

GUÍA CURRICULAR SOBRE LA HISTORIA DEL SUELO

Reconstruyendo la salud de nuestro suelo para balancear nuestro ciclo de carbono

Autores Principales:

Whitney Cohen | *Directora de Educación, Life Lab*

Carrie Strohl, PhD | *Consultora Educativa*

Colaboradores:

Annie Martin | *Programa Empresarial, Kiss the Ground*

Arlae Castellanos | *Gerente del programa de monitoreo de sustentabilidad, Green Schools Alliance*

Calla Rose Ostrander | *Asesora de Innovaciones ante el Cambio Climático*

Craig Macmillan, PhD | *Gerente de Programas Técnicos, Vinyard Team*

Didi Pershouse | *Directora, Recursos de Aprendizaje*

Don Smith | *Equipo de Storytelling, Kiss the Ground*

Emily Harris, PhD | *Investigadora Científica, BSCS Science Learning*

Finian Makepeace | *Cofundador, Kiss the Ground*

Ilana Lowe | *Maestro de Ciencias de Quinto Grado, Main Street Elementary*

Jessica Handy, RDN | *Programa de Educación, Kiss the Ground*

Karen Rodriguez | *Codirectora del Programa de Liderazgo, Kiss the Ground*

Lauren Tucker | *Cofundadora, Kiss the Ground*

Leslie Rogers | *Directora de Educación, Atlas Organics*

Liz Henry | *Consultora Principal, Crecer Strategies*

Markos Major | *Director, Climate Action Now*

Paul Hawken | *Autor y Ambientalista*

Diseñadora:

Michelle Uyeda | *Diseñadora Gráfica, Kiss the Ground*

Edición en español:

Daniela Ochoa | *Editora y traductora para la nueva edición, Regenerative Solutions*

Ercilia Sahores | *Regeneration International América Latina*

Agradecemos a nuestros patrocinadores:



JENA & MICHAEL KING FOUNDATION

Los Sistemas de la Tierra

Fotosíntesis

Suelo Saludable

Alimentación y Agricultura

Pasando a la Acción

Currículo escrito para
escuela secundaria
realizado por

**KISS
-the-
GROUND**



GUÍA CURRICULAR SOBRE LA HISTORIA DEL SUELO

La guía curricular sobre la historia del suelo se creó a través de una asociación colaborativa entre *Kiss the Ground* y *Life Lab*. Sirve como un material complementario para enseñar a los estudiantes de secundaria los *Next Generation Science Standards* (NGSS) [Estándares de Ciencia para la Próxima Generación] .

Kiss the Ground (KTG) es una organización sin fines de lucro cuya misión es inspirar la participación en la regeneración global, comenzando con el suelo. La organización crea planes de estudios, campañas y medios de educación educativos para crear conciencia y capacitar a las personas para que consuman alimentos que apoyen la salud de los suelos y el equilibrio climático. KTG también colabora con agricultores, educadores, organizaciones no gubernamentales, científicos, estudiantes y políticos para abogar por la agricultura regenerativa, recaudar fondos para capacitar a los agricultores y ayudar a las marcas y empresas a invertir en la salud de los suelos.

www.kisstheground.com

Life Lab cultiva el amor de los niños por aprender, por la alimentación saludable y la naturaleza a través de educación enfocada en huertos. A través de talleres prácticos y publicaciones reconocidas, *Life Lab* proporciona a los educadores la inspiración y la información necesarias para involucrar a los jóvenes en el aprendizaje experiencial por medio de los huertos.

www.lifelab.org

VIDEO DE LA HISTORIA DEL SUELO Y LA HISTORIA DEL COMPOST



La Historia del Suelo es un entretenido video que examina las importantes conexiones que existen entre el suelo, la agricultura, el compost y el ciclo del carbono en la Tierra. Creado por *Kiss the Ground*, el video presenta una serie de temas en los que se basa esta guía curricular. Juanita Ringeling, actriz y activista chilena, narra *La Historia del Suelo*. Juanita se ha unido a diversas causas medioambientales, colaborando con Reforestemos Patagonia, Moving Chile y siendo socia y activista en la corporación Bosques de Zapallar, que lucha por la conservación del amenazado bosque mediterráneo de la zona central de Chile.

<https://youtu.be/m-y9qGNajBQ>



La Historia del Compost es un video narrado por invitados famosos como Paul Blackthorne, Amy Smart, Kendrick Sampson, Rosario Dawson y Adrian Grenier. En él, se invita a los espectadores a conocer sobre el proceso más asombroso de la naturaleza: el oro negro que llamamos compost. El compost como una solución regenerativa, probiótica para nuestra agotada tierra, puede desempeñar un papel importante al re-equilibrar el ciclo global del carbono. *La Historia del Compost* quiere difundir el mensaje esperanzador de que podemos convertir los flujos de desechos contaminantes en un recurso valioso. Es una propuesta en la que todos ganan, una solución elegante para muchos de nuestros problemas actuales.

<https://www.youtube.com/watch?v=bqDQD8cvO5Y>

Aprender sobre el suelo ha cambiado mi vida. Sabemos relativamente poco sobre el suelo, sin embargo, es la base para la biodiversidad de nuestro ecosistema. El suelo proporciona nutrientes para que las plantas estén saludables, sirve como una "esponja" que retiene el agua y ayuda a almacenar el carbono atmosférico.

La primera vez que la salud de los suelos despertó mi curiosidad, fue al estudiar nutrición, donde aprendí sobre las propiedades curativas de los alimentos cultivados en granjas que cuidan de su suelo. Con el tiempo y junto con mis amigos de Kiss the Ground, que comenzaron la organización en una sala de estar, aprendí que las plantas que crecen en suelos saludables pueden recapturar el carbono de la atmósfera. Ahora me inspira el rol que pueden desempeñar los suelos saludables en la resiliencia.

Cuando nuestros suelos están saludables, es más fácil para las plantas resistir ante fenómenos meteorológicos extremos, como la sequía y las inundaciones.

Con menos de 60 cosechas disponibles en el mundo debido a la pérdida de suelo y la desertificación (de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, FAO), tenemos mucho trabajo por hacer para sanar nuestro suelo. En muchos sentidos, son tan solo unas pocas comidas las que se interponen entre una sociedad civilizada y la anarquía (algunos dicen que 7, otros dicen que 9). Por lo tanto, la salud de nuestro suelo global está vinculada fundamentalmente con los alimentos que producimos y la paz en todas las sociedades humanas.

Siendo niña en la década de 1980, usé camisetas que decían "salva a los osos polares", convencí a mis padres de reciclar y pensé que lo mejor que podía hacer por la salud del planeta era protestar en Washington, DC y crear un estilo de vida en el que "contaminara lo menos posible". Desde entonces, he comprendido que la forma en que me enseñaron a entender el ecologismo crea apatía. Como niños pequeños, cuando aprendimos acerca de la extinción de las especies, sobre los cambios en los patrones climáticos y la inseguridad alimentaria, se nos enseñó que usar camisetas con insignias por la causa, hacer carteles y donar a organizaciones sin fines de lucro contaba como "hacer nuestra parte". Sin embargo, aprender sobre un problema de estas dimensiones y luego hacer un cartel puede generar apatía. Todo lo que tenemos que hacer es decir que nos importa y suponer que alguien más realmente "hará algo". Desde entonces, logré comprender que para enfrentar verdaderamente los desafíos ambientales y participar en acciones como la restauración global del suelo, necesitamos cambiar nuestra narrativa de "hacer menos daño" y "contaminar lo menos posible" a "participar" y "convertirse en custodios de la tierra." Como seres

humanos, podemos de hecho ser la especie clave que trabaja en conjunto con la naturaleza para regenerar el planeta. Vamos a inspirar a una generación de humanos participativos. "La regeneración" es posible en nuestras vidas con tu ayuda y la ayuda de todos nuestros compañeros residentes del Planeta Tierra. Aprovechemos este momento crítico en la historia para lograr compartirle a las siguientes generaciones cómo trabajamos juntos, con el amor como nuestro catalizador para actuar y para que la verdad prevalezca sobre las ganancias.

Como madre, he dedicado mi vida a regenerar el planeta, porque entiendo que es el único camino para que la generación de mi hijo y de sus hijos prospere. Ojalá que todos nos encontremos en este camino en nuestra propia y creativa manera.

Con Amor,

Lauren Tucker

Directora Ejecutiva

2019

Introducción	6
Las unidades de un vistazo	8
Descripción de las lecciones.....	9
Lección 1:	
Sistemas de la Tierra	12
Lección 2:	
Fotosíntesis	19
Lección 3:	
Suelo Saludable	27
Lección 4:	
Alimentación y Agricultura	34
Lección 5:	
Pasando a la Acción.....	41
Alineación por lección en base al NGSS	47
Enseñando sobre el impacto humano	50
Para leer más	54

La recopilación de experiencias en la guía curricular de la Historia del Suelo está diseñada para educar a los jóvenes sobre el ciclo de la materia y el flujo de la energía entre las partes vivas e inertes de un ecosistema. Hay muchos ejemplos cotidianos de esto en el mundo real, como los animales que se descomponen y liberan energía química en los alimentos que consumimos.

Muchos de estos procesos, sin embargo, ocurren en una escala demasiado grande o demasiado pequeña para poder observarlos de primera mano en el aula. Este conjunto de lecciones pretenden que algunos de estos procesos sean más comprensibles para los estudiantes de nivel secundario.

Cada una de las cinco lecciones ayudan a los estudiantes a comprender cómo el carbono, como parte de toda materia, se mueve hacia y desde los varios depósitos en la Tierra.

Esta unidad está basada en los Next Generation Science Standards*. Estos estándares sugieren qué es lo que los estudiantes deben saber al terminar el quinto grado. Basándonos en ello, esta unidad para estudiantes de secundaria los involucra utilizando un modelo visual para explicar las interacciones que ocurren cuando la materia circula entre la geósfera, la hidrósfera, la biósfera y el ambiente.

De esta manera, la guía curricular de la historia del suelo presenta a los estudiantes el ciclo del carbono, un tema en el que indagarán más a fondo en el bachillerato. A diferencia de muchos otros recursos educativos que enseñan sobre el ciclo del carbono, esta unidad destaca una parte del ciclo del carbono que comúnmente se pasa por alto: la pedósfera (el suelo).

Cada vez más, científicos, agricultores y ecologistas están redescubriendo la importancia de una pedósfera robusta, es decir, un bioma del suelo. El video La Historia del Suelo, columna vertebral de esta guía curricular, ofrece una visión atractiva del papel que juega el suelo en el ciclo del carbono. Más concretamente, propone que la reconstrucción del suelo sano en el planeta es la clave para el equilibrio del ciclo del carbono. Además, el video sirve como punto de partida para que los estudiantes interpreten contenido para medios digitales. Junto con una valiosa discusión, investigación práctica e interpretación visual, el video de La Historia del Suelo invita al estudiante a examinar el papel que juegan las plantas, los microorganismos y los humanos en la regeneración de este rico recurso que está justo debajo de nuestros pies.

***NGSS son las siglas en inglés de los *Next Generation Science Standards*.** Estos estándares fueron el resultado coordinado por Achieve entre *veintiséis socios estatales* y otros socios clave, incluidos *National Research Council (NRC)*, *National*

Science Teachers Association y *American Association for the Advancement of Science*, para desarrollar estos estándares basados en los marcos establecidos por NRC para la educación en la ciencias desde K hasta 12vo grado. Obtén más información sobre el proceso de desarrollo *aquí*.

Títulos de la lección	Preguntas guía	Actividades	
Sistemas de la Tierra	¿Dónde se encuentra el carbón en la tierra?	Involucra	Obtener ideas sobre el carbono
		Explora	Modelar cómo se mueve el carbono
		Explica	Integrar evidencia del video de La Historia del Suelo
		Elabora	Reflexionar sobre el uso de un modelo
		Evalúa	Resumir ideas
Fotosíntesis	¿Qué papel juegan las plantas en el ciclo del carbono?	Involucra	Plantear el misterio de la materia vegetal
		Explora	Conducir la reacción de azul de bromotimol
		Explica	Explicar cómo las plantas utilizan el carbono
		Elabora	Modelar la fotosíntesis
		Evalúa	Resolver el misterio de la materia vegetal
Suelo Saludable	¿Qué papel juegan los microbios del suelo en el ciclo del carbono?	Involucra	Definir la interdependencia
		Explora	Comparar el suelo y la tierra
		Explica	Ver "El suelo vivo debajo de nuestros pies" y explicar cómo los microbios usan el carbono
		Elabora	Conectar los microbios del suelo y el ciclo del carbono
		Evalúa	Actualizar los modelos de ciclo de carbono
Alimentación y Agricultura	¿Qué papel juegan los agricultores en el ciclo del carbono?	Involucra	Conocer a los microbios en nuestras tripas
		Explora	Degustar conscientemente
		Explica	Evaluar las declaraciones de compost
		Elabora	Clasificar la prácticas agrícolas
		Evalúa	Prepararse para la acción
Pasando a la Acción	¿Qué papel juegas tú en el ciclo del carbono?	Involucra	Contar la historia del origen de Kiss the Ground
		Explora	Completar una encuesta ambiental
		Explica	Planificar un proyecto
		Elabora	Compartir lo aprendido
		Evalúa	Reflexionar sobre lo aprendido

Lección 1: Sistemas Terrestres

La primera lección invita a los estudiantes a evaluar su conocimiento sobre el carbono. En el video *La Historia del Suelo*, los estudiantes aprenden que el carbono es un elemento natural que se encuentra en todos los organismos vivos de la Tierra, así como en muchos objetos inertes, como las rocas o el carbón. La práctica científica y de ingeniería de "desarrollar y utilizar modelos" permite a los alumnos visualizar dónde se almacena el carbono en la Tierra y cómo circula entre la geósfera (rocas, minerales, fósiles), la hidrósfera (océanos, ríos, lagos), la biósfera (plantas, animales, microorganismos), la atmósfera (aire, vapor de agua, partículas como polvo, polen, etc.) y la pedósfera (suelo, que contiene elementos de todas las demás esferas, incluidas las rocas, el agua, el aire y la vida). El video afirma que el ciclo del carbono está desbalanceado y menciona algunas de las formas en que la actividad humana ha trastornado su ciclo natural.

Lección 2: Fotosíntesis

En la segunda lección, los estudiantes recopilan evidencia de que las plantas absorben carbono (en forma de CO_2) de la atmósfera durante el proceso de la fotosíntesis. Al observar la evidencia de la reacción química que ocurre en las plantas, algas, fitoplancton y otros microorganismos, los estudiantes comienzan a desarrollar una comprensión de las interacciones moleculares en el ciclo del carbono. Es decir, descubren que las moléculas de dióxido de carbono en la atmósfera se descomponen y se reorganizan para formar moléculas de carbohidratos en la materia vegetal que existe en la biósfera.

Lección 3: Suelo Saludable

Al llegar a la tercera lección, los estudiantes están preparados para observar más de cerca el intercambio molecular que ocurre bajo el suelo. La mayoría de los estudiantes entienden que las plantas obtienen nutrientes esenciales del suelo, pero no necesariamente entienden cómo estos nutrientes están disponibles para las plantas. Uno de los principales mecanismos por los cuales esto sucede es el "gran intercambio" entre las plantas y la biota del suelo.

Los estudiantes exploran el concepto de interdependencia por medio del cual las plantas proporcionan carbohidratos a los hongos, bacterias e invertebrados en el suelo y los habitantes del suelo, a cambio, proporcionan a las plantas materia nutritiva en descomposición. Para reforzar este concepto, los estudiantes reúnen evidencia de la vida del suelo al observar la presencia de materia biótica en el

suelo fértil y lo comparan con las cualidades relativamente inertes de la tierra. Mientras examinan otra interacción entre la pedósfera y la biósfera, los estudiantes profundizarán su comprensión sobre las transiciones dentro de los ciclos de carbono en la Tierra.

Lección 4: Alimentación y Agricultura

Después de que los estudiantes han sido introducidos al rol que juegan los microbios en el suelo durante el ciclo del carbono, la lección 4 propone a los estudiantes que conecten suelo sano con la agricultura, el sistema mediante el cual los humanos cultivan los alimentos y las fibras que permiten nuestra supervivencia. Los estudiantes aprenden que el intestino humano es similar al suelo, ya que ambos son ricos biomas llenos de microorganismos que trabajan juntos. En muchos aspectos, los microbios en el suelo y los microbios en el intestino humano funcionan de manera similar. Las nuevas tecnologías nos están ayudando a entender el microbioma humano y cómo el suelo saludable contribuye a la buena salud humana.. Los estudiantes se involucran con todos sus sentidos mientras saborean los productos frescos, lo que prepara el escenario para una discusión crítica de los diferentes tipos de prácticas agrícolas. Usando las tarjetas de “práctica agrícola”, los estudiantes discuten evidencias sobre lo que los agricultores pueden hacer para aumentar la biodiversidad del suelo (es decir, nutrir bacterias, hongos e invertebrados) y disminuir la liberación de carbono en la atmósfera.

Lección 5: Pasando a la Acción

Finalmente, en la lección 5, los estudiantes se convierten en activistas del suelo. Inspirados por la historia del origen de *Kiss the Ground*, los estudiantes examinan su nueva comprensión del ciclo del carbono y la importancia de la pedósfera para evaluar el entorno alrededor del campus o la comunidad de su escuela. Revisan su modelo de ciclo de carbono e identifican una interacción que pueden impactar con la acción colectiva. Luego, planifican e implementan un proyecto comunitario para aumentar la biodiversidad del suelo y compartir lo que han aprendido con otros. Quizás construyan un lugar para compostaje en el huerto o en el jardín de la escuela o planten un árbol en su comunidad.

RESUMEN DE LA UNIDAD

Esta unidad de estudio está diseñada para educar a los jóvenes sobre el ciclo de la materia y el flujo de energía entre las partes vivas e inertes de la Tierra. Más específicamente, esta serie de lecciones introduce a los estudiantes de secundaria en el ciclo del carbono y la importancia de reconstruir un suelo saludable en el planeta. A través de un interesante debate, investigación práctica, interpretación visual y medios personalizados, los estudiantes examinan el papel que desempeñan las plantas, los microorganismos y los seres humanos en la protección de un recurso que está justo debajo de nuestros pies y el restablecimiento del equilibrio en el ciclo del carbono.

PREGUNTAS GUÍA:

- ¿Cómo funciona el ciclo del carbono entre los sistemas de la Tierra?
- ¿Cómo podemos aprovechar los procesos que ocurren naturalmente para restablecer el equilibrio del ciclo del carbono?

ESTÁNDARES DE CIENCIA DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN (NGSS*):

Expectativa de rendimiento: MS-LS2-3. Desarrollar un modelo para describir el ciclo de la materia y el flujo de energía entre las partes vivas e inertes de un ecosistema.

Conceptos centrales en las asignaturas del NGSS:

Ciencias de la Tierra

- Materiales y sistemas de la Tierra (MS-ESS2.A)
- *Impacto humano en los sistemas de la Tierra (MS-ESS3.C)*

Ciencias de la vida

- Relaciones interdependientes en los ecosistemas (MS-LS2.A)
- Ciclo de materia y transferencia de energía en ecosistemas. (MS-LS2.B)
- Biodiversidad y seres humanos (MS-LS4.D)

Ciencia física

- Energía en procesos químicos y en la vida cotidiana. (MS-PS3.D)

Ingeniería

- ETS1.B: Desarrollando posibles soluciones

Prácticas de Ciencia e Ingeniería basadas en los NGSS:

- Desarrollo y uso de modelos
- Construyendo explicaciones
- Obtención, evaluación y comunicación de la información.
- Discutir basándose en evidencias

Conceptos transversales de los NGSS:

- Sistemas y modelos de sistemas
- Causa y efecto
- Materia y energía

PREGUNTA GUÍA

¿Dónde se encuentra el carbono en la Tierra?

PRÁCTICA ENFOCADA EN LA CIENCIA: DESARROLLO Y USO DE MODELOS

Muchos estudiantes de secundaria están familiarizados con los usos cotidianos del término "modelos" (por ejemplo, super modelos, modelos de autos). En la ciencia, los modelos ayudan a explicar y/o predecir cómo o por qué las cosas suceden de la manera en que lo hacen. Un modelo mental es un conjunto de ideas acerca de cómo funciona o cómo se llega a conformar algo.

Los modelos mentales se constituyen tanto por la comprensión conceptual sobre un cierto fenómeno, como por la forma en que se organizan estos conceptos cognitivamente para quien los aprende. Los modelos no son rígidos ni herméticos y las respuestas pueden variar de persona a persona. Las relaciones entre ideas se pueden fortalecer y compartir mejor usando modelos físicos y científicos, como diagramas, simulaciones, réplicas o una muestra real de lo que se está investigando. Dado que los modelos mentales se desarrollan con el tiempo, los estudiantes deben participar en esta práctica hasta que desarrollen un entendimiento que sea más consistente con una perspectiva científica (por ejemplo, lo que se conoce hasta la fecha sobre un fenómeno).

Dado que es una representación de un fenómeno, cualquier modelo tiene limitaciones inherentes. En esta lección, los estudiantes crean un modelo de cómo el carbono se mueve a través de los sistemas de la Tierra. Las herramientas que ayudan a los estudiantes a desarrollar un modelo científico de este proceso son las etiquetas, las flechas y el texto que se pueden mover de un lugar a otro en la imagen. Obviamente, este modelo es mucho, mucho más pequeño que los sistemas de la Tierra. Otra limitación de este modelo de papel es que es bidimensional. Discutir estas limitaciones con los estudiantes nos sirve para pensar cómo se puede mejorar y/o expandir un modelo.

VOCABULARIO CLAVE

- **Atmósfera:** Capa de gases que rodea la Tierra.
- **Biósfera:** La biósfera está formada por las partes de la Tierra donde existe vida o la capacidad para sustentar la vida. Se extiende desde la corteza terrestre hasta el agua y más allá hasta la atmósfera.
- **Geósfera:** La porción del sistema de la Tierra que incluye el interior de la Tierra, rocas y minerales, relieves y los procesos que dan forma a la superficie de la Tierra.
- **Hidrosfera:** La masa combinada de agua que se encuentra en la superficie del planeta, bajo tierra y en el aire.
- **Pedósfera:** La capa terrestre más externa compuesta de suelo y sujeta a procesos de formación de suelo.
- **Carbono:** Un elemento que se encuentra en cada ser viviente, y en muchas cosas inertes, en la Tierra.
- **Ciclo de carbono:** El movimiento de carbono entre los sistemas de la Tierra (la atmósfera, la biósfera, la geósfera, la hidrosfera y la pedósfera).



MATERIALES

- Computadora con acceso a internet
- Proyector o cámara de documentos.
- **Diapositivas 1.1–1.4**
- Etiquetas: "Verdadero" y "Falso"
- Un par de tijeras por cada grupo de 4.
- Un conjunto de flechas recortadas, etiquetas e interacciones para el modelo de clase de los **Folleto 1.1: Modelo de ciclo de carbono** y **Folleto 1.2: Herramientas para modelar el ciclo del carbono**
- Cámara capaz de mostrar documentos.



TIEMPO SUGERIDO

45 min – 1 hora



PREPARACIÓN

- Configura la computadora y el proyector.
- Imprime una copia del Folleto 1.1 y 1.2 por cada grupo de 4 estudiantes.
- Imprime una copia del Folleto 1.3 para cada estudiante.
- Video : La Historia del Suelo
<https://youtu.be/m-y9qGNajBQ>
- Escribe a mano o imprime dos etiquetas que digan "Verdadero" y "Falso".



HOJAS INFORMATIVAS

- ***Folleto 1.1: Modelo de ciclo de carbono***
- ***Folleto 1.2: Herramientas para modelar el ciclo del carbono***
- ***Folleto 1.3: Evaluación de "La Historia del Suelo"***

INVOLUCRA

1. Presenta una rutina de "escritura rápida". Inicia con el mensaje "¿Qué sabes acerca de la conexión entre el suelo, la agricultura y el compost?" Y da 5 minutos a los alumnos para que escriban en un diario, cuaderno o tarjeta bibliográfica que puedas recopilar.
2. Dile a tus alumnos que deseas averiguar lo que ya saben sobre el tema que están a punto de estudiar. Pregunta si alguna vez han escuchado la palabra "carbono". Evoca algunas ideas iniciales que los alumnos puedan tener. Explica a los estudiantes que no esperas que conozcan todas las respuestas correctas, ya que todavía no han estudiado el carbono.
3. Realiza la actividad "vota con tus pies". Explícales el procedimiento siguiente:
 - a. Leerás en voz alta una serie de afirmaciones, algunas de las cuales son verdaderas y otras falsas.
 - b. Señala las etiquetas "Verdadero" y "Falso" que colocaste previamente en la pared.
 - c. Los estudiantes deben pensar si creen que la afirmación es verdadera o falsa y luego desplazarse a dicho lado del salón. Los estudiantes deben estar preparados para decir por qué seleccionaron esa posición.
 - d. Elige 4 frases para leer en voz alta en la actividad "vota con tus pies" que se describe en la página 14. Después de cada uno, da un minuto a los alumnos para que se muevan al lado de la sala que mejor represente su posición y pide a algunos alumnos que compartan sus ideas.
 - e. Después de leer cada declaración, utiliza los comentarios disponibles en la hoja de referencia "vota con tus pies" en la página 15, para dar a los estudiantes la definición de carbono.

EXPLORA

1. Usa un proyector o cámara de documentos para mostrar la **Diapositiva 1.1: Sistemas de la Tierra**. Involucra a la clase en un ejercicio de construcción de modelos.
2. Explica la finalidad del modelo. Di a los estudiantes: "Sin palabras y sin flechas, ésto es solo una imagen. No sabemos lo que nos está mostrando".
3. Usando una cámara de documentos o un proyector, demuestra cómo usando las etiquetas, flechas e interacciones que cortaste de antemano, convierten la imagen en un diagrama que muestra cómo circula el carbono entre dos de los sistemas de la Tierra.
 - a. Usa las definiciones en las páginas 9-10 para definir brevemente los 5 sistemas de la Tierra: la atmósfera, la biósfera, la geósfera, la hidrósfera y la pedósfera.
 - b. Coloca las etiquetas de "atmósfera" y "biósfera" en los lugares apropiados dentro de la imagen.
 - c. c. Añade una flecha entre la atmósfera y la biósfera.
 - d. d. Agrega la interacción "Las plantas terrestres absorben dióxido de carbono (CO_2) y usan el carbono para desarrollar nuevas hojas" y explica cómo este ejemplo conecta los dos sistemas.
4. Haz hincapié en el hecho de que las etiquetas, flechas e interacciones son móviles. El diagrama es un modelo para probar ideas. Invita a algunos alumnos a acercarse a la cámara para señalar en la imagen proyectada y trazar o compartir las nuevas ideas sobre el ciclo de carbono con la clase.
5. Distribuye el **Folleto 1.1: Modelo de ciclo de carbono** y el **Folleto 1.2: Herramientas para modelar el ciclo del carbono**. Haz que los estudiantes recorten las etiquetas, flechas e interacciones.
6. En grupos de 4, haz que los estudiantes coloquen algunas etiquetas, flechas e interacciones en su propio modelo de ciclo del carbono.
7. Presenta y establece el propósito de ver el video de "La Historia del suelo". Explica que la anfitriona, Juanita Ringeling, explora algunas ideas sobre el suelo, la agricultura y el compost. Invita a los alumnos a escuchar cómo estas ideas se conectan con el ciclo del carbono. Di a los estudiantes que después del video, tendrán la oportunidad de agregar nuevos ejemplos a su diagrama del ciclo del carbono..
8. Vean el video juntos.

EXPLICA

1. Invita a los alumnos a compartir las ideas que escucharon en el video que les parecieron más convincentes. Revisa la pregunta: ¿Qué sabes acerca de la conexión entre el suelo, la agricultura y el compost? ¿Qué tiene esto que ver con el carbono?
2. Pide a tus alumnos que escriban de 1–3 nuevas ideas de las mostradas en el video sobre la forma en que el carbono transita entre los sistemas de la Tierra en los renglones en blanco de su folleto **Folleto 1.2: Herramientas para modelar el ciclo del carbono**. Luego, pide a los estudiantes que agreguen estos ejemplos a su diagrama del ciclo del carbono. (Ej: cuando los humanos quemamos combustibles fósiles, movemos el carbono desde los depósitos y los sumideros fósiles que están en la geósfera hacia afuera en la atmósfera; cuando eliminamos árboles, movemos el carbono de la biósfera a la atmósfera; y cuando aramos la tierra para cultivarla, movemos el carbono de la pedósfera a la atmósfera).
3. Conecta las ideas, utilizando un lenguaje de incertidumbre. Puedes expresar las ideas en un formato como "Si el carbono se almacena y se mueve entre las cosas vivas e inertes, y los científicos creen que el ciclo del carbono está fuera de equilibrio, entonces, ¿Qué podemos hacer nosotros, como humanos, al respecto?"
4. Proyecta la **Diapositiva 1.3: Cómo es el ciclo del carbono en la Tierra**. Explica lo siguiente: Durante los últimos cientos de millones de años en la Tierra, gracias al trabajo de las plantas, los animales y los microbios, el carbono ha circulado naturalmente, como puede verse representado en esta diapositiva, permitiendo que todo se mantenga en un equilibrio relativo.
5. Muestra la **Diapositiva 1.4: El Ciclo del Carbono Hoy** y explica: Desde mediados del siglo XVI, cuando los humanos descubrieron cómo extraer carbono de la Tierra, los niveles de carbono en la atmósfera han cambiado.

ELABORA

1. Discutan cómo el uso de flechas, etiquetas e interacciones convirtieron una imagen en un diagrama. Resalta que un diagrama es un tipo de modelo. Luego, pregunta a los alumnos cómo sus conocimientos previos, la información del video y el modelo les ayudaron a explicar dónde se encuentra el carbono en la Tierra.
2. Invita a los alumnos a revisar lo que escribieron al comienzo de la lección y a que añadan cualquier idea nueva que puedan tener sobre el suelo, la agricultura o el compost. Si el tiempo lo permite, pídeles que compartan sus ideas con un compañero de clase.

EVALUA

1. Distribuye el **Folleto 1.3: Evaluación de la Historia del Suelo** y da a los estudiantes tiempo para completar un modelo individual del ciclo del carbono. Luego, haz que completen toda la página 1 y la pregunta 1 en la página 2.
2. Resume las ideas relacionadas con la pregunta eje e introduce brevemente la pregunta eje de la próxima lección.
3. Recolecta o haz que los estudiantes guarden el **Folleto 1.3: Evaluación de la Historia del Suelo** para usarlo en todas las próximas lecciones de esta serie.

DECLARACIONES Y ACLARACIONES PARA “VOTA CON LOS PIES”

Usa las declaraciones aquí resaltadas, para evocar la comprensión sobre el ciclo actual del carbono entre los estudiantes y aprovecha los comentarios para fomentar el diálogo sobre cada declaración.

El carbono se encuentra en todos los seres vivos de la Tierra.

Verdadero: El carbono es un elemento, y se encuentra en cada ser vivo de la Tierra. Tu gato, tu familia, tu comida y todos ustedes son organismos basados en el carbono. El carbono también se encuentra en muchas cosas inertes, como el aire y las rocas.

El carbono es malo para el medio ambiente.

Falso: El carbono es esencial para nuestro medio ambiente y circula continuamente a través de varias reservas de carbono, por ejemplo entre la pedósfera, la biósfera y la atmósfera. El carbono es uno de los bloques fundamentales de la vida, y de todos los organismos vivos. Además, el carbono en forma de materia orgánica es una parte crítica del suelo saludable.

La mayor parte del carbono en la Tierra ha estado aquí desde que la Tierra se formó.

Verdadero: La mayoría del carbono que está en la Tierra ha estado aquí desde que la misma se formó hace 4.600 millones de años, ¡Cada año se sigue agregando algo de carbono de los meteoritos! Lo único que está cambiando es dónde se almacena ese carbono.

Hay más carbono en la atmósfera ahora que en cualquier otro momento en

DECLARACIONES Y ACLARACIONES PARA “VOTA CON LOS PIES” (CONT.)

los últimos cientos de miles de años.

Verdadero: Según investigaciones científicas recientes, hay más dióxido de carbono en el aire que en los últimos cientos de miles de años. Históricamente, en ese lapso de tiempo, el promedio fue más cercano a 250 partes por millón (PPM). Las lecturas atmosféricas ahora superan los 410 PPM y el nivel sube en 2-3 partes por millón al año.

Hay más carbono en la atmósfera ahora que nunca.

Falso: Hace unos 500 millones de años, antes de que las plantas evolucionaran, era tan alto que llegaba a unas 7.000 partes por millón.

Los científicos creen que el ciclo del carbono está fuera de balance.

Verdadero: La cantidad de carbono en la atmósfera en forma de dióxido de carbono es demasiado alta, lo que está causando problemas ambientales, económicos y sociales.

PREGUNTA GUÍA

¿Qué papel juegan las plantas en el ciclo del carbono?

PRÁCTICA ENFOCADA EN LA CIENCIA: CONSTRUYENDO EXPLICACIONES

Cuando los científicos construyen explicaciones, comunican la respuesta a una pregunta científica utilizando la evidencia disponible recopilada a través de otras prácticas científicas (Ej: investigación, recopilación y análisis de datos, cálculo matemático, lectura del trabajo de otros científicos). En general, una explicación se describe como una afirmación o declaración, junto con la evidencia que la respalda. La explicación es mejor comprendida por otros si va acompañada de un razonamiento sólido que vincule la evidencia que respalde dicha afirmación. Las explicaciones son el núcleo de lo que la ciencia pretende lograr: descubrir cosas y acumular un cuerpo de evidencia (es decir, conocimiento) que pueda investigarse más a fondo. La explicación sólo puede ser tan buena como la pregunta que se hizo en primer lugar. Por esto, el objetivo de las explicaciones de los estudiantes es construir gradualmente una comprensión más completa de una pregunta (o fenómeno) del mundo real. En esta lección, les pedimos a los estudiantes que expliquen oralmente sus ideas sobre de dónde obtienen las plantas su materia y que revisen sus explicaciones a medida que reúnen más evidencia.

VOCABULARIO CLAVE

- **Azul de bromotimol:** Un indicador de la presencia de carbono.
- **Dióxido de carbono (CO_2):** Un gas incoloro e inodoro producido por la quema de carbono y compuestos orgánicos y por la respiración. Este es el gas que los animales, incluidos los humanos, exhalan.
- **Carbohidrato ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$):** Compuesto orgánico en los alimentos y tejidos vivos, como el azúcar y el almidón.
- **Fotosíntesis:** Proceso en cual las plantas utilizan la energía de la luz solar para producir alimentos a partir de dióxido de carbono y el agua.
- **Materia:** Cualquier sustancia física, incluyendo cualquier sólido, líquido o gas.



MATERIALES

- 1 rama o tronco de madera; o acceso a un tronco de madera en el exterior que los estudiantes puedan intentar levantar
- Papel cuadriculado o pizarra
- Marcadores
- 1 botella de azul de bromotimol al 0,04% acuoso (disponible en *Carolina Biological Supply*)
- 1 bata de laboratorio, delantal o guardapolvo.
- 1 botella transparente y limpia de 4 onzas
- Agua
- 1 embudo
- 1 gotero
- 1 gradilla para tubos de ensayo que contenga 3 tubos de ensayo transparentes con tapones ajustados
- 1 pajilla
- 1 ramita de elodea o *antocero* (ambos disponibles en tiendas de acuarios)
- Lápices de colores para que usen los estudiantes (cada estudiante necesitará acceso a un lápiz azul, verde y amarillo)
- Computadora con acceso a internet.
- Proyector



PREPARACIÓN

- Miren el video instructivo para apoyar la enseñanza de esta lección. <https://www.youtube.com/watch?v=PWHTaXxVBGI&feature=youtu.be>
- Escribe la frase “explicaciones posibles acerca de dónde proviene el material de la planta” en la parte superior de un papel o una pizarra para anotar las ideas de los estudiantes.
- Imprime el **Folleto 2.1: Observaciones de reacción con azul de bromotimol** para cada alumno.
- Imprime el **Folleto 2.2: Átomos en la fotosíntesis** para cada grupo de 4 estudiantes.
- Revolver 8 mililitros (.272 onzas fluidas) de azul de bromotimol (0,04% acuoso) en 1 litro (4.23 tazas) de agua para obtener una solución azul. Luego usa un embudo para llenar 3 tubos de ensayo un poco menos de la mitad con la solución. Sella cada uno con un tapón. El tapón debe encajar perfectamente en la botella. Si hay espacios alrededor del tapón o la pajilla, ciérralos con cinta adhesiva.
- **Nota:** El azul de bromotimol puede manchar la ropa, así que usa una bata de laboratorio o delantal. También sigue todas las instrucciones de seguridad para manipular este producto químico.
- Prepárate para proyectar la **Diapositiva 2.1: Estomas**



HOJAS INFORMATIVAS

- **Folleto 2.1: Observaciones de la reacción del azul de bromotimol**
- **Folleto 2.2: Átomos en la fotosíntesis**
- **Folleto 1.3: Evaluación de la historia del suelo**



TIEMPO SUGERIDO

Part 1: 45 minutos

Part 2: 45 minutos, para ser impartidos de 1-7 días después de la Parte 1

PARTE 1:

INVOLUCRA

1. Haz que los estudiantes se paren en un círculo y se pasen entre sí un tronco pesado, o salgan y levanten entre todos un tronco pesado o un árbol muerto. Déjalos sentir realmente ese gran peso en sus manos.
2. Los estudiantes realizan la actividad Piensa-Agrupa-Comparte en parejas:
 - a. **Piensa:** Pide a los alumnos que piensen en silencio sobre esta pregunta: Esta madera, como todas las cosas, está hecha de materia. ¿Pero de dónde crees que vino la materia?
 - b. **Agrupa:** Haz que los alumnos expliquen sus ideas con un compañero y vean si tuvieron explicaciones similares o diferentes.
 - c. **Comparte:** Pide a los estudiantes que compartan con todo el grupo. Algunos estudiantes pueden pensar que la materia proviene del suelo, de plantas en descomposición u otras cosas similares. **No corrigas malentendidos en este momento.** Registra todas las ideas posibles en un lugar donde puedan volver a visitarlas más adelante.

INVOLUCRA: PARTE B

1. Di a los estudiantes que ahora van a observar una reacción química que les proporcionará algunas pistas, o evidencia, sobre el origen de la materia que conforma a las plantas.

2. Define el azul de bromotimol y explica su propósito en la reacción, que es indicar la presencia de carbono.
3. Reparte el **Folleto 2.1: Observaciones de reacción con azul de bromotimol** y lápices de colores. Pide a los alumnos que dibujen un diagrama (o modelo) que explique el cambio que observan.
4. Lleva a cabo la demostración de azul de bromotimol de la siguiente manera:
 - a. Coloca tus 3 tubos de ensayo prellenados en fila donde tus alumnos puedan verlos. Da a los estudiantes 5 minutos para completar el Diagrama 1 del Folleto 2.1.
 - b. Con una pajilla, respira con ritmo suave y constante en dos de los tres tubos de ensayo hasta que el color azul del azul de bromotimol se vuelva amarillo verdoso. Deja el tercer tubo de ensayo como estaba para que sirva de comparación con los otros dos. Luego usa los tapones para sellar los 3 tubos. **Nota:** Es mejor que el maestro haga esto para asegurarse de que no se inhale el bromotimol azul.
 - c. Cuando hayas terminado de respirar en los dos tubos, pide a los estudiantes que completen el Diagrama 2 del Folleto 2.1. Invita a los alumnos a discutir en pequeños grupos lo que creen que causó el cambio. Mientras discuten, pídeles que conviertan sus diagramas en modelos usando flechas y etiquetas para mostrar lo que creen que causó el cambio de color.
 - d. Haz que en grupos pequeños compartan sus ideas sobre la causa del cambio de color en el azul de Bromotimol . Mientras comparten, pídeles que sostengan sus modelos para mostrar cómo representaron ese cambio visualmente (generalmente, con flechas y etiquetas).
 - e. Revisa lo que realmente sucedió: exhalamos dióxido de carbono en los tubos de ensayo y, en presencia de dióxido de carbono, el azul de bromotimol se vuelve de color verde amarillento. El cambio de color es evidencia de la presencia de CO_2 .
 - f. Pide a los alumnos que formulen hipótesis sobre cómo se podría remover parte del dióxido de carbono de la solución de azul de bromotimol. Pídeles que hagan una lluvia de ideas y que anoten sus ideas sobre posibles formas para revertir la solución a su color azul en el **Folleto 2.1. Luego haz que compartan sus ideas.**
 - g. Si nadie lo menciona, sugiere colocar una planta dentro de uno de los tubos y pregunta si creen que eso cambiará el color y por qué si o por qué no.
 - h. Retira el tapón de uno de los tubos en los que respiraste y coloca una ramita de elodea o antocero en el interior. Etiqueta los 3 tubos: "C" para Control, "I" para Inhalar, e "I + P" para Inhalar y planta añadida.

- i. Retira el tapón de uno de los tubos en los que respiraste y coloca una ramita de elodea o antocero en el interior. Etiqueta los 3 tubos: "C" para Control, "I" para Inhalar, e "I + P" para Inhalar y planta añadida.
- j. Si los estudiantes desarrollan otras predicciones sobre otras formas de cambiar el color, puedes configurar más tubos de ensayo para dar seguimiento a sus ideas.

Parte 2: Se realizará de 1 a 7 días después de la Parte 1

EXPLICA

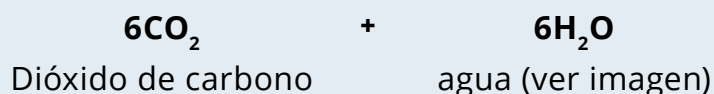
1. Cuéntales a tus alumnos la historia de Jan Van Helmont.

Hace unos 350 años, muchas personas pensaron que toda la materia de las plantas provenía del suelo, o básicamente que las plantas "comían" el suelo. Luego, un científico llamado Jan Van Helmont decidió averiguarlo con seguridad. Plantó un pequeño árbol de sauce en una maceta de tierra seca que pesaba 200 libras (92 Kg). Pensó que si el árbol estaba comiéndose el suelo, entonces el peso del suelo debería disminuir con el tiempo. Durante cinco años regó y cuidó del árbol de sauce. ¡Creció de 5 libras a 169 libras! (de 2.6 kg a 76.6 kg). Luego Van Helmont quitó el sauce y pesó el suelo, y pesaba 199 libras y 14 onzas (90.3 kilos y casi 400 gramos). En otras palabras, ¡Solo había disminuido 2 onzas (56 gramos)! Y entonces se enteró de que la planta no estaba recibiendo toda la materia del suelo. Él nos había revelado un misterio: ¿De dónde obtienen las plantas su materia?!

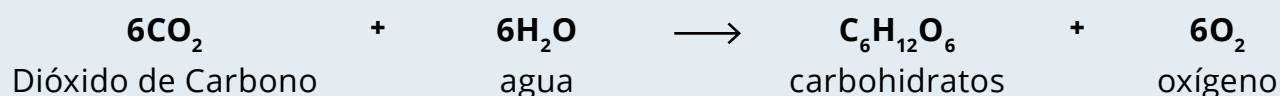
2. Invita a los alumnos a discutir la siguiente pregunta con un compañero: ¿Cuál fue la explicación inicial al responder de dónde obtienen las plantas su materia?
3. Da una revisión rápida explicando que el azul de bromotimol es un indicador de la presencia de carbono. Al respirar en los tubos, agregaste dióxido de carbono, lo que hizo que el químico se tornara amarillo verdoso.
4. Pide a los estudiantes que observen los 3 tubos de ensayo y que busquen cualquier cambio. ¿Qué efecto tuvo la planta sobre el color de la solución? ¿Por qué crees que eso pasó? Guía a los estudiantes a construir una explicación sobre el papel que desempeñó la planta en la reacción.

ELABORAR

1. Pide a los alumnos que compartan lo que ya saben o lo que han aprendido acerca de la fotosíntesis.
2. Resume cómo la fotosíntesis cambió las moléculas de dióxido de carbono: Cuando se agregó la planta, absorbiendo el CO₂, por lo que el químico regresó a su color azul original.
3. Proyecta la **Diapositiva 2.1: Estomas**. Explica: Las hojas tienen pequeños orificios llamados estomas que funcionan como sus "bocas". Estos estomas sólo se pueden ver con un microscopio. Absorbe CO₂ y liberan O₂ a la atmósfera.
4. Pregunta a tus alumnos: Si las plantas absorben dióxido de carbono, ¿Qué hacen con él?
5. Di a los estudiantes que ahora van a explorar el proceso de la fotosíntesis a nivel atómico.
6. Escribe lo siguiente en la pizarra:



7. Haz que los estudiantes recorten los átomos del **Folleto 2.2: Átomos para la fotosíntesis**.
8. Dale a tus estudiantes el siguiente reto: Coloca todos tus átomos boca arriba en una mesa grande o superficie de trabajo, y luego intenta organizarlos en seis moléculas de dióxido de carbono (CO₂) y seis moléculas de agua (H₂O), tal como están escritas en la pizarra, agrupando los átomos juntos en moléculas. Demuestra cómo esto se puede lograr juntando un átomo de carbono y 2 átomos de oxígeno. Esta es ahora una molécula de dióxido de carbono.
9. Una vez que todos los grupos hayan ordenado sus átomos en dióxido de carbono y agua, explica que estas son las moléculas que las plantas necesitan para la fotosíntesis. Cuéntales dónde se puede encontrar a cada uno mientras dices cosas como: "¡Oh, esto debe ser el dióxido de carbono que acabo de exhalar!" O "Ésta debe ser un poco de agua de la lluvia que tuvimos ayer".
10. Ahora explica que las plantas tienen un rol increíble en nuestro ecosistema porque solo las plantas, las algas, el fitoplancton y otros microorganismos similares, que reaccionan con la energía de la luz solar, pueden tomar este dióxido de carbono y agua, separar las moléculas y reorganizar los átomos para formar hidratos de carbono. Agrega lo siguiente a tu ecuación en el tablero:



11. Dale a tus estudiantes un nuevo reto: *Ahora vean si pueden reorganizar todos estos átomos de sus moléculas y crear 1 nueva molécula de carbohidrato y 6 moléculas de oxígeno como se muestra en la ecuación en la pizarra. Ayuda a los estudiantes según sea necesario.*
12. Una vez que han reorganizado sus átomos, revisen lo que representa cada una de estas nuevas moléculas, como en: *Este carbohidrato es parte de una nueva rama que crece en un árbol. Y este es el oxígeno que podemos respirar al bombearse de vuelta al aire.*
13. Pregunta: *Ahora, en este proceso, ¿Se perdió alguna materia? ¿Se ganó materia nueva? (No, los átomos fueron simplemente reorganizados). Es por eso que la gente llega a decir: "¡Los árboles y las plantas crecen tan solo de aire!"*
14. Encuentra una planta y voltea una hoja boca abajo, de modo que estés mirando la parte inferior. Recuérdale a los alumnos que aquí es donde generalmente se encuentran los estomas o "bocas de las plantas". Respira hondo y luego exhala exageradamente algo de CO_2 mientras dice: *"¡Gracias, planta verde!"*

EVALUA

1. Regresa a la observación de troncos pesados y a la lista original de posibles explicaciones sobre el origen de la materia vegetal. Plantea la siguiente pregunta a los estudiantes: *"Según la evidencia que viste hoy aquí, ¿Cuál es tu mejor explicación ahora sobre el origen de la materia de este tronco?"*
2. Pide a los alumnos que piensen en la planta en el tubo de ensayo y pregúntales: *"¿Qué está haciendo la planta con ese dióxido de carbono que respiramos en el tubo?" (Lo está combinando con agua para producir carbohidratos en forma de nuevo material vegetal).*
3. Da a los estudiantes tiempo para discutir sus respuestas, y por último resalta que la materia en las plantas proviene de las moléculas del agua y del dióxido de carbono que se han reorganizado en carbohidratos y moléculas de oxígeno. Las moléculas de oxígeno se liberaron a la atmósfera, y los carbohidratos formaron las estructuras de la planta que estamos sosteniendo. Esta es una de las formas en que el carbono circula en la Tierra.
4. Pide a los estudiantes que agreguen nuevas ideas al modelo del ciclo del carbono y que completen la sección de la Lección 2 en el **Folleto 1.3: Evaluación de La Historia del Suelo.**

INSTRUCCIÓN CENTRADA EN FENÓMENOS

Uno de los objetivos clave de los Estándares de Ciencia de la Próxima Generación (NGSS) es involucrar a los estudiantes con fenómenos científicos del mundo real. Los fenómenos científicos son eventos observables que hacen que las personas se asombren, hagan preguntas y construyan explicaciones. Los mejores fenómenos para guiar la instrucción científica son relevantes y atractivos para los estudiantes; demasiado complejos para que los estudiantes puedan explicarlos después de una sola lección; y observables. Los fenómenos observables incluyen aquellos que se hacen visibles a través de demostraciones, presentaciones en video, datos con patrones observables o herramientas y dispositivos tecnológicos que nos permiten ver cosas a escalas muy grandes o pequeñas (telescopios, microscopios).

Hay dos tipos de fenómenos clave en la instrucción de las ciencias: Anclaje e Investigación. Un fenómeno de anclaje tiene una escala mayor y, por lo tanto, puede brindar un enfoque para una unidad de instrucción a largo plazo que requiere una comprensión significativa y profunda de varias ideas científicas relacionadas. El fenómeno de anclaje en esta unidad es el importante papel que juegan las plantas y el suelo en el ciclo del carbono. Para dar sentido a ese fenómeno de anclaje a gran escala, las lecciones en esta unidad también incluyen varios fenómenos de investigación a pequeña escala. En los fenómenos de investigación, los estudiantes obtienen experiencias personales con eventos observables y se les brindan oportunidades para construir explicaciones. Esta lección incluye dos fenómenos de investigación: Levantar el tronco e intentar explicar de dónde provino la materia, observar la demostración de azul de bromotimol e intentar explicar por qué tanto nuestra respiración primero como la planta después, cambiaron el color del indicador de carbono. Estos fenómenos de investigación ayudan a los estudiantes a obtener una comprensión más clara de la fotosíntesis. La fotosíntesis, a su vez, es uno de los muchos fenómenos científicos que los estudiantes deben comprender para poder asimilar los fenómenos más grandes que veremos en esta unidad, los cuales nuevamente se enfocan en la labor imprescindible que desempeñan las plantas y el suelo en el ciclo del carbono.

La instrucción centrada en fenómenos integra las tres dimensiones del NGSS: Los estudiantes usan las prácticas de ciencia e ingeniería para explorar las ideas básicas de esta disciplina que son generalizables para todos los dominios de la ciencia (por ejemplo, la tierra, la vida, la física, la ingeniería) como conceptos transversales. Puedes aprender más sobre la instrucción basada en fenómenos en:

http://stemteachingtools.org/assets/landscapes/STT42_Using_Phenomena_in_NGSS.pdf

PREGUNTA GUÍA

¿Qué papel juegan los microbios del suelo en el ciclo del carbono?

PRÁCTICA ENFOCADA EN LA CIENCIA: OBTENER, EVALUAR Y COMUNICAR INFORMACIÓN

Ahora más que nunca, los estudiantes deben ser consumidores críticos de información. La era de la información ha creado la necesidad de tener una mayor alfabetización digital. Además, la alfabetización digital se ha vuelto extremadamente importante tanto en la educación postsecundaria como en el sector laboral. Los tipos de fuentes a partir de las cuales los estudiantes recopilan evidencia son muy importantes en la ciencia, al igual que su capacidad para interpretar estas fuentes y recopilar evidencia de ellas. El video, el texto y las presentaciones orales (por ejemplo, lecturas) pueden ser fuentes de información. Debido a que los científicos se involucran en la práctica de la alfabetización digital con fines comunicativos reales, se debe pedir a los estudiantes que hagan lo mismo. Esta práctica no pretende que los estudiantes investiguen en el sentido tradicional para contar algo. En vez de eso, queremos que los estudiantes identifiquen evidencia que apoye a los estudiantes en sus premisas a la hora de construir una explicación o desarrollar un modelo. Además, la evidencia sustancial permite que los estudiantes argumenten y los incita a hacer nuevas preguntas. En esta lección, los estudiantes obtienen y evalúan información de videos e imágenes, así como de la observación directa del suelo. Junto a sus experiencias anteriores con el modelo del ciclo del carbono y la investigación de la fotosíntesis, ellos mismos nos comunican cómo es posible que el suelo secuestre carbono.

VOCABULARIO CLAVE

- **Bioma:** Una comunidad grande y natural de flora y fauna en un hábitat mayor.
- **Descomponedores:** Bacterias, hongos e invertebrados que descomponen la materia orgánica.

VOCABULARIO CLAVE (CONTINUACIÓN)

- **Excreción:** El proceso de eliminación de residuos y materiales de desecho.
- **Microbios:** Organismos microscópicos, incluidos los que viven en el cuerpo humano y en el suelo.
- **Terrestre:** En la superficie de la tierra.
- **Interdependencia:** Una relación en la que los organismos se ayudan unos a otros.



MATERIALES

- 1 periódico viejo
- Una cubeta llena de tierra relativamente inerte: Puede encontrar esto en un camino de tierra o en el costado de un estacionamiento. Nota: Si se puede, que la recolecten los mismos estudiantes.
- Una cubeta llena de tierra repleta de vida: Puedes encontrar esta tierra en una granja orgánica, en un huerto comunitario o en el fondo de una pila de compost. Nota: Si se puede, que la recolecten los mismos estudiantes.
- Una lupa para cada alumno.
- Pinzas para cada alumno.
- Computadora

- Proyector

• **Diapositivas 1.4; 3.1–3.3**

Nota: Captain Planet Foundation ofrece a los educadores “ecoSTEM” kits. Su kit de PolliNation incluye lupas de aumento y su kit EARTH incluye kits de análisis de suelo que podrían usarse para ampliar esta actividad.

Nota: Si tiene microscopios en su salón de clases, también puede preparar diapositivas y hacer que sus estudiantes observen estas dos sustancias bajo los microscopios. Más información disponible en:

<https://www.agron.iastate.edu/projects/soil-biology-movies-small>



HOJAS INFORMATIVAS

- **Folleto 1.3: Evaluación de la historia de los suelos**
- **Folleto 3.1: Recopilación de información sobre "El gran intercambio"**



TIEMPO SUGERIDO

45 min - 1 hora



PREPARACIÓN

- Configura la computadora y el proyector.
- Proyecta el video: El suelo debajo de nuestros pies, video de 3 minutos de *California Academy of Sciences*, que puedes encontrar en: <http://www.calacademy.org/educators/the-living-soil-beneath-our-feet>
- Haz 1 copia del **Folleto 3.1: Recopilación de información sobre "El Gran Intercambio"** para cada estudiante.

INVOLUCRA

1. Pídeles a tus alumnos que escriban brevemente ideas ante la siguiente pregunta: *Describe una relación personal en la que tú y la otra persona se ayuden mutuamente. Puede ser un miembro de tu familia, un amigo o un compañero de equipo. ¿Cómo los ayudas? ¿Cómo te ayudan?*
2. Haz que los estudiantes compartan ejemplos en grupos pequeños o para toda la clase. Usa estos ejemplos para definir la palabra "interdependencia". *La interdependencia es una relación en la cual dos o más organismos dependen uno del otro.*
3. Explica a los estudiantes que van a aprender acerca de la interdependencia entre las plantas y los organismos del suelo. También aprenderán por qué esta interdependencia entre los organismos del suelo y las plantas es importante para el ciclo del carbono.

EXPLORA

1. Coloca un pedazo de periódico viejo en cada mesa. Sobre el periódico, entrega a cada equipo de 4 a 6 alumnos, un puñado de tierra relativamente inerte y uno de tierra rica y fresca. Usando lupas y pinzas, haz que los estudiantes observen y comparen las dos muestras.
2. Haz que una persona por equipo registre y anote todas las diferencias que su equipo percibe entre estas dos muestras y todo lo que se preguntan acerca de estas dos sustancias.
3. Después de varios minutos de observación, invita a los alumnos a compartir sus observaciones iniciales.

4. Pide a los alumnos que consideren la afirmación: el suelo está lleno de vida. ¿Qué evidencia obtuvieron de sus observaciones que apoyan esta afirmación? Preguntar si alguno de ellos encontró alguna forma de vida moviéndose dentro de su montañita de suelo.
5. Después de que los alumnos compartan su evidencia, hazles saber que algunos organismos del suelo son demasiado pequeños para verlos sin un microscopio. *De hecho, en una cucharadita de suelo sano, ¡Hay más microbios que personas en la tierra!*
6. Define un bioma y da algunos ejemplos (selva tropical, arrecifes de coral o desiertos). Explica que hay otro bioma gigantesco debajo de nuestros pies: ¡La pedósfera (suelo)!

EXPLICA

1. Presenta el **Folleto 3.1: Recopilación de información sobre "El gran intercambio"** y resalta la pregunta guía: *¿Cómo son interdependientes los microbios de los suelos y las plantas?*
2. Demuestra cómo cada sección del organizador gráfico es para registrar información de diferentes fuentes (por ejemplo, del video, de la diapositiva, de la observación del suelo y del conocimiento previo de los alumnos).
3. Establece el propósito para ver el video, *The Living Soil Beneath Our Feet* (el suelo vivo debajo de nuestros pies) Mientras observan, pide a los alumnos que se enfoquen en las formas en que los diferentes organismos dependen unos de otros. Luego miren el video juntos.
4. *Reflexiona sobre el video. Preguntar a los alumnos qué evidencia reunieron de que las plantas y los microbios del suelo son interdependientes. Busca ejemplos de interdependencia (por ejemplo, las formas en que los árboles están ayudando a los hongos y las bacterias, y las formas en que los hongos y las bacterias están ayudando a los árboles).*
5. *Da a los estudiantes tiempo para registrar ideas en el organizador gráfico. Recuérdales que pueden usar imágenes, palabras o notas para transmitir sus ideas.*
6. Proyecta la **Diapositiva 3.1: EL GRAN INTERCAMBIO**. Explica que la biodiversidad en el bioma del suelo es crítica porque dentro del suelo se está llevando a cabo un "GRAN INTERCAMBIO", en el que las plantas y los organismos del suelo son interdependientes: ¡Se ayudan unos a otros a crecer sanos y fuertes!
7. Proyecta la **Diapositiva 3.2: Plantas y organismos del suelo trabajando juntos**. Pregúntales a los alumnos qué notaron. Si no lo mencionan, *reitera que*

las bacterias y los hongos son críticos para el crecimiento de las plantas y para la construcción de suelo. Estos organismos descomponen los nutrientes en el suelo y los suministran a las plantas a través de sus raíces. A cambio, las plantas "derraman" algunos de sus carbohidratos para alimentar a las bacterias.

8. Presenta esta nueva información: *Los hongos y las bacterias están formados por carbono que alguna vez estuvo en la atmósfera. Y cuando mueren, ese carbono se mantiene en sus cuerpos y por lo tanto en el suelo.*
9. Nuevamente, da a los alumnos la oportunidad de registrar más ideas en las secciones correspondientes del organizador gráfico.

ELABORA

1. Muestra la **Diapositiva 3.4: Secuestrando carbono en el suelo**. Pide a tus alumnos que tomen un puñado del suelo sano del que estaban explorando antes y que busquen lugares donde se haya agrupado. Ahora haz que hagan lo mismo con el suelo relativamente inerte. ¿Qué diferencias notan? Explica que toda la esponjosidad y las bolsas de aire que notan en el suelo sano están formadas por "pegamento" hecho de hongos y bacterias muertas. Estos pegamentos están llenos de carbono que podría estar contaminando nuestra atmósfera, pero en vez de eso,, ¡Ahora están secuestrados en nuestro suelo!
2. Muestra la **Diapositiva 1.4: El ciclo del carbono hoy**. Discute el ciclo del carbono y el impacto de la actividad humana en la cantidad de carbono en nuestra atmósfera. Pregunta: *¿Cómo creen que este "gran intercambio" que se produce en el suelo podría afectar este ciclo de carbono? ¿Qué nuevas flechas o ideas podemos agregar a este modelo?*
3. Si nadie lo menciona, explica lo siguiente: *Los organismos vivos en el suelo crean los pegamentos que permiten que el suelo se retenga y que pueda almacenar carbono porque está conformado del carbono que las plantas absorben de la atmósfera. Esto es realmente emocionante porque, para volver a equilibrar nuestro ciclo de carbono, tendremos que hacer dos cosas: reducir la cantidad de carbono que estamos liberando a la atmósfera y capturar y almacenar parte del exceso de carbono que ya hemos bombeando a la atmósfera. El suelo nos da un lugar para almacenar ese carbono.*
4. Discute cómo los humanos se benefician de **"EL GRAN INTERCAMBIO"**. *El gran Intercambio no solo nos ayuda a restablecer el equilibrio del ciclo del carbono, sino que también hace que nuestros alimentos sean más nutritivos. A cambio de los carbohidratos de las plantas, los hongos y las bacterias proporcionan a las plantas más nutrientes y les ayudan a tener acceso a más agua. Estos nutrientes*

entran en las plantas que, por supuesto, proporcionan alimentos para nosotros y otros animales. En ese video se puede ver cómo los hongos ayudaron a extender el alcance de las raíces de las plantas. Si no hay hongos y bacterias, las plantas están perdiendo la oportunidad de obtener más área de la superficie de la raíz (hasta 10,000 veces más). Cuando la raíz se extiende en una mayor superficie, podemos obtener más minerales y encontrar más rastros de minerales en nuestros alimentos.

EVALUA

1. Pide a los alumnos que agreguen nuevas ideas al modelo del ciclo del carbono y completen la sección de la Lección 3 en el **Folleto 1.3: Evaluación de la Historia del Suelo**.

EXTENSIÓN

Puedes usar harina y agua para crear un modelo que represente cómo difieren en su capacidad de absorción de agua un suelo relativamente inerte y un suelo “vivo” así como sus distintas tendencias a la erosión. Este ejercicio proviene de uno de nuestros recursos de enseñanza favoritos:

Understanding Soil Health and Watershed Function

(Entendiendo la salud del suelo y la función de las cuencas) por Didi Pershouse.

La descripción de esta actividad es parte de un manual del facilitador que se puede descargar de forma gratuita en <http://soilcarboncoalition.org/learn>, junto con otros recursos.

RAZONAMIENTO BASADO EN LA EVIDENCIA

El razonamiento es una de las herramientas cognitivas más complejas que utiliza un científico. El razonamiento tiene el propósito de recopilar evidencia y agrega credibilidad a una explicación científica, ya que ayuda a conectar los puntos entre la afirmación y la evidencia que respalda dicha afirmación. Conseguir que practiquen y mejoren en la construcción de explicaciones requiere que los estudiantes comprendan el papel del razonamiento. El uso de preguntas como "¿Qué piensas?" y "¿Cómo lo sabes?" Pueden ayudar a crear una cultura de razonamiento basado en la evidencia en tu salón de ciencias. En esta lección, les pedimos a los estudiantes que comprendan el papel que juegan los microbios del suelo en el ciclo del carbono. No se puede observar de inmediato cómo estos pequeños organismos descomponen la materia, por lo que utilizamos las observaciones para darle sentido. Cuando los estudiantes aplastan la muestra de suelo en sus manos y notan cómo se adhiere, están reuniendo evidencia de la presencia de microbios en una muestra de suelo y no en la otra. Pueden "razonar" que los microbios del suelo "hacen" algo en el suelo. De esta manera, la experiencia permite a los estudiantes desarrollen un modelo más completo del ciclo del carbono. Si tus estudiantes necesitan más práctica con el razonamiento basado en la evidencia, el Proyecto BEETLES ofrece la siguiente sesión de aprendizaje para ayudar a los educadores a involucrar a sus estudiantes en este proceso: <http://beetlesproject.org/resources/for-program-leaders/evidence-and-explanations/>

PREGUNTA GUÍA

¿Qué papel juegan los agricultores en el ciclo del carbono?

PRÁCTICA ENFOCADA EN LA CIENCIA: PARTICIPA EN UN ARGUMENTO BASÁNDOSE EN LA EVIDENCIA

Como una empresa social humana, la ciencia está sujeta a debate. La naturaleza y la calidad de la evidencia utilizada, los métodos por los cuales se recopila la evidencia y cómo se interpreta la evidencia pueden variar de un científico a otro. Por ello, la disciplina se basa en una comunidad de práctica científica que participa en los procesos que crean sentido y los que crean consenso. En esta lección, los estudiantes evalúan el argumento de que el compostaje es una práctica valiosa que nutre el suelo y reduce la cantidad de carbono en la atmósfera. Luego clasifican las prácticas agrícolas y dan razones por las cuales creen que cada práctica sea una práctica que reconstituye el suelo o una práctica que debilita el suelo. *Lawrence Hall of Science* ofrece recursos para ayudar a los maestros a entender y enseñar la argumentación científica en: : argumentationtoolkit.org

VOCABULARIO CLAVE

- **Humus:** Un componente orgánico del suelo creado por microorganismos al desintegrar hojas y material vegetal.
- **Materia orgánica:** Compuestos a base de carbono, que incluye toda la materia que proviene de los restos de plantas y animales y sus desechos.
- **Upcycling:** Reutilización de un material para un propósito de mayor valor, mayor que su propósito inicial o actual.



MATERIALES

- Computadora
- Proyector
- **Diapositivas 4.1–4.6**
- Papel
- 2 o más piezas de diferentes frutas o verduras locales y frescas para cada estudiante. Dependiendo de su ubicación y temporada, algunas opciones que son geniales incluyen:
 - Verduras que se pueden disfrutar crudas, como guisantes, zanahorias en rodajas o tomates tipo cereza
 - Frutas únicas como el kiwi en rodajas, el caqui/persimón o los higos.



HOJAS INFORMATIVAS

- **Folleto 4.1: ¿Por qué compostar?**
- **Folleto 4.2: Tarjetas de práctica agrícola**
- **Hoja de trabajo 1.3: Evaluación de la historia del suelo**



TIEMPO SUGERIDO

30 – 45 min



PREPARACIÓN

- Configura la computadora y el proyector para mostrar las diapositivas.
- Imprime los folletos.
- Lava y prepara los alimentos para la degustación (consulta las ideas de degustación en la página 37 para obtener más información).
- Recorta el **Folleto 4.2: tarjetas para la práctica agrícola**
- Configurar la computadora y el proyector.
- Muestra el video:
La Historia del Compost
www.thecompoststory.com

INVOLUCRAR

1. Proyecta la **Diapositiva 4.1: Microbios en nuestro intestino** y explica que, al igual que en el suelo, ¡Tenemos microbios que viven dentro de nuestros cuerpos!
2. Proyecta la **Diapositiva 4.2: Microbios en nuestro intestino** y pide a los alumnos que interpreten la imagen. Después de analizar algunas respuestas de

los alumnos, menciona lo siguiente: *Parece que el número de microbios aumenta a medida que vas descendiendo. Al llegar a la parte inferior de la diapositiva, alcanzamos los mil millones. Pregunta a los alumnos ¿Qué creen que representa cada círculo?*

3. Proyecta la **Diapositiva 4.3: Microbios en nuestro intestino** y discutan lo que representa cada círculo: la cantidad de microbios en cada parte de nuestro intestino. Resalta lo siguiente: Nuestros estómagos y otras partes de nuestro cuerpo son, de hecho, pequeños "hábitats" para miles de millones de microbios. De hecho, cuando se juntan todos, estos microbios pesan aproximadamente 3 libras, ¡Lo que equivale al peso de nuestros cerebros!
4. Pregunta a los alumnos: *¿Qué semejanzas pueden tener estos microbios con los que se encuentran dentro del suelo? y ¿Qué diferencias podrían tener?*
5. Explica lo siguiente: *Estos microbios son diferentes de los que se encuentran en el suelo, pero curiosamente promueven la salud humana, al igual que los microbios del suelo promueven la salud del suelo. Los científicos están continuamente aprendiendo sobre las formas en que los microbios ayudan a mantener la salud del cuerpo humano. Pregunta: ¿Has oído hablar de comer yogur u otros alimentos con alto contenido de probióticos para fomentar la salud, especialmente después de tomar una ronda de antibióticos? La idea detrás de esto es que el yogur está lleno de probióticos, que son microbios que son útiles para nuestros cuerpos y que pueden reemplazar algunos de los microbios que podemos haber dañado o matado con antibióticos. Con información nueva acerca de cómo estos microbios nos ayudan a mantenernos sanos, muchas personas creen que los medicamentos farmacéuticos del futuro serán microbios que podemos ingerir y los alimentos **que estos consumen**, entendiendo que al fomentar **su** salud, a su vez, estamos fomentando nuestra propia salud.*
6. Establece un propósito para la próxima actividad de degustación consciente: *Alimentarnos a nosotros mismos y a nuestros microbios con alimentos frescos y nutritivos es una buena manera de mantenernos saludables.*
7. Recuerda a los estudiantes lo siguiente: *Algunos microbios nos hacen saludables, pero otros pueden enfermarnos. En particular, algunos microbios que se encuentran en el suelo pueden enfermarnos, por eso lavamos nuestras frutas y verduras y también lavamos nuestras manos antes de comer. Luego, pide a los alumnos que se laven bien las manos antes de realizar la degustación consciente.*

EXPLORA

Introduce normas para degustar conscientemente.

- a. Presenta la fruta o verdura fresca que tienes y comparte cualquier cosa que sepas sobre su origen, como y quien lo cultivó, etc. Pregunta a los alumnos: ¿Cómo ayudaron los microbios del suelo a que a esta fruta o verdura creciera?
- b. Explica que van a probar algunos alimentos frescos de una manera que resalta los sabores y texturas de los alimentos que están probando.
- c. Cuando obtienen su pieza de alimento, pueden usar todos sus sentidos excepto el gusto para explorarlo: ¿Cómo se ve? ¿Cómo se siente? ¿Cómo huele? ¿Hace ruido cuando frota la cáscara o cuanto la tocas?
- d. Demuestra cómo prestar atención al gusto. Explica que ahora centrarán toda su atención en degustar y percibir la comida. Cierra los ojos y practica con una pieza de alimento. Abre los ojos y comparte tu reacción al degustar. Usa la mayor cantidad de lenguaje descriptivo posible.
- e. Dile a los estudiantes que esperas que prueben todos los alimentos, pero que no necesitan terminar nada si no les gusta.
- f. Discute con ellos maneras educadas de reaccionar si no les gusta algo que se les ha dado. Por ejemplo, podrían escupirlo en una servilleta y tirarlo en el compost o la basura sutilmente. O podrían decir: "Gracias por esto, pero resulta que no son mis favoritos".
- g. Pasa a los estudiantes el alimento, uno a la vez, y guía a los estudiantes en la degusta.

EXPLICA

1. Repasa la degustación. Pregunta a los alumnos qué alimentos les gustaron más y por qué. Si a los estudiantes les gustan algunos alimentos porque saben "dulces", puedes explicar cómo algunas partes de la planta (por ejemplo, la fresa) son más dulces que otras (col rizada). Hazlos observar la relación entre la parte de la planta y la cantidad de azúcar..
2. Pregunta si los estudiantes pudieron saborear los nutrientes de los alimentos que probaron. Explica que, aunque no pueden saborear los nutrientes, el sabor puede ser evidencia de frescura y los alimentos frescos a menudo son más nutritivos.
3. Después de terminar, plantea la siguiente pregunta para que los estudiantes la discutan en grupos de 3 o 4: ¿Cómo cultivan los alimentos nutritivos los

agricultores para que los comamos? Acepta respuestas posibles. Si no hay respuesta, recuérdales a los estudiantes sobre los microbios del suelo y cómo proporcionan nutrientes a las plantas.

4. Presenta el video “La Historia del Compost” e invita a los alumnos a compartir sus experiencias con el compostaje. Prepara a los alumnos para que vean el video y pídeles que tomen notas sobre el mensaje central del video. www.thecompoststory.com
5. Mira el video, haz una pausa en los puntos importantes y pide a los alumnos que discutan las ideas que obtuvieron hasta el momento.
6. Al terminar, plantea la siguiente pregunta para que los alumnos la discutan en grupos de 3 o 4: “¿Por qué los actores en el video argumentan que estamos locos por no compostar? ¿Estás de acuerdo o en desacuerdo? Argumenta tu respuesta con evidencia”.
7. Presenta el **Folleto 4.1: ¿Por qué compostar?** Muestra a los estudiantes cómo distinguir una idea que es una declaración de una que es evidencia.
8. Da a los estudiantes tiempo para trabajar en grupos para completar un organizador gráfico sobre ¿Por qué compostar?
9. Después de varios minutos, pide a los grupos que compartan sus ideas. Pídeles que proporcionen evidencia de sus elecciones.
10. Para concluir, pregunta si los alumnos pensaron que el mensaje o el argumento en “La Historia del Compost” fue convincente.

ELABORA

1. Muestra las diapositivas 4.4 a 4.6: ¿Estamos regenerando o degradando el suelo? Explica que hay diferentes tipos de prácticas agrícolas que usan los agricultores. Algunas prácticas degradan el suelo y otras lo reconstruyen.
2. Explica la siguiente actividad: Los estudiantes obtendrán tarjetas con imágenes de prácticas agrícolas. Su trabajo es utilizar su comprensión del suelo, la agricultura y el carbono para determinar si piensan que la práctica degrada o reconstruye el suelo.
3. Pregunta, ¿Qué tipo de práctica es el compostaje y por qué? Pon la tarjeta para “compostaje” en la categoría “reconstrucción de suelo”.

4. Entrega a cada equipo de 3 a 4 estudiantes un juego del **Folleto 4.2: Tarjetas de prácticas agrícolas**. Haz que los equipos de estudiantes trabajen juntos para clasificar sus tarjetas en dos grupos según sus ideas iniciales: Prácticas de construcción de suelos y prácticas de agotamiento de suelos.

EVALUA

1. Pide a los alumnos que reflexionen sobre las diversas prácticas agrícolas y analicen las barreras que impiden que los agricultores utilicen prácticas de construcción de suelos. (Las posibles respuestas incluyen el aumento de los costos involucrados en la transición a una nueva forma de cultivo; conocimiento limitado de alternativas; información y publicidad realizada por compañías químicas; y cosas similares).
2. Asegúrate de que los estudiantes entiendan que los agricultores no están tratando de dañar la Tierra. Hasta hace poco, los científicos no sabían mucho sobre el papel fundamental que juega el suelo ni tampoco sabían sobre los impactos de las prácticas agrícolas convencionales.
3. Hazles saber a los estudiantes: el compostaje no es sólo para agricultores. ¡Cualquiera puede hacerlo! En la lección final de la unidad, elegirán su propia forma de tomar acción.
4. Haz que los estudiantes agreguen nuevas ideas al modelo del ciclo del carbono y completen la sección de la Lección 4 en el **Folleto 1.3: Evaluación de la historia del suelo**.

IDEAS PARA LA DEGUSTACIÓN

Para tu actividad de degustación consciente, te recomendamos que utilices productos en temporada, locales, frescos, y orgánicos tanto porque sabrán muy bien y también porque reflejan una elección del consumidor de apoyar a los agricultores que utilizan las prácticas de construcción de suelos. Si tienen un huerto escolar, un huerto comunitario o granja local para visitar, este sería un momento ideal para ir y cosechar algo con tus alumnos. Si no, puedes traer productos frescos o tomar un viaje al mercado agrícola local para comprarlos juntos, los agricultores a menudo venden grandes cantidades de productos a tasas reducidas o pueden donar algo cuando cierra el mercado. Recuerda que cada estudiante no necesita su propia fruta o verdura para esta actividad. Puedes rebanar 1 manzana, por ejemplo, y proporcionar una degustación para 10 alumnos.

Aquí hay algunas opciones divertidas para llevar tu degustación consciente al siguiente nivel:

Organiza una prueba de degustación a ciegas.

Invita a dos voluntarios a subir. Haz que cierren los ojos o usen vendas para los ojos. Dale a cada uno un tipo de alimento y pide que adivine que es. La primera persona en hacerlo bien gana.

Voten por el mejor producto.

Haz que cada alumno vote por el que más le haya gustado. Tu podrías hacer esto entre dos alimentos diferentes (es decir, manzanas y naranjas); entre diferentes variedades de la misma comida (por ejemplo, las manzanas Fuji y Pink Lady); entre dos comidas que fueron cultivadas de diferentes maneras (por ejemplo, manzanas convencionales y orgánicas) o entre 2 alimentos preparados de diferentes maneras (por ejemplo, manzanas frescas y deshidratadas).

Cocinen o preparen una comida juntos incluyendo frutas y verduras frescas.

Para ver algunas ideas de recetas frescas para el huerto, visit:

<https://www.lifelab.org/tag/recipes/>

PREGUNTA GUÍA

¿Qué papel juegas tú en el ciclo del carbono?

PRÁCTICA ENFOCADA EN LA CIENCIA: HACIENDO PREGUNTAS Y RESOLVIENDO PROBLEMAS

Los humanos son innatamente curiosos. Los niños muy pequeños a menudo plantean preguntas cuando aún no pueden dar sentido a algo que experimentan. En ciencia, las preguntas sirven para promover la búsqueda de nuevos conocimientos sobre cómo funciona el mundo. El propósito principal de estas preguntas es resolver un problema del mundo real. Algunas preguntas, tales como: “¿Cómo podemos reducir la cantidad de carbono en la atmósfera?” son demasiado complejas para ser respondidas en una investigación, por un científico o en un tiempo determinado. No obstante, todas las preguntas hacen que la investigación avance. En la lección final, les pedimos a los estudiantes que consideren sus propias preguntas y desarrollen ideas para soluciones basadas en las observaciones de los problemas ambientales que ven en el campus de su escuela o en su comunidad.



MATERIALES

- Papel de gráfico
- Lápices de colores
- Etiquetas: "de acuerdo" y "en desacuerdo"



TIEMPO SUGERIDO

45-60 min., más sesiones adicionales para completar un proyecto



HOJAS INFORMATIVAS

- *Folleto 1.3: Evaluación de "la historia del suelo"*
- *Folleto 5.1: Encuesta de impacto ambiental*
- *Folleto 5.2: Los cinco principios básicos para un suelo saludable del agricultor Gabe Brown*



PREPARACIÓN

- Coloca las etiquetas: "de acuerdo" y "en desacuerdo" en dos lados opuestos del salón.
- Imprime una copia del **Folleto 5.2: Los cinco principios básicos para un suelo saludable del agricultor Gabe Brown** para cada estudiante.

INVOLUCRA

1. Plantea el siguiente escenario imaginario: estás en un parque y escuchas a alguien hablar sobre la cantidad de carbono en la atmósfera. Entonces su amigo dice: "¡Hay una solución! La solución está en el suelo, en construir un suelo sano".
2. Lleva a cabo una actividad de "vota con los pies", como hicieron en la primera lección.
 - a. Haz que los estudiantes se pongan de pie y caminen hasta el lado del salón que representa qué tan firmemente están de acuerdo o en desacuerdo con dicha afirmación. En este caso, también podrían situarse en algún punto intermedio para indicar que están de acuerdo o en desacuerdo.
 - b. Pídeles que compartan con otras personas que están cerca de ellos su razonamiento para responder cómo lo hicieron.
 - c. Pregunta a algunos voluntarios de cada lugar en el espectro que compartan por qué eligieron pararse donde lo hicieron. Cuando los alumnos compartan, invita a otros alumnos a que se desplacen si se sienten persuadidos por un argumento en particular.

3. Cuenta la historia del origen de Kiss the Ground:

En la primavera de 2013, Ryland Engelhart, copropietario de Cafe Gratitude (restaurante orgánico y vegano con base en California), escuchó en una conferencia en Nueva Zelanda de voz de un educador agrícola llamado Graeme Sait, sobre cómo el suelo puede ser una solución al desequilibrio del ciclo del carbono. Ryland aprendió que al reconstituir su salud, el suelo tiene la capacidad milagrosa de secuestrar carbono de la atmósfera, y supo en su corazón que era una historia que debía compartirse con el mundo. Ryland le contó a Finian Makepeace, un amigo de la infancia y músico profesional, y juntos comenzaron a contarle a otros sobre el poder de un suelo sano. Cada semana reunían a un grupo inspirado de amigos en la sala de Ryland: cineastas, expertos en mercadotecnia, dueños de restaurantes, músicos, cultivadores agrícolas, diseñadores, defensores del suelo y activistas. Kiss the Ground nació de reuniones semanales de amigos dedicados e inspirados. Desde entonces, la organización ha participado en coaliciones nacionales e internacionales para acelerar el cultivo de carbono y la agricultura regenerativa. Han afectado la política del estado de California para apoyar los suelos saludables. Han lanzado videos educativos y en 2018 lanzaron un documental de larga duración. Han inspirado a las marcas a asumir el cultivo de carbono y la agricultura regenerativa en sus cadenas de suministro. Su trabajo está creciendo, todo desde un momento inspirador y el deseo de proteger nuestro planeta para las generaciones futuras, ¡Y nos han invitado a unirnos a ellos!

EXPLORA

1. Usa la historia del origen de Kiss the Ground para inspirar a los estudiantes a tomar medidas para mejorar su comunidad o campus.
2. Distribuye el **Folleto 5.1: Encuesta de impacto ambiental**. Usando lápices de colores y papel, haz que los estudiantes trabajen en grupos pequeños para dibujar un mapa del campus de su escuela. Pide que incluyan cualquier paisaje al aire libre (jardín, terreno vacío, áreas con césped, etc.).
3. Da un paseo por el campus con tus alumnos. Cuando los estudiantes caminen por el campus, pide que documenten y marquen en su mapa un área donde se podría hacer algo para regenerar el suelo o cambiar el campus para mejorarlo.
Nota: Esta actividad puede requerir investigación adicional y entrevistas. Por ejemplo, si los estudiantes quieren identificar si se están utilizando pesticidas o fertilizantes en el paisaje, es posible que tengan que hablar con el personal administrativo y / o mantenimiento.
4. Pide a los alumnos que lean el **Folleto 5.2: Los cinco principios básicos para un**

suelo saludable del agricultor Gabe Brown. Luego, pídales que trabajen en parejas para agregar a sus mapas 2 o más ideas nuevas, inspiradas en la lectura, para regenerar el suelo de su campus.

EXPLICA

1. Explica a los alumnos la actividad culminante de esta unidad: para demostrar lo que has aprendido sobre el papel que juegan las plantas, los microbios, los agricultores y todas las personas en el ciclo del carbono, su tarea final es crear un proyecto diseñado para abordar una o más de estas áreas.
2. Hagan una lluvia de ideas con los estudiantes. Anoten todas las ideas en una tabla. Revisa la página 42 para ver más detalles sobre el aprendizaje basado en proyectos.
3. Apoya a los alumnos en el diseño y ejecución de sus proyectos. Consulta la página 42 para obtener más detalles sobre el aprendizaje basado en proyectos.

ELABORA

Después de sus proyectos, los estudiantes pueden producir y enviar un video o fotos de su trabajo a Kiss the Ground para compartirlas ampliamente en las redes sociales. Si deseas enviar videos y/o fotos, envíalos a ***Jessica@kisstheground.com*** junto con el nombre de su escuela y una descripción del proyecto.

EVALUA

1. Pide a los alumnos que vuelvan a visitar sus modelos de carbono y completen la pregunta final en el **Folleto 1.3: Evaluación de la historia del suelo.**
2. Lleva a cabo una discusión de reflexión final, invitando a los alumnos a compartir lo que aprendieron, lo que más disfrutaron y lo que esperan seguir haciendo para regenerar el suelo y mejorar nuestro papel en el ciclo del carbono.

APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

El aprendizaje basado en proyectos (PBL, por sus siglas en Inglés) es un enfoque guiado por los principios de aprendizaje experiencial en el que los estudiantes aplican lo que aprenden para participar en un proyecto práctico y extendido al mundo real. Los proyectos exitosos comienzan con preguntas de conducción sólidas y permiten que los estudiantes investiguen activamente soluciones a problemas complejos. El aprendizaje basado en proyectos se implementa mejor de manera colaborativa y la tecnología suele ser una herramienta clave para completar estos proyectos.

Por estas razones, la PBL es muy compatible con otras habilidades del siglo XXI. Compartir proyectos con una audiencia externa es una forma efectiva de mostrar lo que los estudiantes han aprendido, así como para inspirar y promover el cambio en el comportamiento de las personas. Hemos descrito algunos proyectos de compostaje para generar ideas para sus estudiantes, pero cualquier proyecto relacionado con el carbono en la Tierra funciona bien con esta unidad. Los mejores proyectos son aquellos elegidos y diseñados por los propios alumnos. El Buck Institute for Education proporciona guías de planificación, rúbricas de evaluación, videos instructivos y más para ayudar a los maestros a diseñar y facilitar el aprendizaje basado en proyectos de calidad en www.bie.org.

Ejemplos de proyectos

- Los estudiantes pueden optar por utilizar la lección de **una “pastel” de composta** que se encuentra en los recursos de enseñanza para construir una pila de compost en la escuela o comenzar a compostar en casa.
- Los estudiantes pueden optar por utilizar la **guía de reciclaje de gusanos de Cal Recycle** para iniciar un contenedor de gusanos en la escuela, que se encuentra en: <http://www.calrecycle.ca.gov/Education/Curriculum/Worms/>
- Los estudiantes pueden usar el **recurso de compostaje escolar** para comenzar un programa de compostaje en toda la escuela, que se encuentra en: <http://www.lifelab.org/composting/>
- Los estudiantes pueden optar por apoyar el **compostaje en casa**. Podrían solicitar un contenedor de basura verde de su ciudad; y/o encontrar un huerto vecino o comunitario que acepte su material compostable.
- Los estudiantes pueden optar por compartir la **guía de la Agencia de Protección Ambiental para el compostaje en el hogar** con otros estudiantes y familias interesados, que se encuentran en: <https://www.epa.gov/recycle/composting-home>
- Los estudiantes pueden optar por organizar una excursión a un relleno

APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS (CONTINUACIÓN)

sanitario local o una planta de transporte de desechos para obtener una perspectiva de la cantidad de desechos que producen los humanos y luego diseñar un proyecto para reducir esos desechos, como la reutilización de materiales o el compostaje en la escuela o en casa.

- Los estudiantes pueden optar por participar en un proyecto de ciencia ciudadana (<http://crowdandcloud.org>) relacionado con cualquiera de los temas tratados en esta unidad.
- Los estudiantes pueden optar por utilizar el documento **¿Qué son las plantas perennes?** (<http://www.lifelab.org/for-educators/schoolgardens/perennials/>) como guía para comenzar un huerto con plantas perennes en el campus o en casa.
- Los estudiantes pueden optar por realizar una actividad en la **guía Understanding Food and Climate Change Guide (Entendiendo los alimentos y el cambio climático)** (<https://foodandclimate.ecoliteracy.org/interactive-Guide/cover.xhtml>) que trata sobre el clima y el sistema alimentario.

LECCIÓN 1: SISTEMAS DE LA TIERRA

ESS2.A: Materiales y sistemas de la Tierra

Todos los procesos de la Tierra son el resultado del flujo de energía y el ciclo de la materia dentro y entre los sistemas del planeta. Esta energía se deriva del sol y del interior caliente de la Tierra. La energía que fluye y la materia que circula producen cambios químicos y físicos en los materiales y organismos vivos de la Tierra. (MS-ESS2-1) Los sistemas del planeta interactúan en escalas que van desde microscópicas hasta globales en tamaño, y funcionan en fracciones de segundo a miles de millones de años. Estas interacciones han dado forma a la historia de la Tierra y determinarán su futuro. (MS-ESS2-2)

ESS3.C: Impactos humanos en sistemas terrestres

Las actividades humanas han alterado significativamente la biosfera, dañando o destruyendo hábitats naturales y causando la extinción de otras especies. Pero los cambios en los entornos de la Tierra pueden tener diferentes impactos (negativos y positivos) para diferentes seres vivos. (MS-ESS3-3) Normalmente, a medida que aumentan las poblaciones humanas y el consumo per cápita de recursos naturales, también aumentan los impactos negativos en la Tierra a menos que las actividades y tecnologías involucradas se diseñen de otra manera. (MS-ESS3-3), (MS-ESS3-4)

LECCIÓN 2: FOTOSÍNTESIS

LS1.C: Organización para la Materia y Flujo de Energía en Organismos

Las plantas, las algas (incluido el fitoplancton) y muchos microorganismos utilizan la energía de la luz para producir azúcares (alimentos) a partir del dióxido de carbono de la atmósfera y el agua a través del proceso de fotosíntesis, que también libera oxígeno. Estos azúcares pueden usarse inmediatamente o almacenarse para su crecimiento o uso posterior. (MS-LS1-6) Dentro de los organismos individuales, los alimentos se mueven a través de una serie de reacciones químicas en las que se descomponen y se reorganizan para formar nuevas moléculas, para apoyar el crecimiento o para liberar energía. (MS-LS1-7)

PS3.D: Energía en procesos químicos y en la vida cotidiana.

La reacción química mediante la cual las plantas producen moléculas complejas de alimentos (azúcares) requiere que se produzca un aporte de energía (es decir, de la luz solar). En esta reacción, el dióxido de carbono y el agua se combinan para formar

moléculas orgánicas basadas en carbono y liberar oxígeno. (secundaria a MS-LS1-6) La respiración celular en plantas y animales implica reacciones químicas con oxígeno que liberan energía almacenada. En estos procesos, complejas las moléculas que contienen carbono reaccionan con el oxígeno para producir dióxido de carbono y otros materiales. (secundaria a MS-LS1-7)

LECCIÓN 3: SUELO SALUDABLE

LS2.A: Relaciones interdependientes en los ecosistemas

Los organismos, y las poblaciones de organismos, dependen de sus interacciones ambientales tanto con otros seres vivos como con factores inertes. (MS-LS2-1) En cualquier ecosistema, los organismos y las poblaciones con requisitos similares para alimentos, agua, oxígeno u otros recursos pueden competir entre sí por recursos limitados, a los cuales el acceso limita su crecimiento y reproducción.

(MS-LS2-1) El crecimiento de los organismos y el aumento de la población están limitados por el acceso a los recursos. (MS-LS2-1) De manera similar, las interacciones predatorias pueden reducir el número de organismos o eliminar poblaciones enteras de organismos. Las interacciones mutuamente beneficiosas, pueden llegar a ser tan interdependientes que cada organismo requiere del otro para sobrevivir. Aunque las especies involucradas en estas interacciones competitivas, predatorias y mutuamente beneficiosas varían de un ecosistema a otro, todos comparten los patrones de interacciones entre los organismos vivos e inertes con sus entornos. (MS-LS2-2)

MS-LS2.B: Ciclo de la materia y transferencia de la energía en los ecosistemas

Las redes alimentarias son modelos que demuestran cómo la materia y la energía se transfieren entre productores, consumidores y descomponedores a medida que los tres grupos interactúan dentro de un ecosistema. Las transferencias de materia dentro y fuera del entorno físico ocurren en todos los niveles. Los descomponedores reciclan nutrientes de plantas o animales muertos al suelo en ambientes terrestres o al agua en ambientes acuáticos. Los átomos que forman los organismos en un ecosistema son ciclados repetidamente entre las partes vivas y no vivas del ecosistema. (MS-LS2-3)

LS2.C: Dinámicas de los ecosistemas, funcionamiento y resiliencia

Los ecosistemas son de naturaleza dinámica; Sus características pueden variar con el tiempo. Las interrupciones en cualquier componente físico o biológico de un ecosistema pueden llevar a cambios en todas sus poblaciones. (MS-LS2-4) La biodiversidad describe la variedad de especies que se encuentran en los ecosistemas terrestres y oceánicos de la Tierra. La plenitud o integridad de la biodiversidad de un ecosistema se usa a menudo como una medida de su salud. (MS-LS2-5)

LECCIÓN 4: ALIMENTACIÓN Y AGRICULTURA

LS4.D: Biodiversidad y Humanos

El cambio en la biodiversidad puede influir en los recursos humanos, como alimentos, energía y medicamentos, así como en los servicios de los ecosistemas en los que los humanos dependen, por ejemplo, la purificación del agua y el reciclaje.

LECCIÓN 5: PASANDO A LA ACCIÓN

ETS1.B: Desarrollando posibles soluciones

Existen procesos sistemáticos para evaluar soluciones con respecto a qué tan bien se cumplen los criterios y las limitaciones de un problema. (secundaria a MS-LS2-5)

La comunidad científica en general está de acuerdo en que el aumento de la temperatura global y sus impactos relacionados (es decir, el cambio climático) se debe al aumento de los niveles de carbono en la atmósfera y, muy probablemente, sea resultado de la actividad humana en la tierra. Sin embargo, no toda la comprensión de los alumnos será coherente con esta perspectiva científica, que presenta un desafío tremendo para los educadores que enseñan sobre este tema. Debido a que el cambio climático es un tema tan polémico, tratamos con ligereza el rol que ejerce la actividad humana en esto. En lugar de confrontar las creencias existentes de los estudiantes, presentamos a los estudiantes las formas en que los científicos se involucran en su trabajo. Usando las prácticas de ciencia e ingeniería, tales como usar y desarrollar modelos, construir explicaciones, obtener, evaluar y comunicar información, participar en el argumento de la evidencia, hacer preguntas y definir problemas, los estudiantes pueden llegar a sus propias conclusiones sobre el impacto humano. Estas formas de pensar basadas en la evidencia invitan a los estudiantes a participar como científicos mediante la recopilación y evaluación de la evidencia disponible y el uso de un modelo para representar una explicación de lo que sucede cuando el carbono se mueve entre las cosas vivas y no vivas.

Reconociendo el debate público sobre la existencia y las causas del cambio climático, hemos diseñado una guía curricular que creemos que satisface las necesidades de cualquier educador que busque incorporar el estudio del suelo en su secuencia de instrucción a nivel de escuela secundaria. Sin embargo, nosotros, en Kiss the Ground, adoptamos un enfoque con visión al futuro sobre este tema. Adoptamos una actitud optimista de que los estudiantes del siglo XXI están abiertos a las ideas presentadas en el video de La historia del suelo. Con ese fin, nos gustaría desarrollar algunas de las ideas presentadas en este documento y ofrecer recursos adicionales para profundizar en el tema del cambio climático. Además, hemos enumerado a continuación los recursos adicionales diseñados específicamente para enseñar sobre la evidencia detrás del consenso científico sobre el cambio climático con mayor profundidad.

¿Dónde se encuentra el carbono en la Tierra?

El carbono ha estado en la Tierra durante miles de millones de años. Cuando los humanos extraen combustibles fósiles, liberamos carbono que previamente estaba atrapado en las rocas y minerales de la geósfera. El exceso de carbono en la atmósfera atrapa el calor, lo que hace que las temperaturas globales aumenten. Según la evidencia científica, las temperaturas están aumentando más rápidamente que en el pasado, lo que lleva a la fusión del hielo ártico, el aumento del nivel del mar y los cambios en los patrones climáticos regionales. Una forma de hacer esto es aprovechar los procesos

que ocurren naturalmente en la pedósfera. El suelo tiene la increíble capacidad de capturar y almacenar (es decir, secuestrar) parte del carbono que ya se encuentra en la atmósfera y volver a ponerlo en funcionamiento en la biosfera.

¿Qué papel juegan las plantas en el ciclo del carbono?

Las plantas, durante el proceso de la fotosíntesis, utilizan la energía del sol para convertir el dióxido de carbono y las moléculas de agua en energía química, que almacenan como carbohidratos.

Cuando los animales comen las plantas o cuando mueren y se descomponen, el carbono regresa a la atmósfera a través de la respiración y la descomposición. Sin embargo, mientras las plantas viven, continúan absorbiendo carbono de la atmósfera, almacenándolo en el material vegetal y expulsándolo hacia el suelo.

¿Qué papel desempeñan los microbios del suelo en el ciclo del carbono?

¡La capacidad de la naturaleza para construir el suelo y alimentar a las plantas es la responsable de agrupar más carbono en el suelo que en la atmósfera y la biósfera juntas! Este proceso no sólo nos ayuda a secuestrar el carbono de la atmósfera; Un suelo saludable y biodiverso también nos proporciona alimentos ricos en nutrientes que contribuyen a nuestra salud.

¿Qué papel juegan los agricultores en el ciclo del carbono?

Las prácticas agrícolas convencionales, que incluyen el sobrepastoreo, la tala, el monocultivo, la labranza, el uso de pesticidas sintéticos, herbicidas, funguicidas y fertilizantes y dejan el suelo al descubierto, son todas degenerativas porque disminuyen la biodiversidad del suelo y aumentan las emisiones de carbono en la atmósfera. En este sentido, la agricultura convencional es un gran contribuyente al cambio climático. Los seres humanos no pueden simplemente abandonar la agricultura por completo, más bien, los agricultores pueden restaurar la salud del suelo con prácticas agrícolas de generación de suelo. El pastoreo planificado, el corte selectivo, los policultivos, la agricultura sin labranza o con poca labranza, los fertilizantes orgánicos, el compostaje y la siembra de cultivos de cobertura permiten a los agricultores aumentar la biodiversidad del suelo y secuestrar carbono en el mismo mientras cultivan alimentos y fibra. De esta manera, la agricultura tiene el potencial de convertirse en parte de la solución al cambio climático.

¿Qué papel juegas tú en el ciclo del carbono?

Al igual que los agricultores pueden pasar del agotamiento del suelo a las prácticas de construcción del suelo, ¡También podemos ser parte de la solución al cambio climático! Muchos conceptos de la agricultura regenerativa se pueden traducir a organizaciones e individuos que no están necesariamente en el negocio de la agricultura. Por ejemplo, las escuelas pueden optar por compostar sus desperdicio

de alimentos en lugar de enviarlos al relleno sanitario. Todos tomamos muchas decisiones pequeñas todos los días que se suman a nuestra "huella de carbono" individual. Aunque no podemos medir el impacto de cada individuo a diario, podemos ver el impacto colectivo que los humanos tienen en el planeta y usar prácticas científicas para abordar efectos negativos no deseados que nuestras decisiones pueden tener.

NGSS, IDEAS DISCIPLINARES BÁSICAS SOBRE EL IMPACTO HUMANO

ESS3.D: Cambio Climático Global

Las actividades humanas, como la liberación de gases de efecto invernadero por la quema de combustibles fósiles, son factores importantes en el aumento actual de la temperatura media de la superficie de la Tierra (calentamiento global). Reducir el nivel del cambio climático y reducir la vulnerabilidad humana a cualquier cambio climático que ocurra depende de que tanto comprendamos la ciencia del clima, las capacidades de ingeniería y otros tipos de conocimiento, como la comprensión del comportamiento humano y la aplicación de ese conocimiento de manera inteligente en las decisiones y actividades. (MS-ESS3-5)

RECURSOS CURRICULARES DISEÑADOS PARA ENSEÑAR SOBRE EL IMPACTO HUMANO

Center for Ecoliteracy: "Entendiendo la Alimentación y el Cambio Climático":
www.ecoliteracy.org

Plan de estudios de generación de clima para del 3er al 12vo grado:
<http://www.climategen.org/our-core-programs/climate-change-education/curriculum/>

MARE *Secuencia del plan de estudios de Ciencias de Mar:*
<http://mare.lawrencehallofscience.org/curriculum/ocean-science-sequence>

Mitigar el cambio climático mediante el compostaje y la plantación de árboles:
<http://bit.ly/cotwo>

Soil Carbon Coalition (Coalición de carbono del suelo):
<https://soilcarboncoalition.org/learning/Flour-and-Water-INVESTIGATION.pdf>

Sociedad de Ciencias del Suelo de América: <http://www.soils4teachers.org/home>

Administración Nacional Aeronáutica y del Espacio (NASA) Cambio climático global:
<https://climate.nasa.gov/causes/>
<https://climate.nasa.gov/interactives/climate-time-machine>

Centro Nacional de Enseñanza de las Ciencias:
<https://ncse.com/library-resource/teaching-climate-change-best-practices>

Suelo y Regeneración

Videos

1. *The Soil Story* La Historia del Suelo
2. *Edward Norton is The Soil* Edward Norton es El Suelo
3. *Why Soil Matters* ¿Por qué importa el suelo?
4. *Soil Solutions to Climate Problems*, Soluciones del suelo a los problemas climáticos narrado por Michael Pollan por el Centro de Seguridad Alimentaria
5. *Earth As An Apple* La tierra como una manzana

Books

Cows Save the Planet

Las vacas salvan el planeta

Dirt: The Erosion of Civilizations

Tierra: la erosión de las civilizaciones

Farmacology: Total Health from the Ground Up

Farmacología: salud total desde la base

Gaia's Garden: A Guide to Home-Scale Permaculture

El huerto de Gaia: una guía para la permacultura en casa

Grass, Soil, Hope

Hierba, tierra, esperanza

Holistic Management Handbook

Manual de Gestión Holística

Kiss the Ground: How the Food You Eat Can Reverse Climate Change, Heal Your Body and Ultimately Save Our World

Besa el suelo: cómo la comida que consumes puede revertir el cambio climático, sanar su cuerpo y, en última instancia, salvar nuestro mundo

Permaculture, Designer's Handbook

Permacultura, manual de diseño.

Restoration Agriculture

Agricultura de restauración

Rodale's Basic Organic Gardening: A Beginner's Guide to Starting a Healthy Garden

La jardinería orgánica básica de Rodale: una guía para principiantes para comenzar un

jardín saludable

Vea más de la coalición: *Soil Not Oil Coalition*

Suelo no aceite

Tending the Wild

Cuidando lo salvaje

The Carbon Farming Solution

La solución al cultivar carbono

The Rodale Book of Composting: Easy Methods for Every Gardener

El libro de compostaje de Rodale: métodos fáciles para cada jardinero

The Soil Will Save Us

El suelo nos salvará

Water in Plain Sight

El agua a simple vista

Recursos de subvenciones:

<http://www.noaa.gov/office-education/elp/grants>

<https://kidsgardening.org/garden-grants/>

<https://www.exploravision.org/what-exploravision>

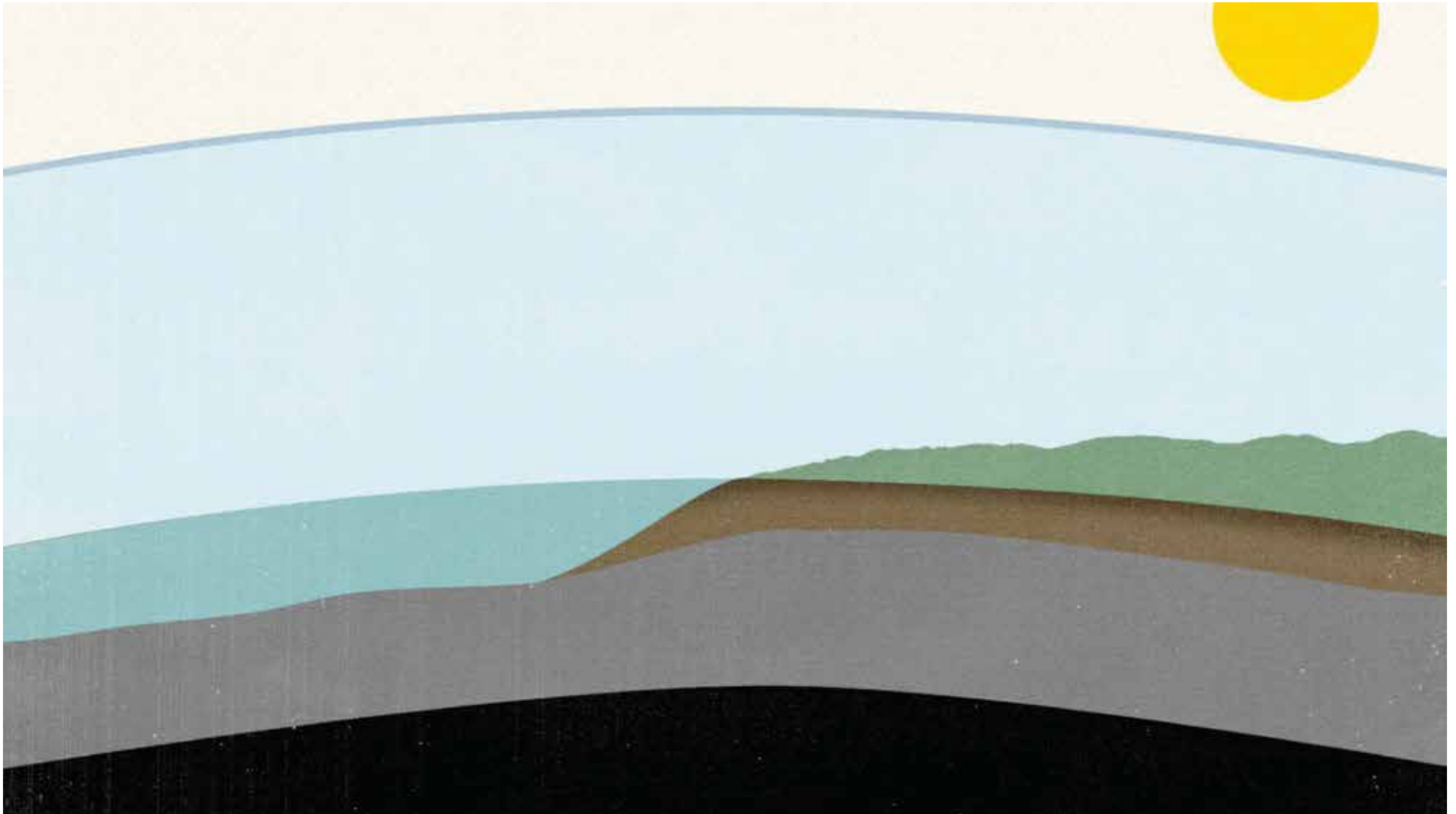
Fundacion Capitan Planeta <https://captainplanetfoundation.org/grants/>

FOLLETO 1.1:

Modelo de ciclo de carbono

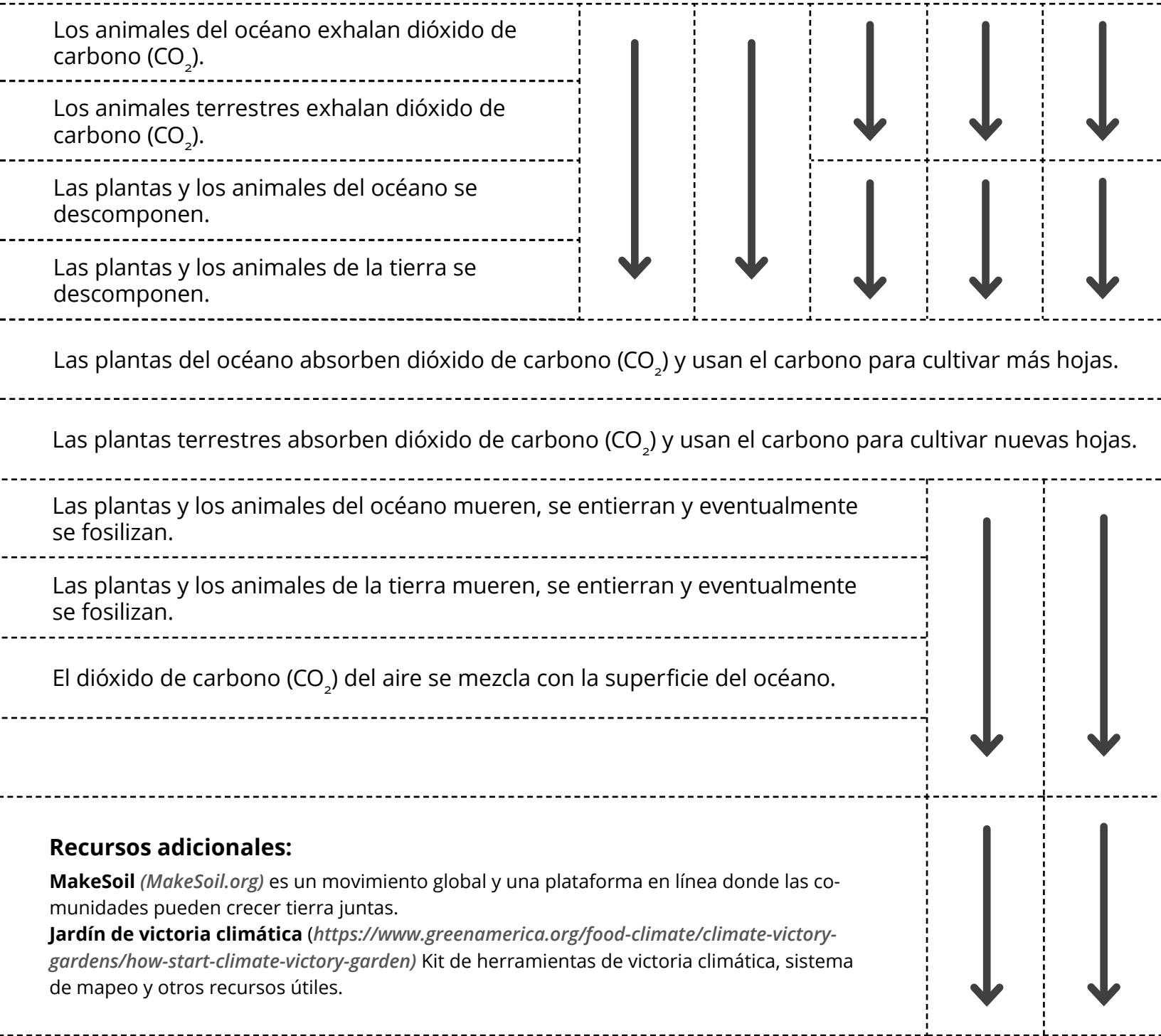
NOMBRE: _____

FECHA: _____



FOLLETO 1.2:

Herramientas para un modelo del ciclo del carbono

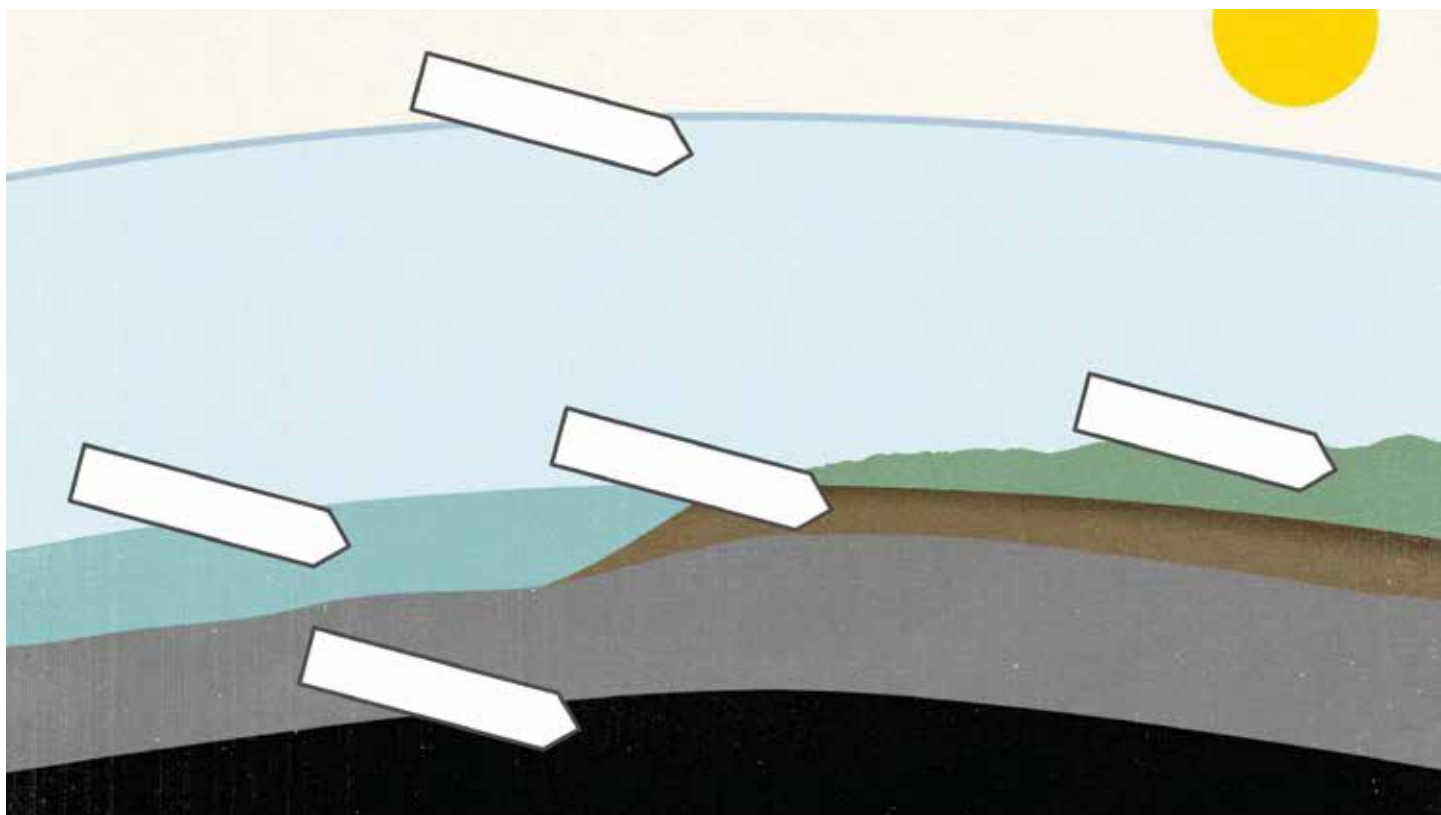


FOLLETO 1.3:

Evaluación de la Historia del Suelo

NOMBRE: _____

FECHA: _____



1. Coloca las etiquetas en los lugares donde crees que existen en la Tierra.

Geosfera

Pedósfera

Hidrosfera

Biosfera

Atmósfera

2. Luego, escribe en el diagrama los tipos de materia que se encuentran en cada esfera.

Rocas

Plantas

Suelo

Vida

Océanos

Minerales

Ríos

Vapor de agua

Aire

Fósiles

Polvo

Los animales

Agua

Polen

Microorganismos

Lagos

3. Encierra en un círculo los sistemas en la Tierra donde crees que se pueden encontrar carbono.

FOLLETO 1.3 CONTINUACIÓN

LECCIÓN 1 ¿Dónde se encuentra el carbono en la Tierra?

LECCIÓN 2 ¿Qué papel juegan las plantas en el ciclo del carbono?

LECCIÓN 3 ¿Qué papel desempeñan los microbios del suelo en el ciclo del carbono?

LECCIÓN 4 ¿Qué papel juegan los agricultores en el ciclo del carbono?

LECCIÓN 5 ¿Qué papel juegas tú en el ciclo del carbono?

FOLLETO 2.1:

Observaciones de reacción de azul de bromotimo

NOMBRE: _____

FECHA: _____

- 1. Observe los 3 tubos de ensayo llenos con azul de bromotimol.
Representa el cambio que observas en los diagramas 1 y 2.**

DIAGRAMA 1

Antes

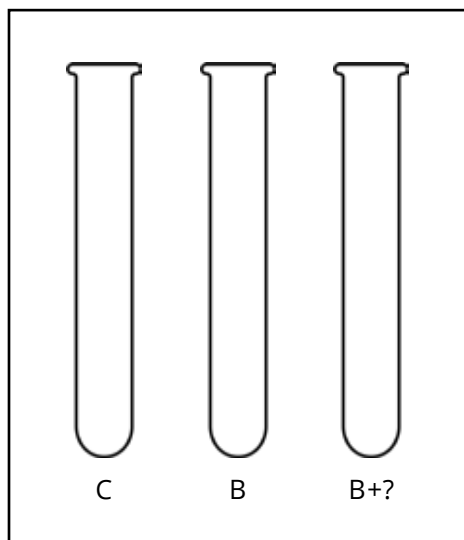


DIAGRAMA 2

Después

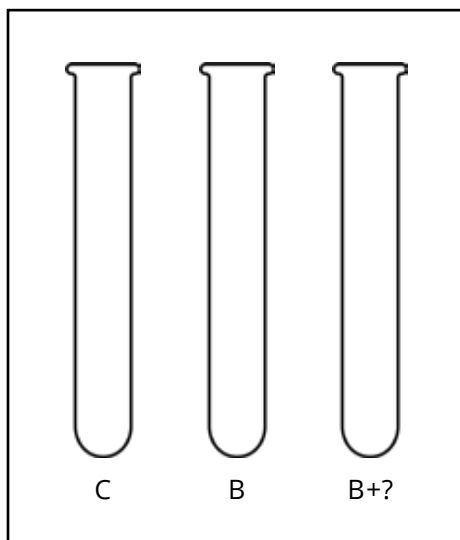
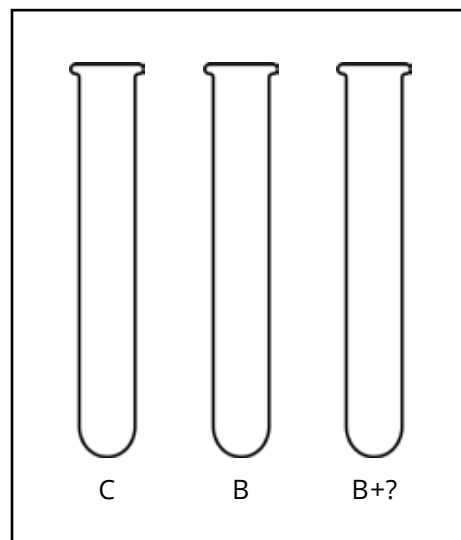


DIAGRAMA 3

1-7 días después hicimos algo para
cambiar el color de nuevo a azul



C=Control

B=Respiración agregada

? = Algo hecho para tratar de cambiar el color de nuevo a azul

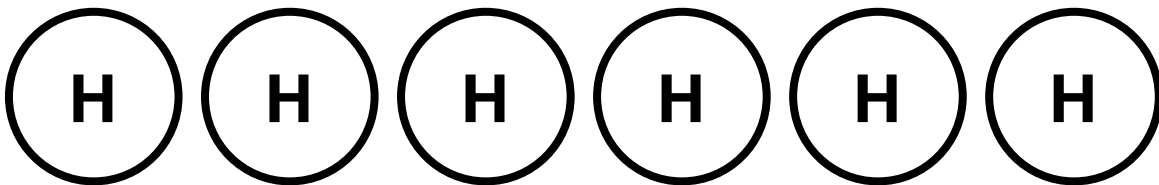
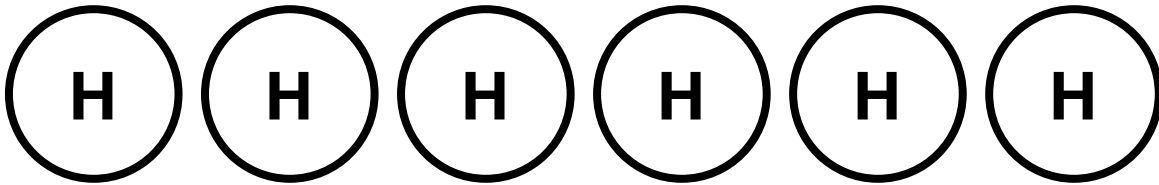
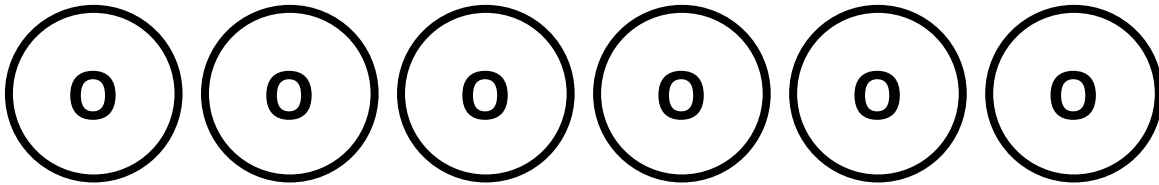
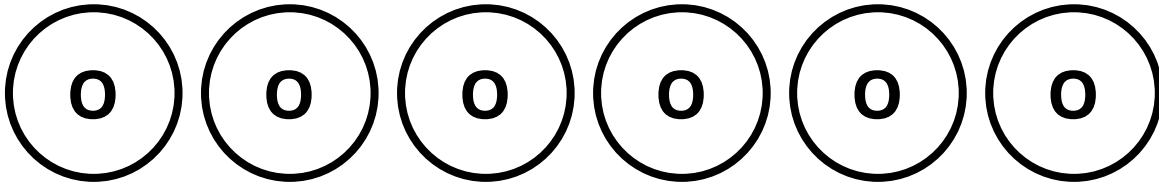
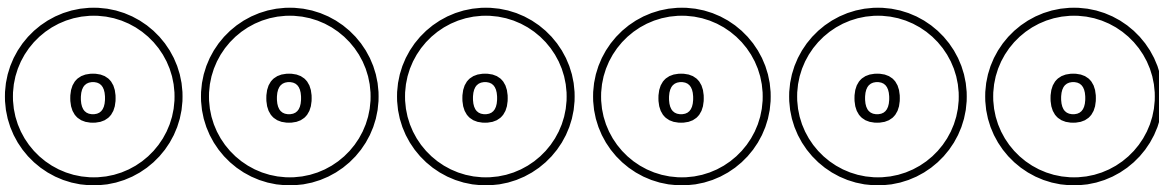
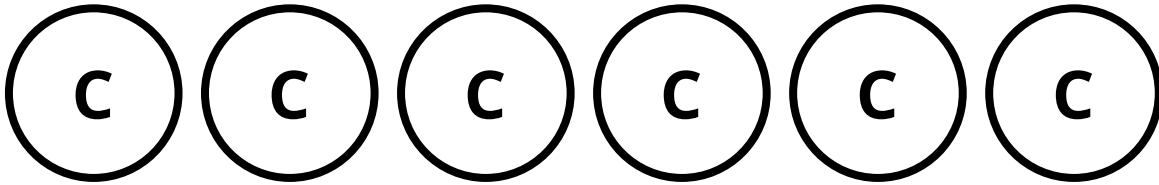
- 2. Agrega flechas y etiquetas al Diagrama # 2 para mostrar lo que crees que causó el cambio que observó.**

- 3. ¿Cómo podrías cambiar el color de esos tubos a azul?**

Haz una lista de ideas aquí:

FOLLETO 2.2:

Átomos para la fotosíntesis

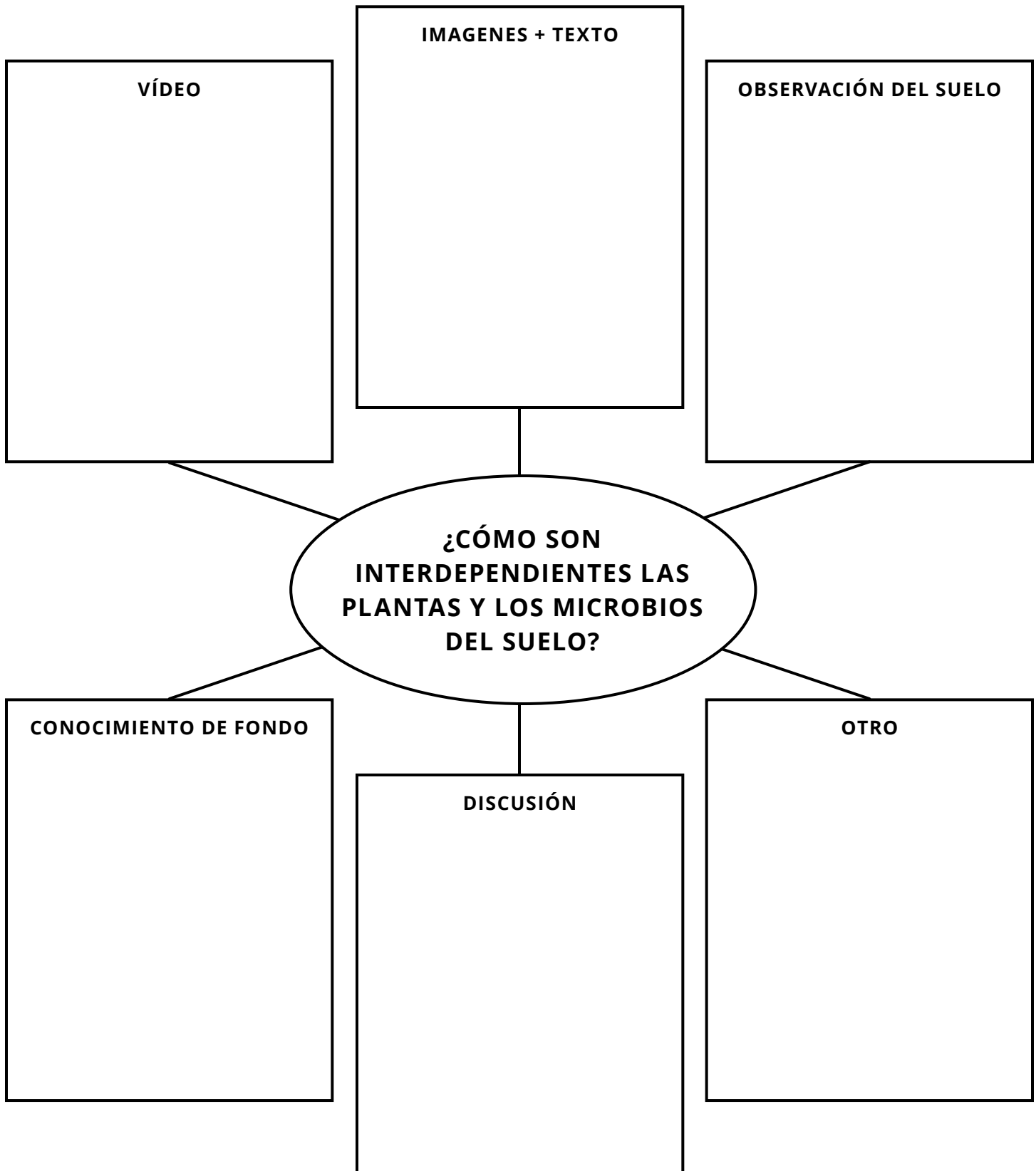


FOLLETO 3.1:

Reuniendo información
sobre "El gran intercambio"

NOMBRE: _____

FECHA: _____



FOLLETO 4.1:

¿Por qué compostar?

NOMBRE: _____

FECHA: _____

Instrucciones: Después de ver el video de The Compost Story, elige una afirmación hecha en el video para redactar un argumento a favor de los beneficios del compostaje, seleccionando 3 o más piezas de evidencia de lecciones anteriores que apoyen esa afirmación.

Pregunta guía: ¿Qué papel juegan los agricultores en el ciclo del carbono?

Premisas del video The Compost Story:

- El compost puede mejorar los nutrientes de los alimentos, aumentar el rendimiento de los cultivos y fortalecer los sistemas inmunológicos de las plantas, al mismo tiempo que aumenta la capacidad de retención de agua del suelo.
- El compost puede ayudar a restaurar nuestros suministros de agua subterránea, fertilizar las granjas y producir alimentos más sabrosos y nutritivos.
- El compost estimula el crecimiento de las plantas, retiene el agua y agrega humus a los suelos agotados.

EVIDENCIAS:
EVIDENCIA DE LA LECCIÓN 1: CARBONO EN LA TIERRA
EVIDENCIA DE LA LECCIÓN 2: FOTOSÍNTESIS
EVIDENCIA DE LA LECCIÓN 3: MICROBIOS DEL SUELO
EVIDENCIA DE LA LECCIÓN 4: COMPOST

FOLLETO 4.2:

Tarjetas de Práctica Agrícola



Manejo integrado de plagas

Una estrategia basada en el ecosistema que se enfoca en la prevención de plagas y enfermedades a largo plazo con bajos insumos a través de una combinación de técnicas, como la diversificación, el control biológico, la manipulación del hábitat, la modificación de las prácticas culturales y el uso de variedades resistentes que desafían los sistemas convencionales.



Plaguicidas químicos

Sustancias químicas destinadas a disuadir, incapacitar, matar o desalentar las plagas. Las plagas pueden incluir insectos, parásitos, animales, plantas no deseadas (malezas), hongos o microorganismos como bacterias y virus.



Agricultura cero labranza

Una forma de cultivar o pastar de un año a otro año sin molestar el suelo a través de la labranza.



Labrar el suelo

Rotar el suelo.



Cultivo de cobertura

Una hierba, leguminosa, otra planta verde que típicamente se cultiva entre las estaciones de crecimiento para el beneficio del suelo en lugar del rendimiento del cultivo. Los cultivos de cobertura se usan comúnmente para suprimir las malezas, controlar la erosión del suelo, ayudar a construir y mejorar la fertilidad y la calidad del suelo, y controlar enfermedades y plagas.



Suelo desnudo

Eliminación completa de toda la vegetación de un área.



Pastoreo Gestionado

Los rebaños y/o rebaños de rumiantes y no rumiantes se trasladan de manera regular y sistemática a áreas de descanso fresco con la intención de maximizar la calidad y la cantidad de crecimiento de forraje.



Operación concentrada de alimentación de animal (CAFO)

Empresas agrícolas donde los animales son mantenidos y criados en situaciones confinadas. Las CAFO congregan animales, alimento, estiércol y orina, animales muertos y operaciones de producción en una pequeña área de tierra. El alimento se lleva a los animales en lugar de que lesten pasten o busquen alimento en los pastos, campos o pastizales.



Composta

Una mezcla de materia orgánica, como de hojas, recortes de césped, restos de comida y estiércol, que se ha deteriorado o ha sido digerido por organismos, que se utiliza para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes.



Fertilizante químico

Productos químicos crudos que se han fabricado en una fábrica en formas líquidas o sólidas que se dirigen específicamente a las necesidades nutricionales de las plantas, diseñadas para imitar los nutrientes naturales.



Perennes

Plantas que persisten durante muchas temporadas de crecimiento. En general, la parte superior de la planta muere cada invierno y vuelve a crecer en la primavera siguiente.



Anuales

Las anuales son especies que pasan por todo su ciclo de vida, desde la germinación hasta la madurez y la producción de cultivos en un solo año. Habiendo producido su cultivo, la planta muere.



Diversidad de cultivos

Distintos tipos de cultivos que estimulan la diversidad y el suelo saludable, fortalecen la capacidad de los cultivos para resistir plagas y favorecen la retención de humedad del suelo.



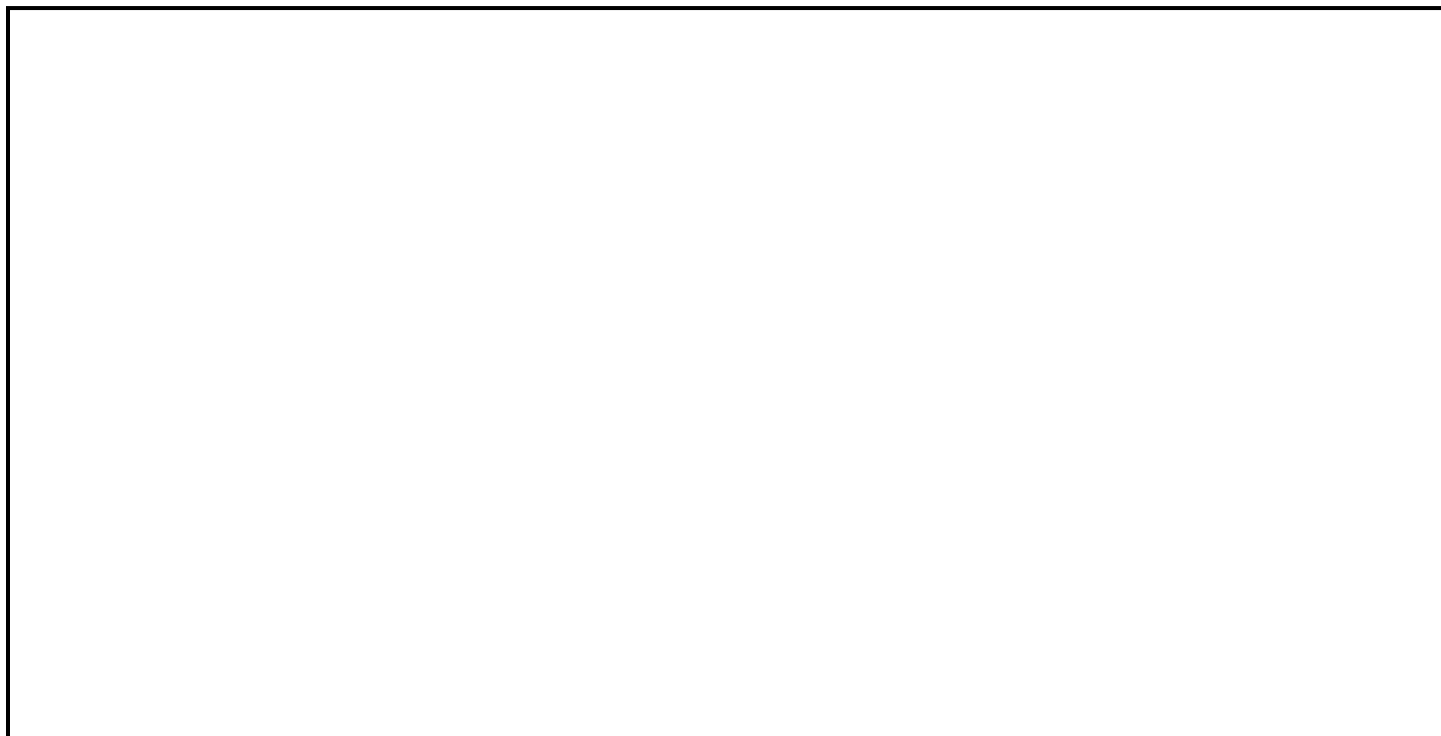
Monocultivo

La práctica agrícola de cultivar un solo cultivo año tras año en la misma tierra, en ausencia de rotación a través de otros cultivos o de cultivos múltiples en la misma tierra (policultivo).

FOLLETO 5.1:

Encuesta de Impacto Ambiental

Usa lápices de colores para dibujar un mapa del campus de su escuela aquí, incluyendo cualquier paisaje al aire libre (jardín, terreno vacío, áreas con césped, etc.).



En tu mapa, ten en cuenta lo siguiente:

- ¿Dónde se podría hacer algo para rejuvenecer el suelo? ¿Qué te hace saberlo?

- ¿Dónde se podrían cultivar más plantas? ¿Qué hace que este sea un buen lugar?

- ¿Dónde podría hacerse algo más para mejorar el campus? ¿Qué ideas tienes?

Nota: Esta actividad puede requerir investigación adicional y entrevistas. Por ejemplo, si desea identificar si se están utilizando pesticidas o fertilizantes en el paisaje, es posible que deban hablar con el personal administrativo y/o de mantenimiento.

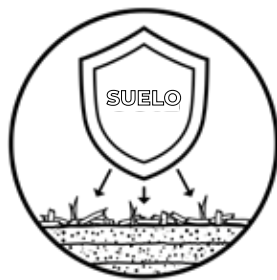
FOLLETO 5.2:

Los cinco fundamentos de la salud del suelo del granjero Gabe Brown



1. NO MOLESTAR

Eviten arar el suelo y absténganse de enmiendas químicas que sean dañinas. Estas prácticas son como el demoler una casa, dificultando que el complejo ecosistema del suelo prospere.



2. MANTENER EN EL SUELO COMO SI FUESE UN ESCUDO

El suelo cubierto (plantas vivas o material de planta pisoteado / muerto que cubre la superficie del suelo) reduce la erosión del suelo por el viento y la lluvia y ayuda a mantener bajas las temperaturas del suelo.



3. DIVERSIFICAR

El cultivo de una diversidad de plantas asegura un suelo denso en nutrientes, aumenta el carbono del suelo y reduce el riesgo de plagas y enfermedades.



4. RAÍCES VIVAS

Mantener las raíces vivas en el suelo durante todo el año (o el mayor tiempo posible) proporciona una fuente constante de alimento para los organismos del suelo. A su vez, los microorganismos del suelo ayudan a prevenir la erosión del suelo, aumentan las tasas de infiltración de agua y proporcionan a las plantas nutrientes clave.



5. AÑADIR ANIMALES

La inclusión de animales en el sistema de cultivo cierra el ciclo de nutrientes y reduce la necesidad de fertilizantes importados. Por supuesto, los animales de granja correctos por utilizar dependen del ecosistema.

EXTERIORES • GRADOS 2do a 6to • OTOÑO, PRIMAVERA • ACTIVIDAD



Hagamos un pastel de compost

DESCRIPCIÓN Los estudiantes construyen una pila de compost.

OBJETIVO Experimentar el proceso de descomposición y el ciclo de nutrientes.

ANTECEDENTES DEL MAESTRO Ver la descripción detallada del compostaje, página 477. Asegúrate de que los estudiantes se laven bien las manos cuando terminen con esta actividad.

MATERIALES

- materiales de compost
- palas y horquillas
- carretilla
- Acceso al agua y manguera con boquilla de pulverización.
- regla de metro
- termómetro de compost
- revistas de ciencia



PREPARACIÓN

1. Selecciona un área que será asignada permanentemente para el compost en su huerto o jardín. La ubicación ideal es cerca del huerto para fácil transporte y fácil acceso. El área debe tener un mínimo de 3 pies cuadrados (1m²).
2. Recolecten materiales de compostaje.

DISCUSION DE CLASE ¿Qué tipos de materiales se descomponen? (materiales que han estado vivos) ¿Por qué es importante que estos materiales se descompongan? (se convierten en nutrientes para otras plantas) ¿Es esto un ciclo? ¿Cuáles son las partes de este ciclo? (La plantas o animal vivos crecen, mueren, se descomponen, proporciona nutrientes para que crezca otra planta o animal vivo) ¿Cómo se llama el ciclo? (ciclo de nutrientes) ¿Crees que podemos crear un ciclo de nutrientes en nuestro huerto? (Registra las predicciones).

ACCIÓN

1. Demostrar cómo construir un "pastel de compost" en miniatura con muestras de material marrón (materiales ricos en carbono como plantas muertas, hojas o paja), verdes (materiales ricos en nitrógeno como recortes de césped, materia vegetal fresca o restos de alimentos) y suelo (o compost viejo) antes de construir el montón real. Discuta los diferentes ingredientes que se pueden usar en el montón. Destaca la importancia del tamaño, los ingredientes y el nivel de humedad.

2. Ve al huerto y equipa a los estudiantes con palas, horquillas y una carretilla.
Haz que los estudiantes usen sus horquillas para aflojar el suelo donde estará el montón.
3. Divide grupos de hasta 10 estudiantes a la vez en equipos de café, verdes, y suelo. Asigna un estudiante para ser el regador. Comienza con una capa de material café estancado para permitir drenaje. Haz que los grupos tomen turnos, formando capas primero una café, luego una verde y luego un poco de tierra repetidamente hasta que el montón tenga al menos 3 pies (1 m) de altura. Las capas café y las capas verdes deben tener un espesor de 4 a 6 pulgadas (10 a 15 cm); El suelo o las capas de compost viejo deben tener un espesor de 1 a 2 pulgadas (2,5 a 5 cm). El regador debe regar cada capa a medida que se agrega al montón. Asegúrate de que los estudiantes mantengan la forma rectangular del montón y mantén las esquinas cuadradas. Al igual que los cimientos de una casa, cada capa se convierte en la base para las nuevas capas, y si no son cuadradas, el montón colapsará y el calor necesario para la descomposición se perderá.
4. Haz que los estudiantes midan y anoten las dimensiones del montón de compost.
5. Haz que los estudiantes usen un termómetro de compost para tomar la temperatura del montón.
6. Haz que los estudiantes dibujen “el pastel de compost” en sus diarios, registrando capas, medidas y temperatura.
7. Revisa tu montón mensualmente y asegúrate de que esté lo suficientemente húmedo. En períodos secos puede que tengan que regarlo.

CONCLUIR LA LECCIÓN ¿Cuáles son los ingredientes de un pastel de compost? ¿Qué pasará con la materia orgánica? ¿Cómo estará este montón en unos pocos meses? ¿Cómo será utilizado el compost una vez descompuesto? ¿Qué materiales podrías usar en casa para hacer compost?

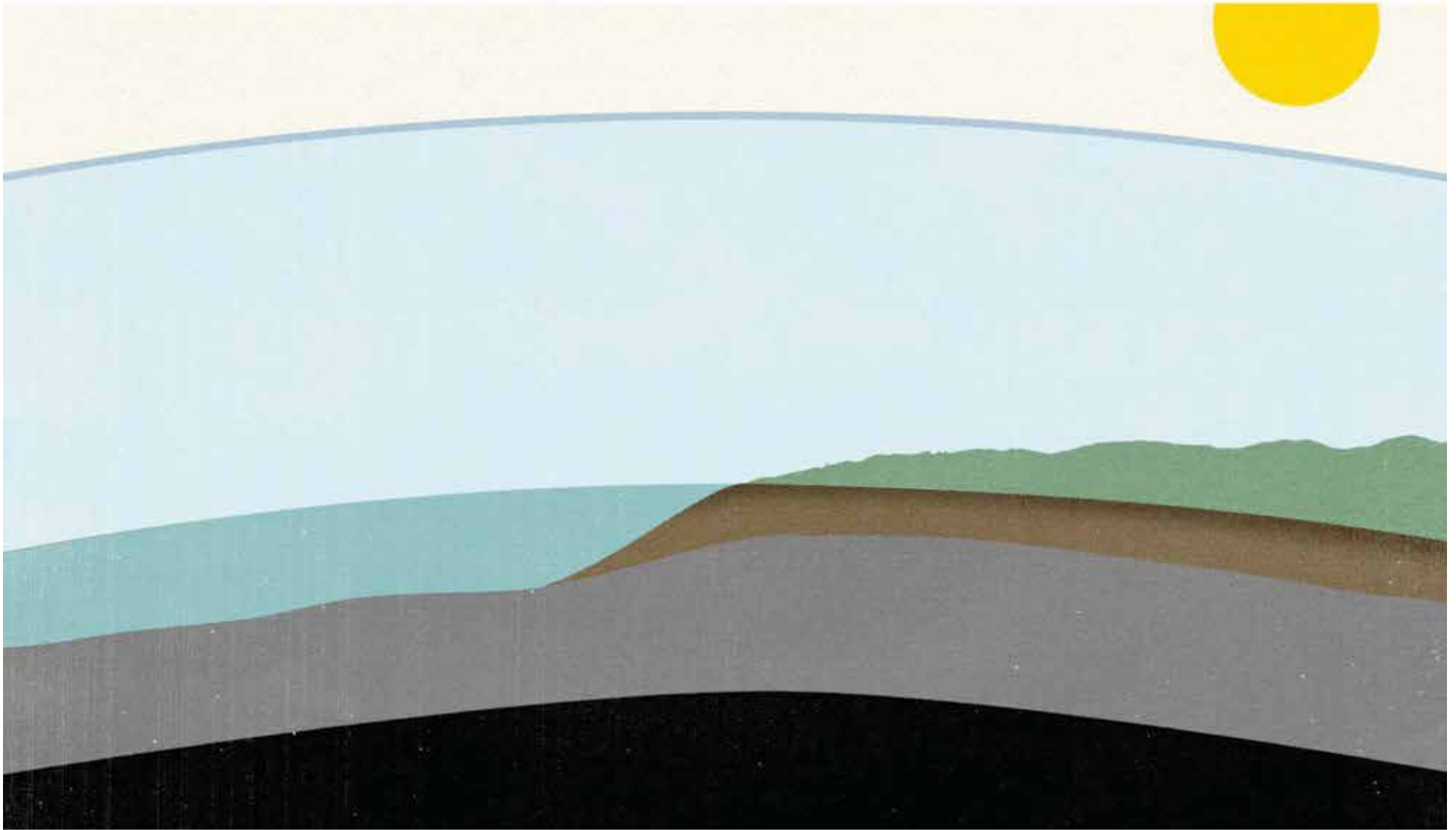
**ESCAVANDO
MÁS PROFUNDO**

1. Registra la temperatura del pastel de compost cada día en la semana que viene y pon las lecturas en un gráfico para la clase. El montón se calentará a aproximadamente 160 ° F (71.1 ° C) y luego comenzará a enfriarse. Deja que los alumnos sientan el calor del montón de compost. Discutan cómo se produce el calor a través de la actividad biológica de los microorganismos.
2. En un mes, vuelve a medir las dimensiones del montón. ¿Cómo ha cambiado? ¿Qué capas puedes identificar? Ayuda a los estudiantes a girar el montón para aumentar la velocidad de descomposición.
3. Haz que los estudiantes observen trozos de compost a través de un microscopio y anoten lo que se ve.



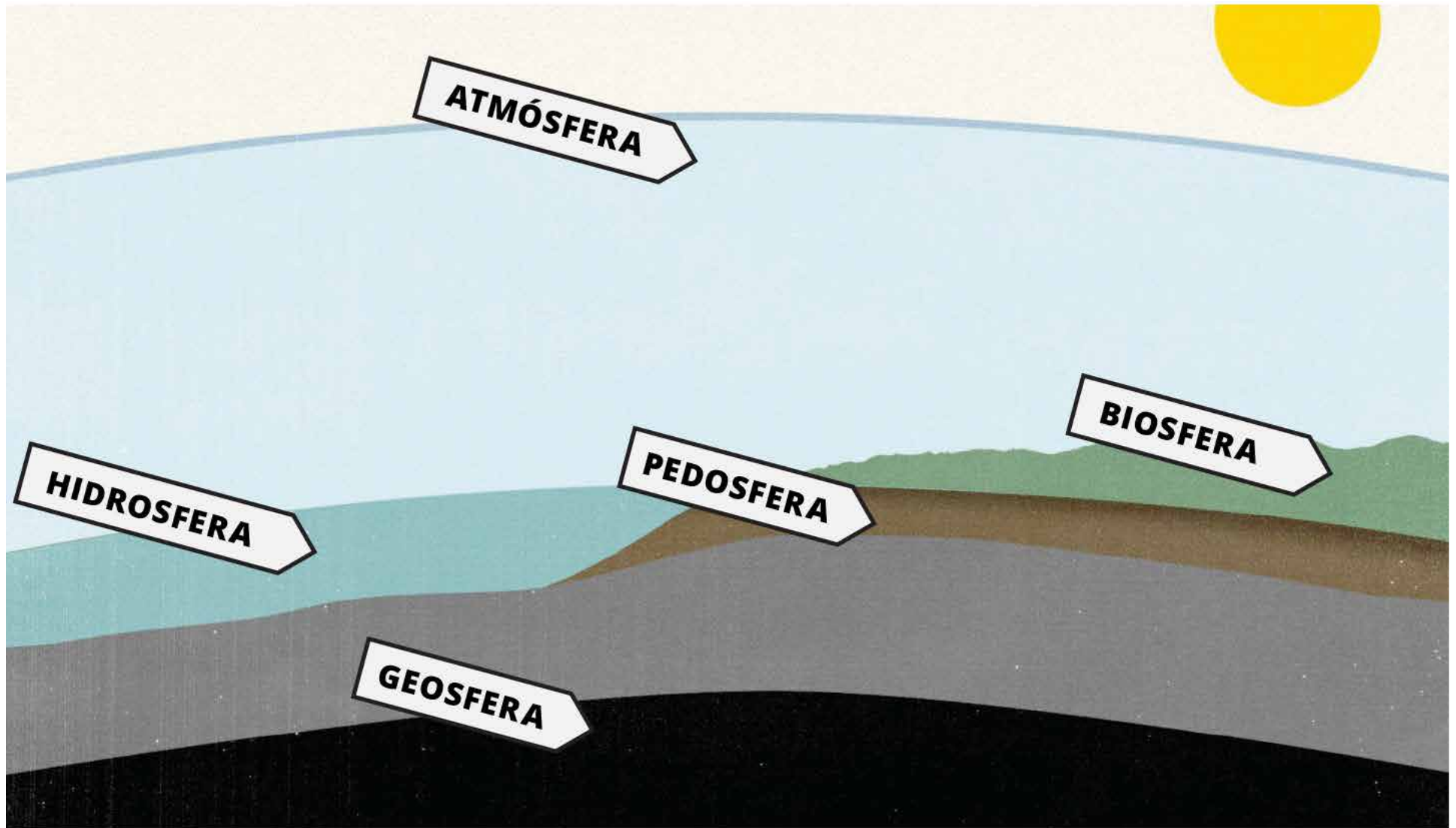
DIAPPOSITIVA 1.1:

Sistemas de la tierra



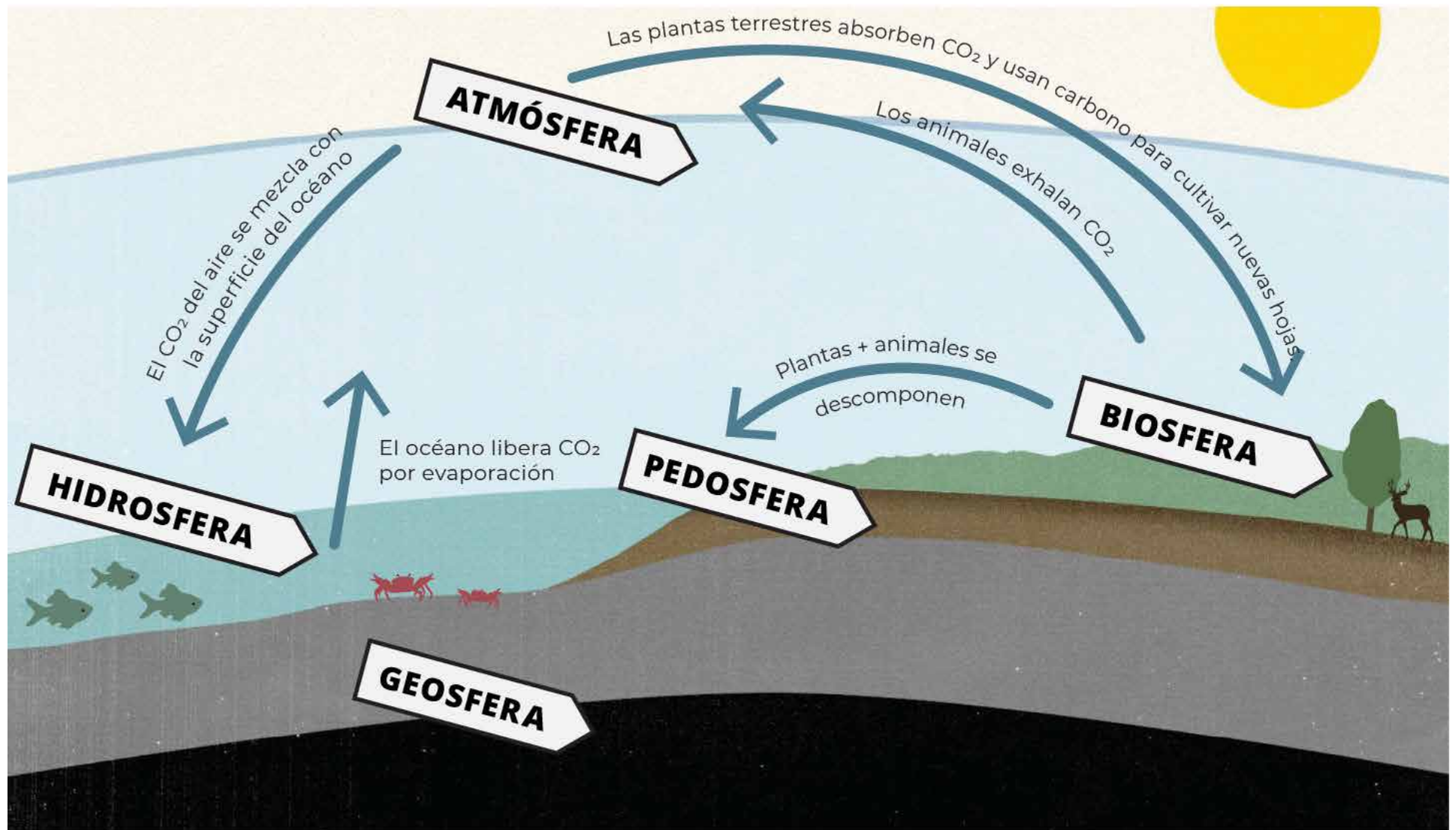
DIAPPOSITIVA 1.2:

Sistemas de la tierra



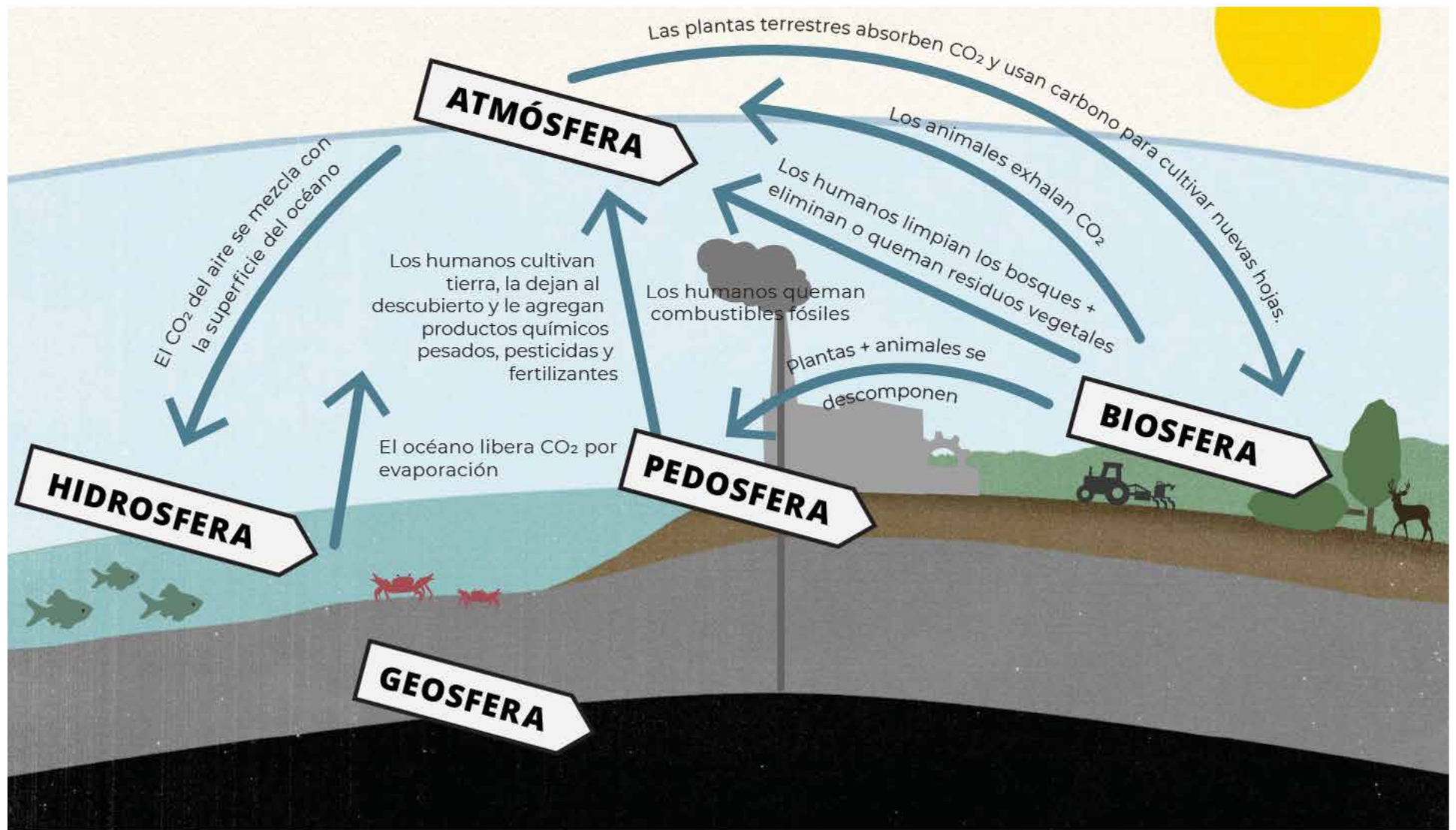
DIAPPOSITIVA 1.3:

Cómo el carbono cycla en la tierra



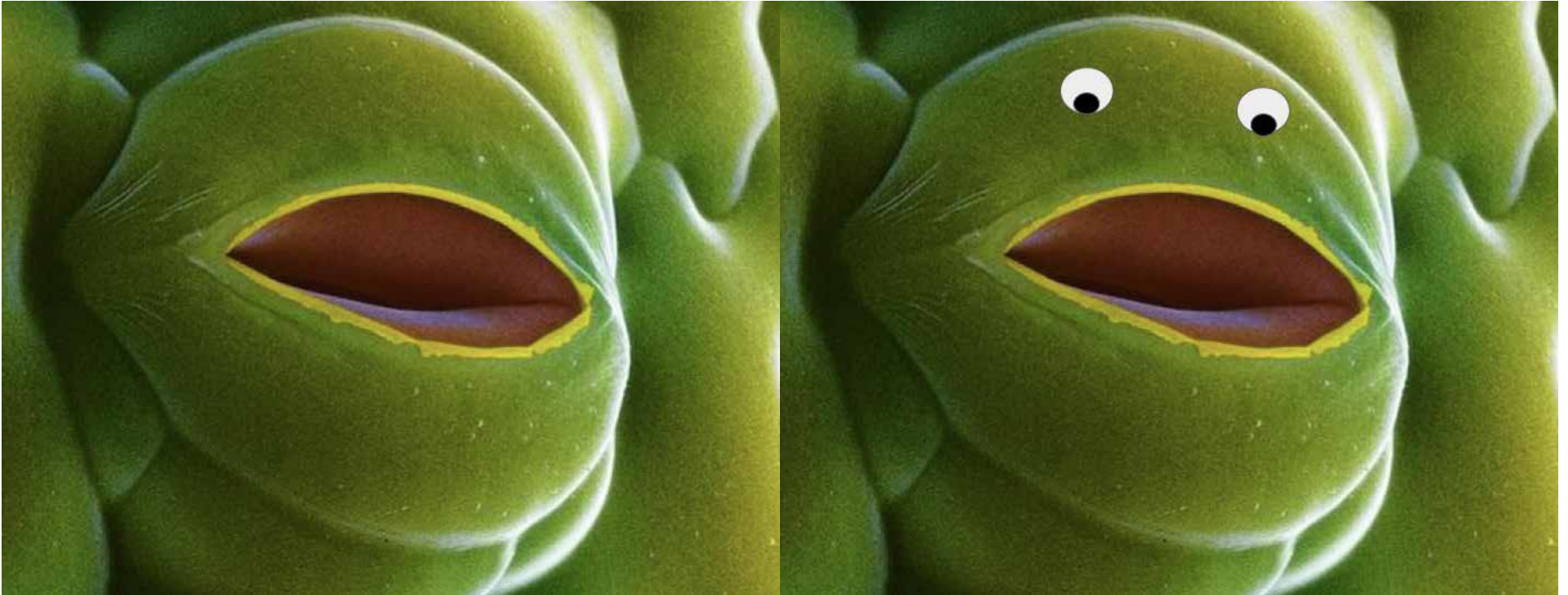
DIAPPOSITIVA 1.4:

El ciclo del carbono hoy



DIAPPOSITIVA 2.1:

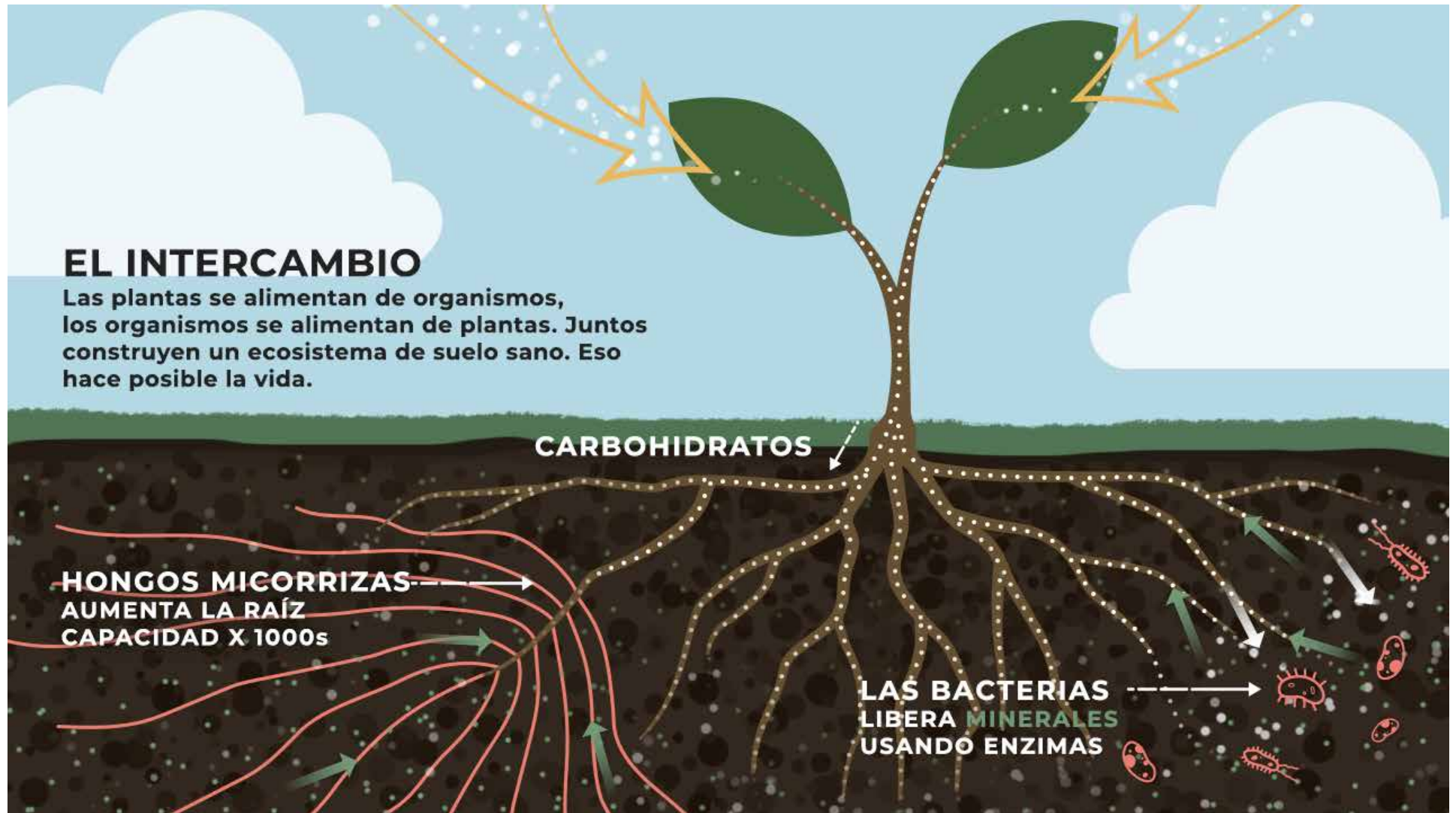
Estomas



Los estomas son pequeños orificios, que suelen encontrarse en la parte inferior de las hojas, que se abren y se cierran para permitir que la planta respire. De esta manera, son como las “bocas” de las plantas.

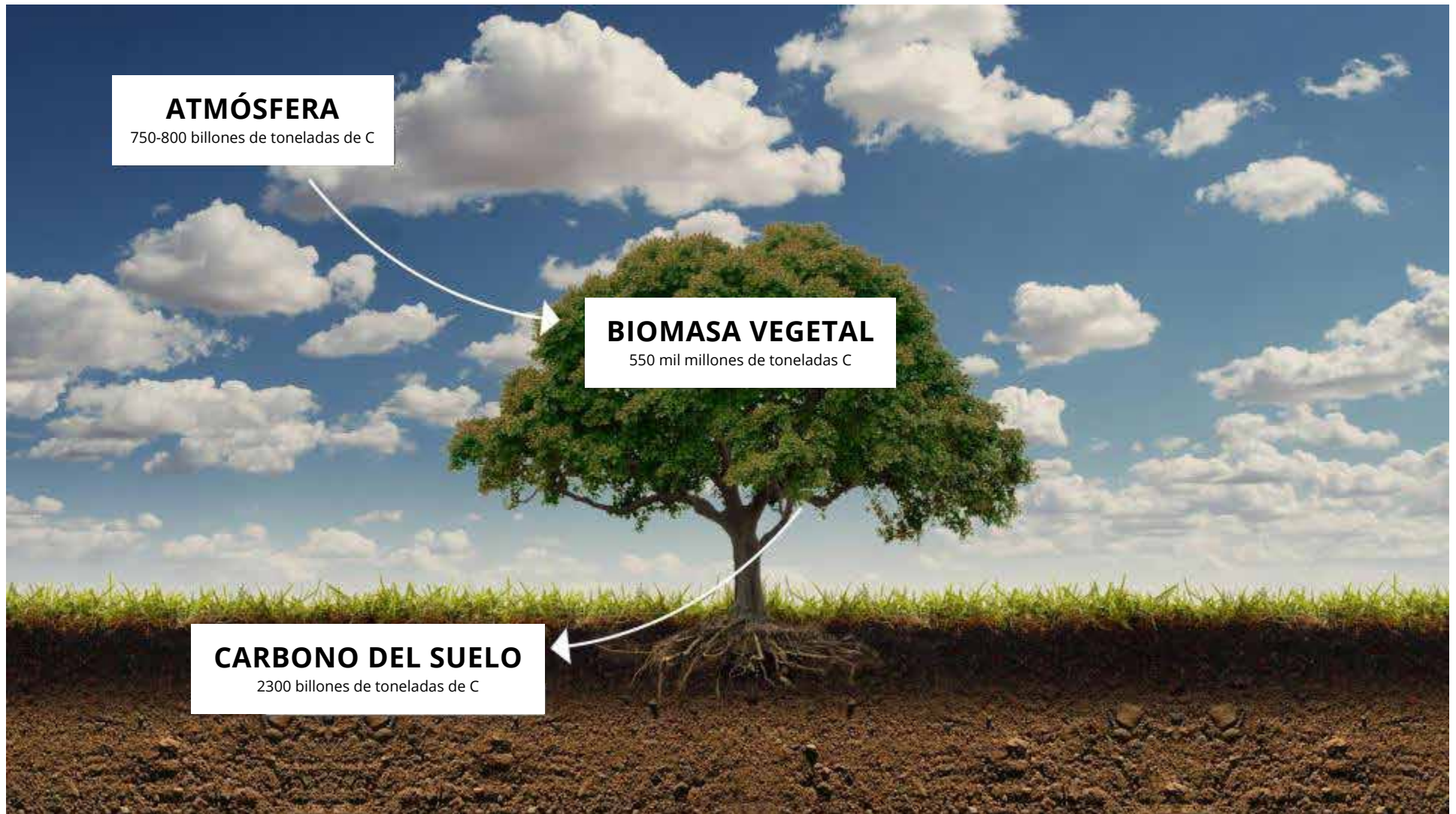
DIAPPOSITIVA 3.1:

El Gran Intercambio



DIAPPOSITIVA 3.4:

El secuestro de carbono en el suelo



DIAPPOSITIVA 4.1:

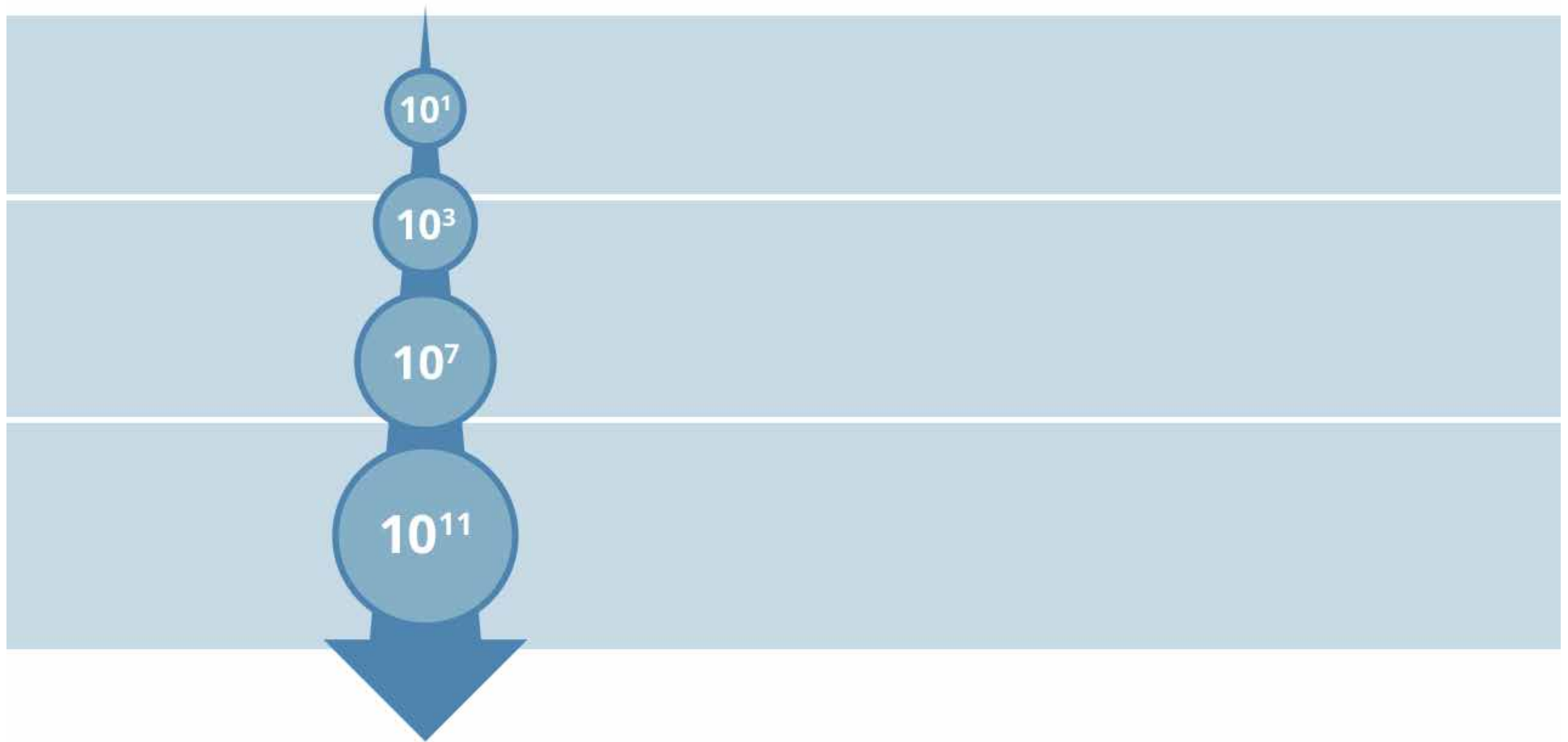
Los microbios en nuestras tripas

LOS MICROBIOS EN NUESTRAS TRIPAS

DIAPPOSITIVA 4.2:

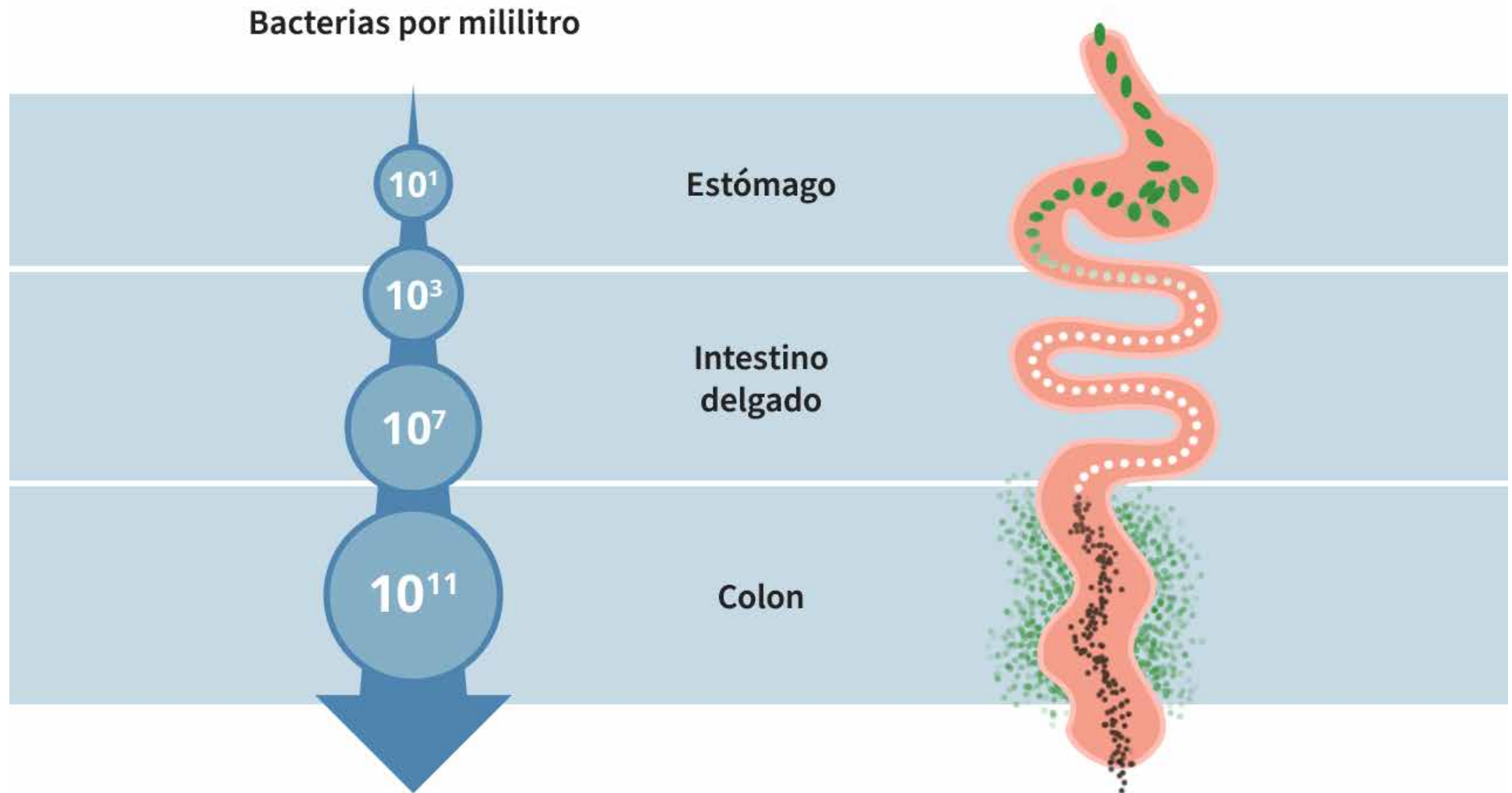
Los microbios en nuestras tripas

Bacterias por mililitro



DIAPPOSITIVA 4.3:

Los microbios en nuestras tripas



DIAPPOSITIVA 4.4:

¿Estamos construyendo o agotando el suelo?



DIAPPOSITIVA 4.5:

¿Estamos construyendo o agotando el suelo?



DIAPPOSITIVA 4.6:

¿Estamos construyendo o agotando el suelo?

