujos, imágenes u otras maneras de representar las esperanzas de cada persona para un futuro sostenible.
 - En la otra mitad del panel de tendencias, escribe “Preocupaciones”. Llena esta mitad con palabras, dibujos, imágenes u otras maneras de representar las preocupaciones, los miedos o las inquietudes de cada uno sobre el futuro de las personas y el planeta.

 **Consejo de seguridad emocional**

A veces, es posible que quieras mantener tus esperanzas y preocupaciones sobre el futuro en privado. Solo comparte lo que te siente cómodo compartiendo.

17. Examina tu *Panel de tendencias para el futuro*.
- ¿Hay cosas que te sorprendan sobre las esperanzas y preocupaciones de los demás miembros de tu equipo?
 - ¿Hay esperanzas y preocupaciones que tengan en común?
18. Lee las *Pautas para el análisis en equipo*.



Directrices para el análisis en equipo

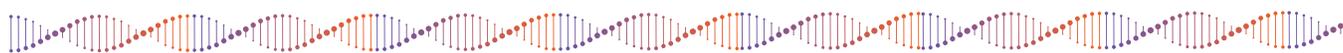
- Recuerda, escuchar muchas perspectivas y puntos de vista diferentes es bueno.
- Ábrete a escuchar ideas nuevas.
- Las diferencias en el equipo pueden ser útiles. Las personas con diferentes identidades pueden aportar nuevos conocimientos e ideas.
- Mira a la persona para ser un oyente activo y demostrarles que estás prestando atención.
- Sé respetuoso y espera que te muestren respeto. Las personas pueden tener ideas diferentes, y eso no significa que sus ideas estén equivocadas. Crear un equipo en el que todas las ideas sean bienvenidas es un paso importante para tomar decisiones sostenibles.

Consejo de seguridad emocional

A veces, los miembros de tu equipo pueden tener perspectivas diferentes de las tuyas. Eso está bien. Escucha atentamente, pero recuerda que solo porque alguien crea en algo no significa que tú debes creerlo. Está bien hacer una pausa en una conversación si te sientes incómodo o molesto.

19. Como equipo, analicen lo siguiente:

- ¿Crees que una persona con una identidad diferente, como alguien de otro lugar o que es mucho mayor, podría tener esperanzas y preocupaciones diferentes para el futuro?
- Si es así, ¿por qué podría ser importante incluir esas ideas sobre el futuro cuando piensen en un futuro sostenible?



Comprender: *¿Qué sabe y piensa mi comunidad sobre el futuro y la biotecnología?*

Como investigador de acción enfocado en el futuro y la biotecnología, una de tus tareas es averiguar más acerca de lo que otras personas de tu **comunidad** piensan acerca del futuro y cómo la biotecnología podría ayudar a crear un futuro sostenible.



Comprender las perspectivas en tu comunidad puede ser una parte importante de considerar qué es sostenible y qué acciones deseas tomar. Ayudar a tu comunidad comienza por considerar quién está en la comunidad y cómo se siente. Puedes investigar esto con una encuesta.

1. Primero, considera en qué comunidad deseas enfocarte. Una comunidad es un grupo de personas que comparten algo, por ejemplo, tu familia, tus compañeros de clase, tus profesores o tus vecinos. Una comunidad puede compartir espacio, como una comunidad local, nacional o global. O una comunidad puede compartir una identidad, como una religión, grupo étnico o interés común. Si piensas en tu mapa de identidad, probablemente te darás cuenta de que formas parte de muchas comunidades. ¿La perspectiva sobre el futuro y la biotecnología de qué comunidad te gustaría comprender? Convérsalo con tu equipo y decidan una comunidad a la que todos pertenezcan.
2. Con tu equipo, consideren qué sería importante saber acerca de las esperanzas y preocupaciones que tu comunidad tiene para el futuro. Escribe algunas preguntas que te gustaría hacer.
3. Lee *¿Qué es la biotecnología?* y piensa para ti si hay alguna forma de utilizar la biotecnología en tu vida en este momento.

¿Qué es la biotecnología?

La biotecnología consiste en utilizar seres vivos, partes de seres vivos o cosas producidas por seres vivos para satisfacer las necesidades de las personas y mejorar sus vidas. Incluye el uso de partes de células, organismos completos o incluso ecosistemas para satisfacer nuestras necesidades. También incluye realizar cambios en partes de células, organismos o ecosistemas para que se adapten mejor a las necesidades de las personas.

4. En esta guía, pensarás sobre la biotecnología y el futuro. Recomendamos comenzar haciendo preguntas generales sobre el futuro a las personas de tu comunidad, para que te ayuden a comprender sus perspectivas, esperanzas y preocupaciones. Recuerda lo que tú pensaste que estaba relacionado con tus esperanzas y preocupaciones sobre el futuro. Escribe cualquier pregunta que desees hacerle a tu comunidad. Por ejemplo:
 - a. ¿Qué será lo más importante para nuestra comunidad en el futuro?
 - b. ¿Cuál es la mayor amenaza para nuestra comunidad en el futuro?



5. También puedes hacer preguntas relacionadas específicamente con la biotecnología. Anota cualquier pregunta que desees hacer. Por ejemplo:
 - a. ¿Qué crees que significa biotecnología?
 - b. ¿Hay cosas que te entusiasmen sobre la biotecnología en el futuro?
 - c. ¿Hay cosas que te asusten sobre la biotecnología en el futuro?
 - d. O cualquier otra pregunta que desees hacer.
6. Lee las *Instrucciones para hacer una encuesta* a fin de obtener más información sobre cómo crear una encuesta y elegir tus preguntas.

Instrucciones de la encuesta

Puedes utilizar una encuesta para comprender mejor a las personas de tu comunidad. Una encuesta es una lista de preguntas simples que puedes hacerle a un grupo de personas.

Elección de las personas para encuestar

- a. Piensa en las categorías de tu mapa de identidad. Utiliza esas categorías con el fin de elegir un grupo diverso de personas para encuestar, de modo que puedas obtener una idea más precisa sobre lo que tu comunidad piensa y siente. Por ejemplo, podrías encuestar a personas de muchas edades distintas o de más de un género.

Formas en las que podrías realizar una encuesta

- a. Hablar en persona, por teléfono o en una reunión virtual.
- b. Pedirles a las personas que respondan las preguntas en papel, por correo electrónico o en línea.
- c. Recopilar respuestas mediante una publicación en las redes sociales.

Elección de las preguntas

- a. Considera usar preguntas abiertas o cerradas. Un ejemplo de una pregunta abierta es: "¿Qué sería parte de un futuro sostenible?". Un ejemplo de una pregunta cerrada es: "¿Limitar el aumento de la temperatura global forma parte de un futuro sostenible?". Normalmente, puedes obtener más información con una pregunta abierta, pero si recibes muchas respuestas, puede ser difícil procesar todas las ideas diferentes. Usar una pregunta cerrada es más rápido, pero podrías perder la oportunidad de conocer algunas de las ideas de tu comunidad.



- b. Intenta hacer que tus preguntas sean neutrales. Esto significa que no estás tratando de imponer tu opinión en la pregunta. Por ejemplo, “¿Estás de acuerdo con que se debe utilizar la biotecnología para ayudar a crear un futuro sostenible?” no sería neutral. La persona que responde la pregunta puede suponer que quieres que responda “sí”. Una pregunta más neutral podría ser: “¿Crees que la biotecnología puede ser parte de un futuro sostenible?”.

Consejos para realizar una encuesta

- Asegúrate de que tus preguntas sean fáciles de entender y específicas, como “¿Qué te preocupa sobre el futuro?”, en lugar de “¿Qué te preocupa?”.
- Piensa en el mejor método para la encuesta. ¿Existe una manera segura y fácil de reunir las opiniones de una amplia variedad de personas de tu comunidad?
- Piensa en la mejor manera de encuestar a tu comunidad. Por ejemplo, si deseas realizar una encuesta en línea, piensa si todas las personas tienen acceso a Internet.
- Es posible que algunas personas a las que les hagas la encuesta no estén familiarizadas con el significado de “biotecnología”. Recomendamos empezar compartiendo la definición de biotecnología con ellos antes de hacer las preguntas sobre la biotecnología. Por ejemplo, podrías decir: “La biotecnología consiste en utilizar seres vivos o partes de los seres vivos para satisfacer las necesidades de las personas. La biotecnología se puede utilizar de muchas maneras diferentes, como en la creación de distintos tipos de plantas para comer o crear nuevos medicamentos”.

Consejos de seguridad para realizar una encuesta

Habla primero con tu profesor o un adulto de confianza para que te dé las indicaciones. Este sabrá qué es lo más seguro en tu comunidad.



Consejo de seguridad física

Nunca salgas solo y siempre mantente atento a tu entorno. Presta atención a los consejos locales sobre si es seguro interactuar con personas fuera de tu hogar.

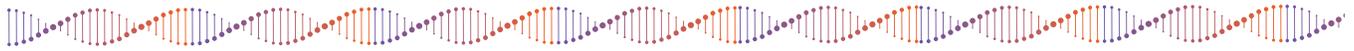


 **Consejo de seguridad emocional**

Puede ser difícil hablar con otras personas de la comunidad. Es posible que seas tímido o te pongas nervioso. Es posible que alguien te diga que no quiere hablar. ¡Está bien! No tiene nada que ver contigo. Simplemente significa que no quieren compartir. Puedes demostrarles respeto dándoles las gracias y, luego, seguir con otro miembro de la comunidad.

7. Examina las preguntas de tu lista y elige las que deseas hacerle a tu comunidad. Probablemente, querrás hacer entre cinco y diez preguntas en tu encuesta. Recomendamos tener una combinación de preguntas cerradas y abiertas.
8. Decide los métodos de encuesta, y elige dónde, a quién y cómo harás la encuesta.
9. Recuerda, incluir a todos es importante. Si estás trabajando con un equipo, es posible que tengas que ajustar la forma en que realizas la encuesta para que todos se sientan seguros, cómodos y capaces de ayudar. Está bien hacer estos cambios. Son parte de incluir a todos. Asegúrate de considerar los siguientes elementos:
 - a. Hora: Si la encuesta ocurre después de la escuela, ¿todos los miembros del equipo tienen tiempo para hacerlo?
 - b. Comodidad: Si decides moverte por la comunidad para realizar tu investigación, asegúrate de que todos los miembros de tu equipo se sientan seguros y capaces de hacerlo. Si no es así, ¿de qué otra manera podrían los miembros del equipo ayudar con la encuesta?
 - c. Ubicación: Si la encuesta se realizará en un lugar específico, ¿qué tan fácil es para los miembros del equipo llegar a ese lugar?
10. Si estás trabajando con un equipo, asigna diferentes funciones a las personas. Por ejemplo, si decides realizar una encuesta en línea, decide quién escribirá la encuesta, quién la compartirá y quién recopilará los resultados.
11. Por último, lleva a cabo la encuesta por tu cuenta o con tu equipo y registra los resultados.





Actuar: ¿Cómo se relaciona la biotecnología con un futuro sostenible para mi comunidad local y mundial?

Preguntaste a tu comunidad acerca de sus esperanzas e inquietudes sobre el futuro y la biotecnología. Ahora puedes aplicar lo que aprendiste para pensar más acerca del futuro que desea tu comunidad y cómo se relaciona con un futuro global.

1. Saca tu *Panel de tendencias sobre el futuro* y examina los resultados de la encuesta. ¿Hay esperanzas y preocupaciones que otros miembros de tu comunidad comparten y que aún no forman parte de tu panel de tendencias? Si es así, agrega esas ideas ahora.
2. Con tu equipo, utiliza tu panel de tendencias a fin de analizar los objetivos importantes para un futuro sostenible. Estos objetivos podrían basarse en las esperanzas, como “todos tienen acceso a energía limpia” o pueden basarse en las preocupaciones, como “no más extinción de animales”.
3. Lee *Las Naciones Unidas y los objetivos de desarrollo sostenible*.

Las Naciones Unidas y los objetivos de desarrollo sostenible

Lograr un futuro sostenible como el que acabas de imaginar es complejo. Muchas personas deben trabajar en equipo en muchos lugares para crear un futuro sostenible. Cuando muchas personas trabajan juntas, es bueno tener a alguien que organice las actividades. La Organización de las Naciones Unidas, también llamada ONU, es una organización global diseñada para ayudar a los Gobiernos y a las personas de todo el mundo a colaborar.

Hace unos años, la ONU les pidió a los países y a las personas de todo el mundo que se imaginaran un mundo y un futuro mejor. Trabajaron juntos para determinar una lista de objetivos. Luego, los países de la ONU llegaron a un **consenso** sobre los objetivos más importantes necesarios para lograr un mundo mejor. Estos objetivos para la comunidad global se denominan **Objetivos de Desarrollo Sostenible** (ODS) de la ONU.



SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



Figura 1-3: Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.

4. Examina los diferentes ODS. ¿Existen ODS que crees que son importantes para un futuro sostenible que tu equipo no analizó? ¿Crees que esos objetivos también son importantes? Si es así, agrega esas ideas a tu *Panel de tendencias del futuro*.
5. Las partes 2 a 7 de esta guía te ayudarán a explorar cómo la biotecnología puede ser parte de un futuro sostenible de diferentes maneras. Cada una de estas partes mostrará las posibilidades de utilizar la biotecnología y te apoyará para pensar en los riesgos. Tú y tu equipo intentarán equilibrar estas ideas y determinar cuándo se debe utilizar la biotecnología. Las partes 2 a 7 abordan los siguientes temas:
 - a. Parte 2: Biotecnología y sistemas de alimentos: Explorar cómo la biotecnología puede y debe ayudar a crear un sistema agrícola y alimentario equitativo y sostenible.
 - b. Parte 3: Biotecnología y materiales: Utilizar la biotecnología para crear nuevos materiales, como materiales de construcción sostenibles, alternativas al plástico y órganos para trasplantes.
 - c. Parte 4: Biotecnología y salud humana: Diagnosticar y tratar problemas médicos mediante el uso de biotecnología.



- d. Parte 5: Biotecnología y datos genéticos: Examinar los datos genéticos que se recopilan, y considerar cómo y cuándo se deberían utilizar.
 - e. Parte 6: Biotecnología y medioambiente: Utilizar la biotecnología para ayudar a solucionar problemas, como la contaminación y la pérdida de biodiversidad. La **pérdida de biodiversidad** es una disminución en la variedad de los numerosos seres vivos diferentes que hay en la Tierra.
 - f. Parte 7: Biotecnología y seguridad: Investigar cuándo se podría y debería utilizar la biotecnología para hacer del mundo un lugar más seguro.
6. Calcula cuánto tiempo tienes para completar las partes de esta guía. Por ejemplo, tu profesor podría decirte que solo tienes tiempo para hacer una parte, algunas partes o tal vez la guía completa.
 7. Si no tienes tiempo para realizar todas las partes, habla con tu equipo y elijan las partes que estén más estrechamente relacionadas con las esperanzas o preocupaciones de su *Panel de tendencias del futuro*. Después de la siguiente tarea, puedes comenzar a trabajar en las partes que seleccionaste.



Tarea 2: ¿Cómo puede la biotecnología ayudar a crear un futuro sostenible?

La biotecnología está cambiando rápidamente las cosas que las personas pueden hacer o incluso imaginar hacer. En esta tarea, **descubrirás** formas en las que ya estás utilizando la biotecnología y pensarás más sobre cómo se podría usar en el futuro. Investigarás para **comprender** más acerca de las nuevas herramientas en biotecnología y cómo se pueden utilizar. Luego, **actuarás** en función de esta información para comenzar a pensar sobre **ética** y cómo se debería utilizar la biotecnología.



Descubrir: *¿Cómo utilizo la biotecnología ahora y cómo podría utilizarla en el futuro?*

Tecnología se refiere a los materiales y métodos utilizados para resolver los problemas de las personas y satisfacer sus necesidades. Por ejemplo, hace mucho tiempo, las personas desarrollaron el método de utilizar diferentes materiales para crear ruedas, lo que ayudó a resolver un problema de transporte. Las ruedas son un ejemplo de tecnología. La biotecnología consiste en utilizar seres vivos, partes de seres vivos o cosas producidas por seres vivos para resolver los problemas de las personas y satisfacer sus necesidades. Aunque se desarrollan nuevas biotecnologías todos los días, las personas han utilizado la biotecnología de ciertas maneras durante miles de años. Para comenzar esta actividad, pensaremos en la biotecnología en tu vida.

1. Piensa para ti. ¿En qué piensas cuando te imaginas un ser vivo? Lo primero que se les ocurre a muchas personas es un animal. ¿Crees que los animales han cambiado con el tiempo para satisfacer mejor las necesidades humanas? Analiza tus ideas con tu equipo.
2. Lee *Domesticación y reproducción selectiva* para obtener más información.

Domesticación y reproducción selectiva

Dentro de cualquier **especie** o tipo específico de ser vivo, hay mucha **variación** o diferencias. Por ejemplo, piensa en las diferencias en la apariencia de las personas, sus capacidades, los comportamientos que tienen y las cosas que les interesan.

Incluso antes de que entendieran cómo funcionaba el proceso, las personas notaron la existencia de la **herencia**, es decir, que algunos **rasgos** o características



de los padres a menudo se traspasan a sus hijos o **crías**. La herencia se produce en los seres humanos y en otros seres vivos. Por ejemplo, es probable que la cría de un caballo de carrera veloz también sea un corredor rápido. Es probable que la cría de una oveja que tiene lana muy fina también tenga lana fina. Los animales que son amigables con los seres humanos tienen más probabilidades de tener crías que sean amigables con los seres humanos.

Hace miles de años, las personas comenzaron a utilizar la idea de herencia para **domesticar** animales, que es el proceso de cambiar una especie de su estado salvaje a fin de que sea más útil para un propósito específico. Las personas reproducían dos animales que tenían rasgos que deseaban alentar, con la esperanza de que sus crías tuvieran los mismos rasgos. Este proceso se conoce como **reproducción selectiva**.



Figura 1-4: Lobo gris.

El primer animal domesticado fue el perro. Su ancestro silvestre estaba más cerca de ser un lobo, pero las personas utilizaron la reproducción selectiva, y la nueva especie resultante era más amigable con los seres humanos y se podía utilizar como asistente de caza. Muchas otras especies de animales y plantas se domesticaron con el tiempo y, a menudo, desarrollaron rasgos muy diferentes de los de sus antepasados silvestres. Incluso dentro de una especie domesticada, los seres humanos han reproducido plantas y animales selectivamente para obtener diferentes rasgos, como un tamaño, un color o la capacidad de correr largas distancias. Los perros son un buen ejemplo de la amplia diversidad creada por la reproducción selectiva dentro de una especie.





Figura 1-5 Variedad de perros.

La domesticación y la reproducción selectiva son ejemplos de biotecnología. La reproducción selectiva produjo muchas de las diferencias entre los perros que se muestran en la figura 1-5.

3. Debate con tu equipo. ¿Con qué animales domesticados estás familiarizado? Enumera los animales que las personas utilizan como acompañantes, como alimento, para obtener productos, como leche o lana, o para trabajar, como transportar personas o tirar cargas. Para cada animal que enumeres, intenta pensar en los rasgos que las personas podrían haber seleccionado mientras domesticaban al animal. Escribe tus respuestas en una pizarra de la clase o simplemente débátelas.
4. Con tu equipo, analicen las imágenes de la figura 1-6. A veces, dentro de una especie (como las vacas), las personas han elegido diferentes rasgos para seleccionar. Esto da como resultado diferentes **razas** o tipos dentro de las especies. En la figura 1-6, una de las vacas se utiliza con el fin de producir leche para vender. La otra se utiliza por su carne.
 - a. ¿Qué rasgos diferentes notas entre las dos vacas?
 - b. ¿Qué rasgos podrían ser importantes para la producción de leche o carne?
 - c. ¿Qué vaca crees que se utiliza para producir leche?





Figura 1-6: Vaca lechera (izquierda) y vaca de carne (derecha).

5. Examina las imágenes en la figura 1-7. Las personas han domesticado plantas mediante la reproducción selectiva. A menudo, intentaron cambiar plantas salvajes para producir más de su parte comestible o deseable, y para que fueran más fáciles de plantar y cosechar. Intenta hacer coincidir la planta domesticada en la parte superior con su ancestro silvestre en la parte inferior.



Zanahorias



Arroz



Maíz o elote



Teosinte



Zanahorias silvestres



Rufipogon (arroz rojo)

Figura 1-7: Plantas domesticadas y sus ancestros silvestres.

6. Compara tus respuestas con las que se indican a continuación. ¿Cómo elegiste cuáles emparejar? ¿Qué notas acerca de los cambios en cada planta durante la domesticación?



- a. Las zanahorias se emparejan con las zanahorias silvestres.
 - b. El arroz se empareja con el rufipogon (arroz rojo).
 - c. El maíz/elote se empareja con el teosinte.
7. Examina la planta de col silvestre en la figura 1-8. Al igual que los criadores de animales, los criadores de plantas, a veces, se enfocan en partes específicas de la planta para cambiarlas. ¿Qué parte crees que los criadores seleccionaron para producir los vegetales comestibles que se muestran en la figura 1-9? Empareja cada parte del col silvestre con un vegetal específico.

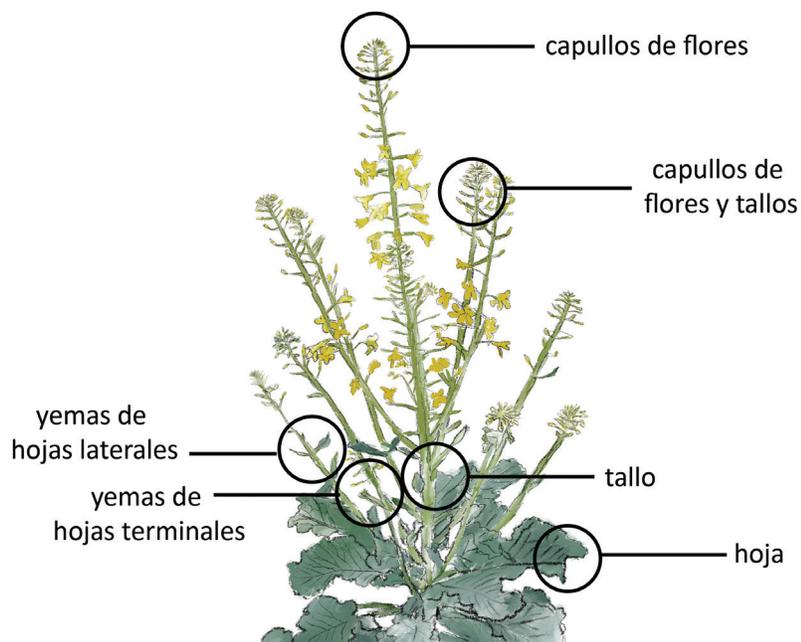


Figura 1-8: Planta de col silvestre.

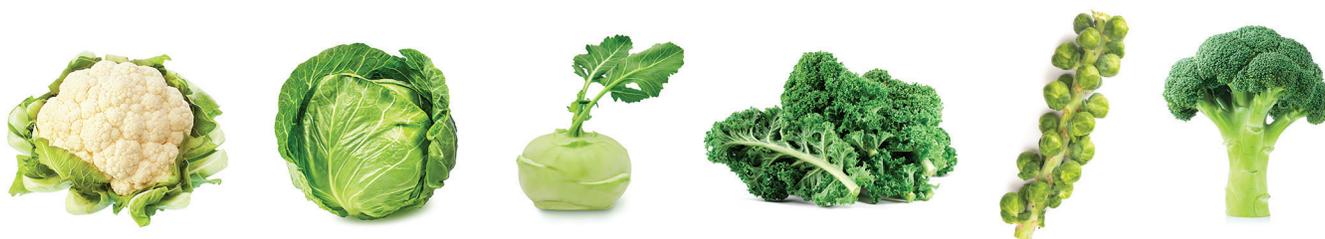


Figura 1-9: Coliflor, repollo, colinabo, col risada, coles de Bruselas y brócoli (de izquierda a derecha).

8. Revisa tus respuestas.
- a. La selección de los capullos de flores creó la coliflor.
 - b. La selección de las yemas terminales de las hojas creó el repollo.
 - c. La selección del tallo creó el colinabo.



- d. La selección de la hoja creó la col rizada.
 - e. La selección de las yemas de hojas laterales creó las coles de Bruselas.
 - f. La selección de los capullos de flores y los tallos creó el brócoli.
9. Analiza con tu equipo la forma en que las personas utilizan las plantas además de comerlas, por ejemplo, para fabricar ropa o materiales de construcción. ¿Crees que las personas también pueden haber utilizado la reproducción selectiva para domesticar plantas utilizadas de esas maneras?
 10. Además de las plantas y los animales, ¿sabías que las personas de todo el mundo a menudo comen cosas que son demasiado pequeñas para verlas, denominadas **microorganismos**? Debate con tu equipo. ¿Crees que comes alimentos que contienen microorganismos?
 11. Lee *Microorganismos y preparación de alimentos* para obtener más información.

Microorganismos y preparación de alimentos

Las personas han preparado pan y producido cerveza por miles de años. ¿Qué tienen en común estos dos procesos? Ambos utilizan un microorganismo, la levadura, para crear algo que se puede comer o beber. En productos horneados, como el pan, la levadura consume los carbohidratos (harinas y azúcares) en la masa del pan y produce gas de dióxido de carbono. Este gas de dióxido de carbono queda atrapado en la masa del pan y hace que se eleve. Cuando se elabora cerveza, la levadura consume los carbohidratos (azúcares) del grano y produce gas de dióxido de carbono, lo que genera burbujas en la cerveza y alcohol.



Figura 1-10: Masa de pan levantándose y pan horneado.



La **fermentación** es una técnica de preparación de alimentos que consiste en agregar microorganismos a los alimentos o estimular el desarrollo de microorganismos naturales. Los microorganismos que fermentan consumen carbohidratos y, generalmente, producen gases como dióxido de carbono, ácidos o alcoholes. La fermentación da como resultado muchos tipos diferentes de alimentos. A menudo, más de un tipo de microorganismo forma parte del proceso. Se utilizan hongos, como levadura y moho, y diferentes tipos de bacterias útiles para fermentar alimentos y bebidas en muchos lugares del mundo.

Por ejemplo, hay bacterias específicas que se agregan a la leche para producir yogur y queso. También se les agrega moho a ciertos tipos de queso. A veces, los granos se fermentan, como en el pan de masa madre o en la injera. Los productos de vegetales y frutas fermentadas, como kimchi, miso, chucrut, chicha morada y vinagre, son comunes en muchos lugares.



Figura 1-11: Ejemplos de alimentos fermentados: kimchi, repollo encurtido, sopa de miso (parte superior, de izquierda a derecha), yogur, pepinillos fermentados, chucrut (parte inferior, de izquierda a derecha).

La fermentación de los alimentos a menudo hace que sean más fáciles de digerir e introduce bacterias útiles para tu sistema digestivo. La fermentación también ayuda a preservar los alimentos. El uso de microorganismos en la preparación de alimentos es un ejemplo de biotecnología. Si quieres obtener más información sobre la biotecnología y los alimentos, puedes visitar el [StoryMap de ¡Biotecnología!](#) para encontrar un enlace a la guía de investigación comunitaria del Instituto Smithsoniano, *¡Comida!*



12. Con tu equipo, hagan una lista de maneras en que se les ocurre que se utiliza la fermentación para producir alimentos y bebidas en su comunidad. Es posible que nunca te hayas dado cuenta de que un alimento o bebida estaba fermentado, por lo que estas son algunas pistas para identificar la fermentación:
 - a. ¿Qué sabor tiene? Los alimentos con microorganismos a menudo tienen un sabor a levadura, ácido (por el ácido producido) o alcohólico (por el alcohol producido).
 - b. ¿Se crean burbujas durante la preparación? Las burbujas pueden ser una señal de que hay gases producidos por microorganismos. Sin embargo, debes pensarlo cuidadosamente, ya que no todos los alimentos o bebidas burbujeantes tienen fermentación. Por ejemplo, las bebidas gaseosas tienen dióxido de carbono que sus productores agregaron para crear las burbujas.
 - c. ¿Los alimentos o bebidas se mezclan y después se dejan reposar? Los microorganismos necesitan tiempo para crecer. Las bebidas y los alimentos fermentados suelen dejarse desarrollar desde unas pocas horas hasta muchos años.
 - d. ¿Los alimentos o bebidas utilizan cultivos o iniciadores en el proceso? Los cultivos y los iniciadores a menudo contienen los microorganismos necesarios para iniciar la fermentación.
13. Piensa para ti de qué manera las biotecnologías, como la domesticación, la reproducción selectiva y la fermentación, te han afectado a ti y a tu vida. ¿Cómo crees que la historia humana sería diferente sin las formas en que las personas han utilizado y cambiado animales, plantas y microorganismos?
14. Piensa en una historia acerca del impacto que ha tenido sobre ti algo producido con biotecnología, por ejemplo, la historia de una mascota, una comida favorita o una planta con la que estés familiarizado. Comparte esta historia con un compañero o con tu equipo, o bien escríbela o dibújala.



Comprender: *¿Cuáles son algunas de las herramientas genéticas de la biotecnología?*

La domesticación y la reproducción selectiva dependen de la idea de que los hijos heredan rasgos de sus padres. Durante muchos años, aunque las personas entendían esta idea de la herencia de los padres, no sabían cómo funcionaba. Finalmente, se dieron cuenta de que los **datos genéticos** se transmiten de padres a hijos. Los datos genéticos son un conjunto de instrucciones en cada célula sobre cómo construir y mantener un ser vivo. Los seres vivos con una madre y un padre reciben una copia de



los datos genéticos de ambos padres. Sin embargo, no fue hasta la década de 1950 que los científicos descubrieron la estructura de los datos genéticos. Una molécula, conocida como **ADN**, transfiere y almacena datos genéticos.

Descubrir y comprender la estructura del ADN cambió la biotecnología para siempre. Proporcionó una nueva manera de entender las cosas vivientes. Los investigadores también aprendieron que, cambiando el ADN, los científicos podían cambiar los datos genéticos y los rasgos de los seres vivos. Debido a que el ADN es tan importante para la biotecnología, en esta actividad, aprenderás más sobre su estructura y cómo funciona. Esto te ayudará a completar el resto de la guía.

1. Reflexiona acerca de estas preguntas.
 - a. ¿Qué cosas a tu alrededor crees que tienen ADN?
 - b. ¿Qué podrías saber o hacer si tuvieras acceso a ese ADN?
2. Lee las *Instrucciones de extracción de ADN* y realiza una extracción de ADN.

Instrucciones para la extracción de ADN

El ADN contiene una gran cantidad de información y se encuentra en todos los seres vivos. Separar las células y sacar algo, o **extraer** el ADN, suele ser el primer paso en la investigación y las aplicaciones de la biotecnología. En este experimento, tú mismo completarás una extracción de ADN.

Lo que necesitarás

- Alcohol: Un alcohol para frotar (isopropílico) o etanol de al menos un 70 % de concentración. Puedes comprar esto en una botica, farmacia o en lugares donde se venden artículos de primeros auxilios. NO uses bebidas alcohólicas; el experimento no funcionará.
- Fuente de ADN: Puedes elegir tu fuente: las fresas, los plátanos y los guisantes (frescos, secos o congelados) funcionan bien, así como muchas frutas y semillas. Elige algo que puedas obtener con facilidad.
- Envases: Una bolsa plástica, un recipiente o un vaso. Utilizarás esto para colocar la fuente de ADN mientras la muelas. También necesitarás otro recipiente para mezclar algunos ingredientes.
- Tenedor o cuchara: Para moler la fuente de ADN.
- Agua: Usa el agua limpia que tengas disponible.
- Sal: La sal para cocinar común y corriente está bien.
- Detergente: El jabón para lavar platos o el champú funcionan bien.
- Filtro: Cualquier filtro de café servirá. Si no hay uno disponible, puedes usar una toalla de papel, un tamiz muy fino o incluso una camiseta antigua.



- Envase transparente: Un vaso de vidrio o plástico funcionará mejor, pero puedes usar un tazón si eso es lo que tienes.
- Mondadientes

Instrucciones

- Coloca el alcohol en un congelador durante 24 horas antes de comenzar.
- Coloca la fuente de ADN en un recipiente y aplástala o muélela para formar una pasta. Necesitas aproximadamente 100 ml (media taza) de la fuente de ADN. Puedes colocarla en una bolsa plástica, como en la figura 1-12, o en un recipiente o un vaso y utilizar un tenedor o una cuchara para molerla. Este proceso rompe las paredes celulares de las plantas.



Figura 1-12: Fresas molidas en una bolsa plástica.

- En otro vaso o tazón, mezcla alrededor de 100 ml (media taza) de agua, 5 g (1 cucharadita) de sal y 10 ml (2 cucharaditas) de detergente. Mézclalo bien.



Figura 1-13: Mezcla de sal, agua y detergente.



- d. Agrega aproximadamente 10 ml (2 cucharaditas) de esta mezcla de agua a tu fuente de ADN molida. Mezcla suavemente. El detergente ayudará a descomponer los lípidos (grasas) en las membranas celulares y a liberar el ADN. La sal ayuda a que el ADN sea más fácil de extraer.
- e. Pasa la mezcla a través del filtro al envase transparente.



Figura 1-14: Filtrar la mezcla de fresas.

- f. Saca el alcohol del congelador y viértelo suavemente por el costado del recipiente transparente. Vierte una cantidad de alcohol similar a la cantidad de mezcla de ADN.
- g. Observa cuidadosamente. El alcohol reposará en una capa por encima de la mezcla de la fuente de ADN. Sin embargo, el ADN comenzará a **precipitarse**, o a salir de la solución, en el alcohol. A medida que el ADN se precipita, comenzarán a aparecer manchas color blanco turbio en el alcohol. Deja que la mezcla repose entre 5 y 15 minutos para obtener la mayor cantidad de ADN.
- h. Puedes girar un mondadientes o un pincho en la capa de alcohol para recoger el ADN. Será pegajoso y un poco viscoso. Esta sustancia visible es el ADN de muchas células pegado.



Figura 1-15: Mondadientes con el ADN extraído de fresas.



Ir más allá

Ahora que extrajiste el ADN de una fuente, prueba con otra. El ADN es parte de cada ser vivo. Sin embargo, puede ser complicado extraerlo de las raíces, hojas y tallos de las plantas. También puedes extraer ADN de productos animales, como el hígado de pollo. Para algunas cosas, es posible que necesites una licuadora a fin de romper las células en lugar de simplemente molerlas a mano.

Puedes extraer el ADN en todo tipo de cosas, desde las vainas de semillas que se obtienen de las plantas hasta tu propia saliva. ¿Qué puedes encontrar a tu alrededor para usar como fuente de ADN?

3. Analiza los resultados de tu experimento con tu equipo.
 - a. ¿Pudiste extraer ADN?
 - b. ¿Qué crees que podrías hacer con el ADN una vez extraído?
4. Lee *ADN: Instrucciones para la vida*.

ADN: Instrucciones para la vida

La información del ADN se almacena en **bases**. Existen cuatro tipos de bases: adenina (A), citosina (C), guanina (G) y timina (T). Las bases forman una secuencia larga que almacena información sobre cómo hacer diferentes proteínas.

Cada tipo de base se empareja con otro tipo, por lo que A siempre se empareja con T y C siempre se empareja con G. Estas parejas se conocen como **pares de bases**. Tal vez sepas que el ADN es una molécula de doble hélice. Cada lado contiene una secuencia de bases emparejadas con el otro conjunto de pares de bases, como se muestra en la figura 1-16.

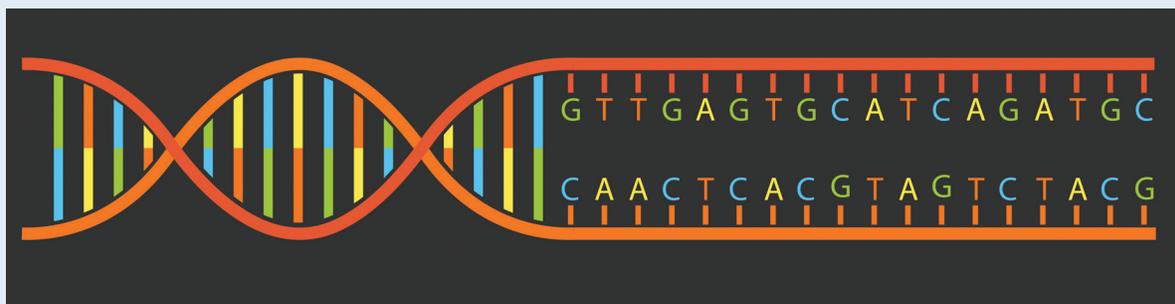


Figura 1-16: Ilustración de una doble hélice con pares de bases coincidentes.



Si quieres asegurarte de que comprendes, puedes utilizar la secuencia que aparece aquí y completar los pares de bases correspondientes. Los primeros pares están marcados en rojo como referencia.

A T A C C G C A T T A T C G C G G A A A T C T C G A T
 T A T G

En 1990, científicos de todo el mundo decidieron que era importante determinar el **genoma** humano, o secuencia de ADN, completo, que tiene alrededor de 3000 millones de pares de bases en total. Los investigadores de 20 instituciones en seis países trabajaron juntos como parte del proyecto del genoma humano y, en el 2001, publicaron la secuencia de casi todo el genoma humano. Los investigadores siguieron aumentando sus conocimientos y, en el 2022, completaron las brechas finales. La primera secuencia del genoma humano producida en el 2001 costó alrededor de mil millones de dólares. Hoy en día, la secuenciación de un genoma humano completo cuesta menos de USD 1000, y el costo sigue bajando.

5. Analiza con tu equipo:

- a. ¿Por qué crees que fue útil secuenciar el genoma humano completo?
- b. Los genomas de diferentes seres humanos son iguales en un 99,9 %.
¿Por qué crees que todavía hay necesidad de secuenciar genomas humanos individuales?
- c. Los investigadores también han estado secuenciando los genomas de otros seres vivos. ¿Qué podrían esperar aprender de esa información?

6. Lee Expresión y variación genética.

Expresión y variación genética

Sabes que los datos genéticos son transportados por el ADN molecular y que se entregan copias del ADN de los padres a sus crías. Pero ¿cómo es que estos datos genéticos crean diferentes rasgos? Las largas hebras de ADN se organizan en secciones más pequeñas, denominadas **genes**. Una célula puede copiar y utilizar los genes para producir proteínas. Las células “leen” la secuencia de pares de bases en un gen para averiguar cómo formar una proteína específica. La producción de estas proteínas se denomina **expresión génica**.



Los genes codifican proteínas específicas que crean rasgos específicos. Algunos rasgos, como si una persona tiene un lóbulo largo en la oreja o si puede enrollar la lengua, están determinados por un solo gen. Otros rasgos, como la altura y el color de la piel de una persona, se determinan mediante varios genes.

Incluso los pequeños cambios en la secuencia de los pares de bases en un gen pueden crear grandes cambios en la proteína.

Usemos una **analogía** para explicarlo. Imagina que en lugar de las cuatro letras (a, c, g y t) que representan las bases del ADN, las instrucciones del ADN utilizaran las letras del alfabeto para compartir información.

Toma un papel y un lápiz para escribir. Harás un modelo de una célula “leyendo” un gen de su ADN. Para cada oración en negrita, sigue las instrucciones. En esta analogía, un gen inicial podría leerse de la siguiente manera:

Comienza aquí: Lee esta oración y, luego, dibuja una caja.

Como parte de la analogía del modelo, probablemente dibujaste un cuadro.

Sin embargo, a veces, cuando se copia el ADN, la célula podría cometer un error y copiar una letra incorrecta. Los genes con una o más diferencias como esas se denominan **variantes**. En esta analogía, el error podría ser bastante pequeño, pero cambiará el significado. Sigue las instrucciones de la siguiente oración.

Comienza aquí: Lee esta oración y, luego, dibuja una casa.

¿En qué se diferencia lo que dibujaste esta vez? En el ejemplo, la “j” de caja cambió a una “s”, lo que cambió el significado de la oración.

A veces, los pequeños cambios como este no crean un problema. Sin embargo, otras veces, pueden significar que la persona con la variante no pueda producir una determinada proteína de forma adecuada. Las enfermedades como Tay-Sachs, fibrosis quística y anemia falciforme son causadas por variantes como esta.

En el pasado, una vez que se producía una variante problemática, no había manera de solucionarla. Sin embargo, en el 2012, los científicos comenzaron a utilizar una nueva herramienta de biotecnología llamada **CRISPR-Cas9**. CRISPR, a veces, se denomina “tijeras de ADN”, porque puede cortar el ADN en lugares muy específicos para agregar, eliminar o cambiar secuencias de pares de bases.



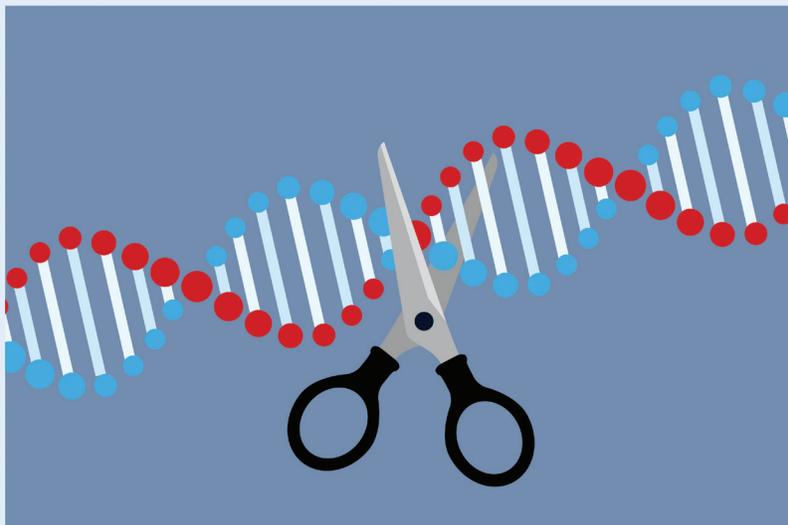


Figura 1-17: Ilustración de CRISPR-Cas9, a veces conocido como tijeras de ADN.

El desarrollo de estas técnicas significa que es más fácil que nunca para las personas cambiar genes de formas muy específicas, un proceso llamado **edición genética**. Por ejemplo, en esta analogía, utilizando CRISPR, la palabra “casa” podría cambiarse a la palabra original “caja”.

O, mediante CRISPR, se podría agregar nuevas instrucciones. Continúa modelando la lectura celular de un gen y sigue las instrucciones a continuación:

Comienza aquí: Lee esta oración y, luego, dibuja una caja y un arcoíris.

O mediante el uso de CRISPR, los científicos pueden sacar una parte del gen. Este es un ejemplo de eso con la analogía de la oración. Sigue las instrucciones de la frase en negrita.

Comienza aquí: Lee esta oración.

O mediante el uso de CRISPR, los científicos pueden sacar un fragmento del gen y reemplazarlo por otra secuencia de pares de bases. Sigue las instrucciones de la oración en negrita para ver un ejemplo de esto.

Comienza aquí: Lee esta oración y, luego, piensa en una caja.

O mediante el uso de CRISPR u otras técnicas, los científicos pueden evitar que los genes se expresen. Esto se denomina **silenciamiento génico**. Sigue las instrucciones de la oración en negrita para ver un ejemplo de esto.



Detente aquí: Lee esta oración y, luego, dibuja una caja.

Examina lo que dibujaste en tu papel. ¿Obtuviste instrucciones diferentes después de que el gen fuera editado?

CRISPR y otras herramientas de edición genética similares hacen que sea posible cambiar partes específicas del genoma de cualquier ser vivo.

Mediante las herramientas de edición genética, la expresión génica puede cambiar de muchas maneras. Cambiando el ADN en los genes se pueden cambiar las proteínas para las que codifican. Los errores en la copia de genes se pueden corregir y se pueden agregar nuevas instrucciones. Mediante el silenciamiento génico, un gen que está causando un problema puede “desactivarse”.

Si deseas obtener más información sobre cómo funciona la expresión génica y la edición dentro de una célula, puedes encontrar más recursos en el [StoryMap de ¡Biotecnología!](#)

Las partes 2 a 7 contienen más información acerca de cómo la edición genética y otras herramientas de biotecnología han abierto muchas nuevas posibilidades para la salud humana, el medioambiente y muchas otras áreas.

7. Analiza con tu equipo:

- a. ¿Puede pensar en una forma o formas específicas en que se podría utilizar una herramienta de edición genética para ayudar a las personas o al planeta?
- b. Si no puedes, no te preocupes, aprenderás más durante el resto de la guía.



Actuar: *¿Qué preocupaciones tengo sobre el uso sostenible de la biotecnología?*

Las herramientas de biotecnología pueden cambiar el mundo que nos rodea de formas drásticas. Sin embargo, el simple hecho de que las cosas se puedan hacer no significa que haya que hacerlas. En esta actividad, comenzarás a considerar cómo y cuándo crees que se debe utilizar la biotecnología.

1. En equipo, saquen un trozo de papel en blanco o utilicen una sección de un pizarrón de la clase. Dividan el papel o el pizarrón en cuatro secciones y dibujen un círculo en el medio, como se muestra en la figura 1-18. En una sección, escriban “Social”, en otra, “Económica”, en otra, “Medioambiental” y, en la última, “Ética”.



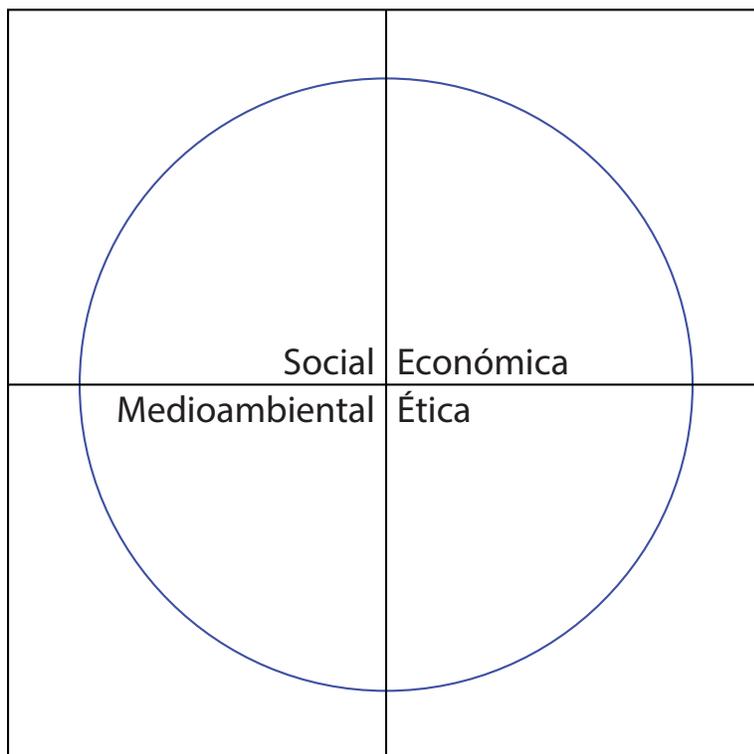


Figura 1-18: Hoja de perspectivas.

2. Lee *Perspectivas diferentes* y piensa en lo que significan las diferentes perspectivas. Escribe palabras o dibuja fotos dentro de cada sección del círculo como ayuda para recordar las preocupaciones de las personas pensando en cada perspectiva.

Diferentes perspectivas

Las personas pueden tener diferentes perspectivas. A menudo, la perspectiva de una persona puede estar relacionada con partes de su propia identidad o experiencias.

Considerar diferentes perspectivas puede ayudar a descubrir soluciones para un futuro sostenible. Sostenible significa equilibrar a largo plazo las necesidades de diferentes personas y seres vivos. Cuando pensamos en la sostenibilidad, es importante considerar cuatro tipos de perspectivas: social, económica, ambiental y ética.

- La perspectiva **social** trata de la interacción de las personas en una comunidad. Desde esta perspectiva, la salud, la educación y el bienestar de las personas son lo más importante.
- La perspectiva **económica** trata del dinero, los ingresos y el uso del capital. Desde esta perspectiva, el crecimiento económico, incluido asegurarse de que las personas tengan trabajos y suficiente dinero, es lo más importante.



- La perspectiva **ambiental** trata del mundo natural. Desde esta perspectiva, proteger nuestro planeta y sus sistemas naturales es lo más importante.
- **Ético** significa que algo es justo. Desde esta perspectiva, hacer lo correcto y tener una comunidad en la que todas las personas reciben un trato justo es lo más importante.

3. Ahora lee las *Situaciones de biotecnología*. En cada sección de tu *Hoja de perspectivas*, dibuja imágenes o escribe palabras que muestren maneras en que esta situación podría ser útil desde esa perspectiva en particular. También dibuja o escribe formas en las que crees que la situación podría preocupar o inquietar a las personas que piensan desde esta perspectiva.

Situaciones de biotecnología

Situación 1: Un investigador modifica el ADN de una célula de un óvulo humano mediante la edición de un gen para que la célula sea más resistente a las enfermedades.

Situación 2: Los biólogos de plantas utilizan CRISPR a fin de modificar el ADN de una planta de arroz para insertar un gen que hace que la planta necesite menos agua para crecer. El próximo año comenzarán a utilizar esta planta modificada en las granjas locales.

Situación 3: Un tratamiento genético que consiste en insertar nuevas secuencias de ADN en las células corporales objetivo ayuda a curar una enfermedad rara. El tratamiento solo está disponible en algunos hospitales y cuesta USD 450 000.

Situación 4: Una empresa recopila y secuencia muestras de ADN, lo que permite a los clientes comprender mejor su herencia familiar y el riesgo de enfermedades específicas. Estos datos podrían ser utilizados por empleadores o empresas de seguros para tomar decisiones sobre contratar o asegurar a las personas. Sin embargo, en este momento, la política de privacidad de la empresa establece que los datos solo serán utilizados por la empresa misma.

Situación 5: Una especie de mosquito porta e infecta a las personas con la enfermedad Zika. Un equipo de investigadores introduce una modificación genética a esa especie de mosquito. La modificación genética destruirá lentamente la población de mosquitos con el paso del tiempo, ya que limitará su capacidad de reproducción. Los investigadores esperan que esto detenga la propagación de la enfermedad Zika. El equipo planea liberar el mosquito modificado en la naturaleza.



4. Examina todas las preocupaciones de la *Hoja de perspectivas* con tu equipo. ¿Hay **temáticas** específicas o ideas principales que llamaron tu atención? Si es así, toma nota de estas temáticas.
5. A menudo, surgen varias **temáticas** cuando se piensa en el uso ético de la biotecnología. Examina las temáticas que aparecen a continuación y anota si se reflejan en algunas de las cosas que pensaste desde las perspectivas social, económica, ambiental y ética.
 - a. Acceso: ¿Quién puede utilizar la biotecnología y beneficiarse de esta?
 - b. Privacidad: ¿Qué datos personales están disponibles y cómo se pueden utilizar?
 - c. Ecosistemas desequilibrados: Los sistemas naturales **son interdependientes**, lo que significa que las diferentes partes del sistema dependen unas de otras. ¿La biotecnología desequilibrará el sistema de manera inesperada?
 - d. Persistencia: ¿La modificación permanecerá en el cuerpo de un ser vivo o en sistemas naturales más grandes? ¿La modificación se esparcirá sin control?
 - e. Toma de decisiones: ¿Quién debería decidir sobre estos problemas? ¿Cómo afectan las decisiones de una persona o grupo a los demás?
 - f. Seguridad: ¿Cuál es el daño potencial?
6. Analiza con tu equipo qué temáticas éticas crees que son las más importantes para tener en cuenta cuando consideras si se debe utilizar la biotecnología.
7. Elige algunas o todas las temáticas que aparecen aquí, así como cualquier otra temática que consideres importante. Crea una lista, un gráfico, una infografía, una obra de arte u otro método como ayuda para recordar estas temáticas. Conserva esta *Lista de preocupaciones éticas*; la necesitarás en otras partes de esta guía. Si se trata de un recordatorio visual, podrías colocarlo en algún lugar del aula.
8. Regresa y examina tu *Panel de tendencias del futuro*. Piensa para ti o comparte con tu equipo:
 - a. Pensando en tus esperanzas para el futuro, ¿algunas de ellas podrían verse amenazadas por las temáticas éticas que identificaste?
 - b. Pensando en tus inquietudes sobre el futuro, ¿puede que algunas de ellas se vuelvan más probables debido a las temáticas que identificaste?



¡Felicitaciones!

Terminaste la parte 1.

¡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 todos los seres vivos que transfiere y almacena datos genéticos

Analogía: Comparar dos cosas para ayudar a aclarar

Bases: Los cuatro tipos de unidades de ADN que almacenan información: adenina (A), citosina (C), guanina (G) y timina (T)

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

Comunidad: Un grupo de personas que tienen algo en común, como el espacio en el que viven o una identidad

Consenso: Decisión equilibrada que beneficia a todas las personas que forman parte de un grupo.

Cría: Los hijos de los padres

CRISPR-Cas9: Una herramienta de biotecnología que corta el ADN en lugares muy específicos para agregar, eliminar o cambiar secuencias de pares de bases

Datos genéticos: El conjunto de instrucciones dentro de una célula sobre cómo construir y mantener un ser vivo

Domesticar: El proceso de cambiar una especie de su estado silvestre a fin de que sea más útil para un propósito específico



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

Edición de genes: Cambiar genes de formas muy específicas y con propósitos particulares

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

Ética: Justicia de algo.

Ético: Algo que es justo

Expresión génica: Producir una proteína específica a partir de un gen

Extraer: Sacar una parte de una cosa más grande

Fermentación: Una técnica de preparación de alimentos que agrega microorganismos a los alimentos o estimula el desarrollo de microorganismos naturales

Futuro sostenible: Un futuro que equilibra las preocupaciones sociales, económicas, ambientales y éticas, y que funciona bien para las personas y el planeta

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

Genoma: La secuencia de ADN completa de un ser vivo

Genoma: La secuencia de ADN completa de un ser vivo

Herencia: El proceso por el que los rasgos o las características de los padres se transmiten a sus hijos



Interdependiente: Cuando diferentes cosas, personas o partes de un sistema dependen unas de otras

Investigador de acción: Una persona que trabaja con su comunidad para descubrir, comprender y actuar sobre los problemas locales y globales que conoce

Medioambiental: Relativo al mundo natural.

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

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): Diecisiete objetivos para un mundo mejor creados por los países de las Naciones Unidas

Panel de tendencias: Una herramienta que ayuda a reunir ideas, conceptos y estilos a fin de diseñar algo

Pares de bases: Los pares que forman las bases de ADN entre sí: A siempre se empareja con T y C siempre se empareja con G.

Pérdida de biodiversidad: Una disminución en la variedad de los numerosos seres vivos diferentes que hay en la Tierra

Perspectivas: Las diferentes maneras en que pensamos sobre el mundo que nos rodea.

Precipitado: Cuando parte de una solución se convierte en un sólido

Rasgos: Características

Razas: Diferentes tipos dentro de una especie, por ejemplo, dos razas de perros



Reproducción selectiva: El proceso de reproducir dos seres vivos con rasgos deseables con la esperanza de que sus hijos tengan los mismos rasgos

Silenciamiento génico: Proceso en el que los científicos hacen que los genes no se expresen

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

Sostenible: Un enfoque que equilibra diferentes perspectivas y que puede funcionar durante mucho tiempo

Tecnología: Materiales y métodos utilizados para resolver los problemas de las personas y satisfacer sus necesidades

Temáticas: Ideas principales

Variación: Diferencias en los seres vivos

Variantes: Genes con una o más diferencias respecto del original

