

### Deforestación en las Amazonas

Cuando los seres humanos tallan los árboles y los queman, el carbono guardado en los árboles está soltado.

### Sembrando Nuevos Árboles

Cuando los árboles recién sembrados se crecen, absorban dióxido de carbono para hacer la fotosíntesis.

### Quemando los Combustibles Fósiles en los Automóviles

Cuando los seres humanos queman los combustibles fósiles, que llevan millones de años para formar, el carbono en los combustibles fósiles está soltado.

### La Ganadería

Cuando el ganado suelta gas de su sistema digestiva, suelta metano, un gas que contiene carbono.

### Un Aumento de la Fabricación del Cemento para las Represas

Cuando los seres humanos fabrican el cemento para las represas y otras estructuras, calienta las rocas que contienen el carbonato de calcio y el dióxido de carbono está soltado.

### La Captura y Secuestro del Carbono en Formaciones Geológicas

Cuando los seres humanos capturan el carbono de las plantas de energía, a veces lo inyecta en el suelo donde está guardado.

### Quemando los Combustibles Fósiles para la Electricidad

Cuando los seres humanos queman los combustibles fósiles, que llevan millones de años para formar, el carbono en los combustibles fósiles está soltado.

### La Cultivación del Arroz

Cuando los seres humanos cultivan el arroz en los arrozales, las chacras están inundadas y la bacteria descompone la materia orgánica resultando en el metano, un gas que contiene carbono.



### Deforestación en las Amazonas

Cuando los seres humanos tallan los árboles y los queman, el carbono guardado en los árboles está soltado.

***Dirección: De la Biosfera a la Atmósfera***

### Sembrando Nuevos Árboles

Cuando los árboles recién sembrados se crecen, absorban dióxido de carbono para hacer la fotosíntesis.

***Dirección: De la Atmósfera a la Biosfera***

### Quemando los Combustibles Fósiles en los Automóviles

Cuando los seres humanos queman los combustibles fósiles, que llevan millones de años para formar, el carbono en los combustibles fósiles está soltado.

***Dirección: De la Litosfera a la Atmósfera***

### La Ganadería

Cuando el ganado suelta gas de su sistema digestiva, suelta metano, un gas que contiene carbono.

***Dirección: De la Biosfera a la Atmósfera***

### Un Aumento de la Fabricación del Cemento para las Represas

Cuando los seres humanos fabrican el cemento para las represas y otras estructuras, calienta las rocas que contienen el carbonato de calcio y el dióxido de carbono está soltado.

***Dirección: De la Litosfera a la Atmósfera***

### La Captura y Secuestro del Carbono en Formaciones Geológicas

Cuando los seres humanos capturan el carbono de las plantas de energía, a veces lo inyecta en el suelo donde está guardado.

***Dirección: De la Litosfera a la Litosfera De la Atmósfera a la Litosfera se puede aceptar, así que el carbono que normalmente estará soltado a la atmósfera, está guardado en la litosfera.***

### Quemando los Combustibles Fósiles para la Electricidad

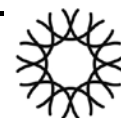
Cuando los seres humanos queman los combustibles fósiles, que llevan millones de años para formar, el carbono en los combustibles fósiles está soltado.

***Dirección: De la Litosfera a la Atmósfera***

### La Cultivación del Arroz

Cuando los seres humanos cultivan el arroz en los arrozales, las chacras están inundadas y la bacteria descompone la materia orgánica resultando en el metano, un gas que contiene carbono.

***Dirección: De la Biosfera a la Atmósfera***





Alteración  
Humana



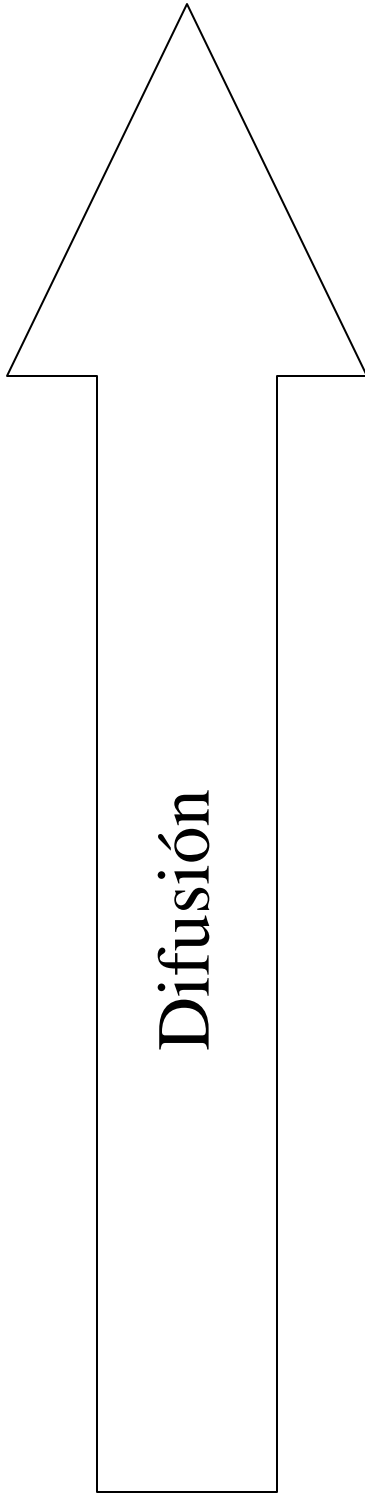
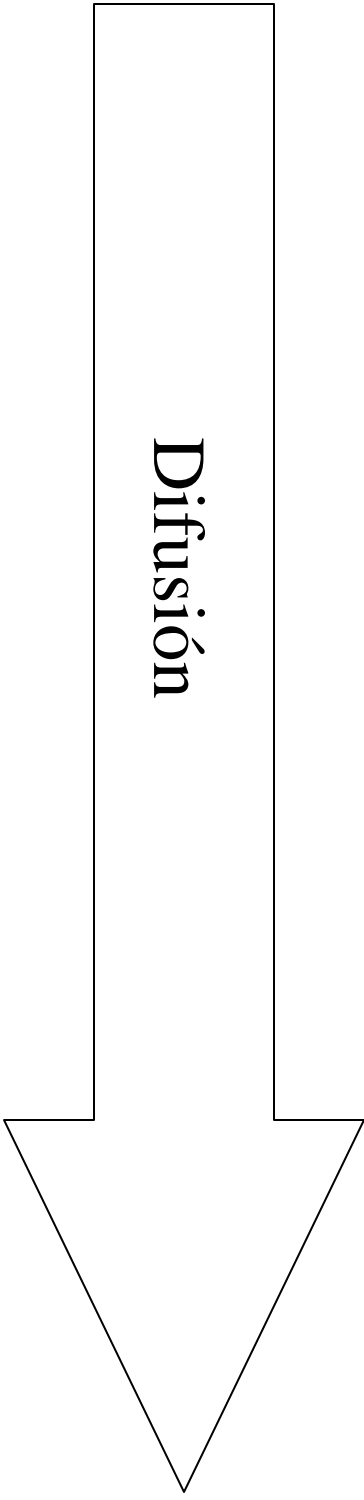
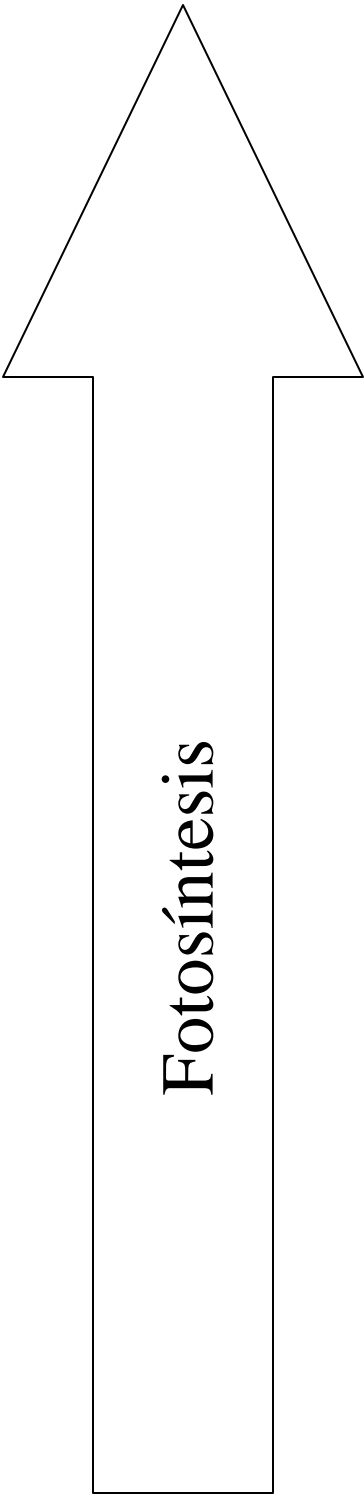
**Erupción de los Gases**

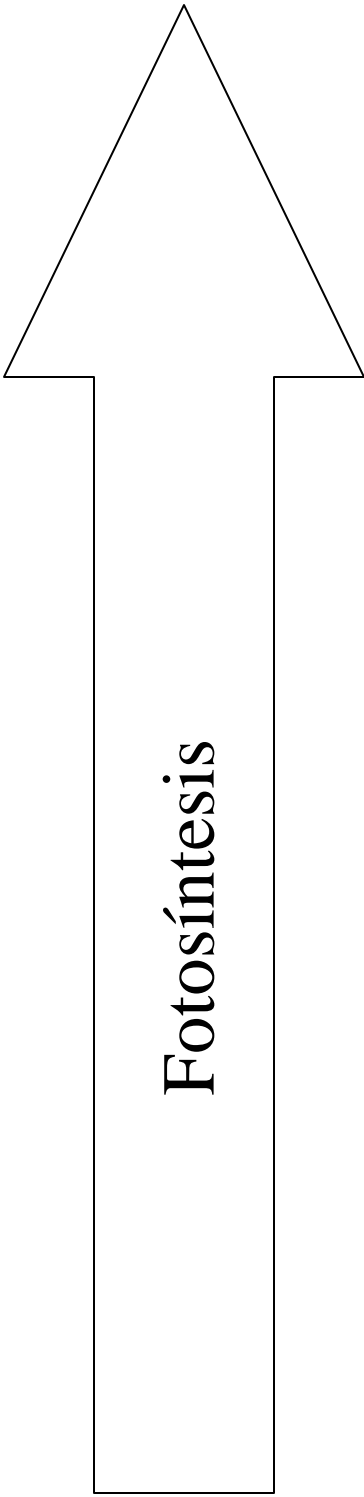
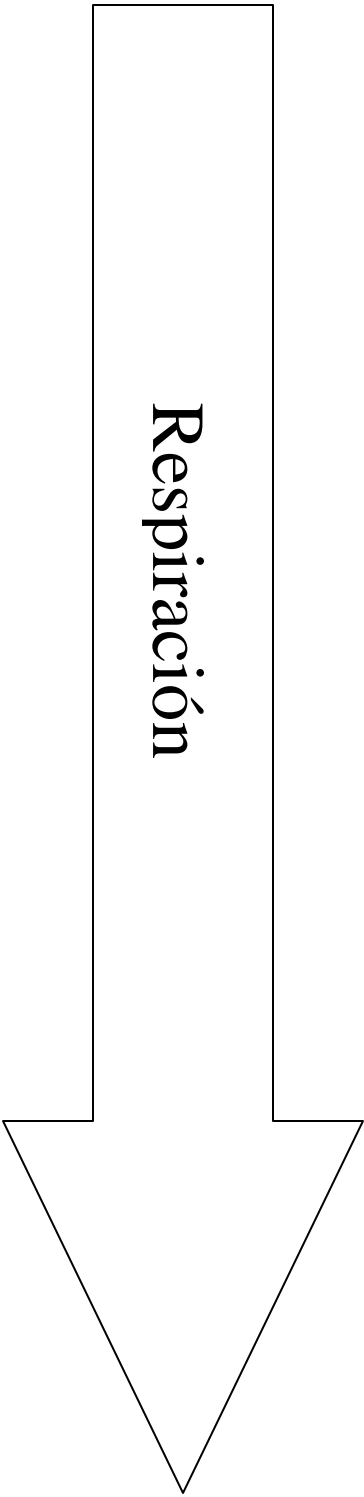
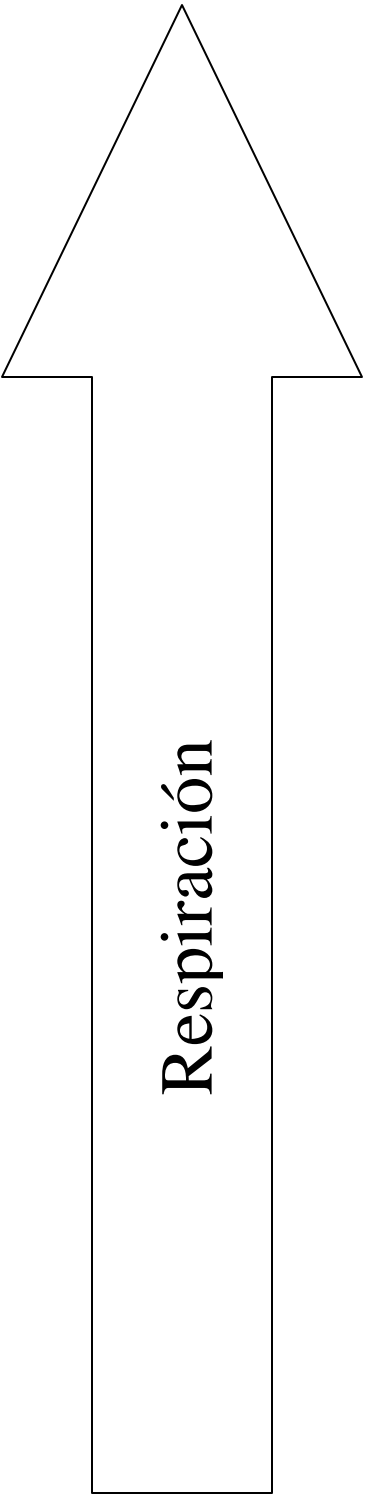


**Entierro y Sedimentación**



**Desgaste y Erosión**





# Cartel del Ciclo del Carbono

**GRADO**  
**ASIGNATURAS**  
**DURACIÓN**  
**LUGAR**

4.º a 8.º, Estándares de Contenido Académico para 4.º, 5.º, 6.º, y 8.º  
Ciencias Naturales, Ciencias de la Tierra  
Actividad: 40 minutos  
El Aula

## Objetivos

En esta actividad, los estudiantes:

- ❖ aprenderán que se encuentra el carbono en los cuatro esferas mayores del planeta: la biosfera, la hidrosfera, la atmósfera y la litosfera.
- ❖ entenderán que el carbono se mueve de una esfera a otra.
- ❖ entenderán como los seres humanos influyen el ciclo del carbono y contribuyen al cambio climático global.

## Materiales

cartulina o hojas de papel grande  
hojas de papel de cuatro colores diferentes (le sugerimos azul, verde, amarillo y marrón/morado)  
cinta adhesiva  
tijeras  
lápices de color, crayolas o marcadores  
Flechas del Flujo de Carbono  
Tarjetas de Una Alteración del Ciclo del Carbono  
Respuestas de Una Alteración del Ciclo del Carbono

## Vocabulario

- ❖ carbono: un elemento abundante y no-metálico que se encuentra en todos los compuestos orgánicos y todas las formas de vida conocidas
- ❖ biogeoquímica: el estudio de la relación entre la geoquímica de una región y los animales y plantas que se encuentra en esta región, incluyendo la circulación de los elementos como el carbono y el nitrógeno entre el medio ambiente y las células de los seres vivos
- ❖ litosfera: la capa externa de la Tierra que es rígida y rocosa
- ❖ hidrosfera: todo el agua de la Tierra, incluyendo el agua superficial (agua en los océanos, lagos y ríos), las aguas subterráneas (el agua en el suelo y debajo de la superficie de la Tierra), la cubierta de nieve, el hielo y el agua en la atmósfera, incluyendo el vapor de agua
- ❖ atmósfera: una mezcla de gases que rodea la Tierra, mantenido en su lugar por la gravedad
- ❖ biosfera: las partes de la tierra, el mar y la atmósfera donde los organismos pueden vivir



### Información para el/la Maestro/a

Ojo: Si ya ha leído la información para el/la maestro/a de “El Juego de Rol del Ciclo del Carbono,” puede ir directamente a la sección Alteraciones Humanas de este documento.

El Ciclo del Carbono: El carbono es un elemento extremadamente común en la Tierra y se puede encontrar en las cuatro esferas mayores del planeta: la biosfera, la atmósfera, la hidrosfera, y la litosfera. El carbono existe en las partes vivas y no vivas del planeta, como un componente de los organismos, los gases atmosféricos, el agua y las rocas. El carbono contenido en cualquiera de las esferas del planeta no permanece ahí para siempre. En cambio, se mueve de una esfera a otra en un proceso continuo conocido como el ciclo del carbono. El ciclo del carbono es muy importante porque influye los procesos cruciales de la vida como la fotosíntesis y la respiración, contribuye a la formación de los combustibles fósiles e impacta el clima de la Tierra.

Además de la contribución relativamente pequeña de carbono proveniente de los meteoritos, la cantidad de carbono en la Tierra es estable. Sin embargo, la cantidad de carbono en cualquiera de las esferas del planeta en particular puede aumentar o disminuir dependiendo de las fluctuaciones del ciclo del carbono. Se puede pensar en el ciclo como depósitos (unos lugares donde el carbono está guardado) y flujos (el movimiento entre los depósitos). La atmósfera, la biosfera, la hidrosfera y la litosfera son los depósitos, y los procesos en que el carbono se mueve de un depósito a otro son los flujos. Aunque el carbono es muy común en la Tierra, el carbono puro no es común. Más bien, el carbono está usualmente ligado a otros elementos en forma de compuestos. Así, cuando el carbono se mueve o cicla, está haciéndolo dentro de los compuestos tales como el dióxido de carbono o el metano.

Los procesos que mueven el carbono de un lugar a otro ocurren en escalas de tiempo diferentes. Algunos ocurren en escalas de tiempo cortas, como la fotosíntesis, que mueve el carbono de la atmósfera a la biosfera cuando las plantas extraen dióxido de carbono de la atmósfera. Algunos procesos del ciclo del carbono ocurren en escalas de tiempo más largas. Por ejemplo, en el océano, los organismos con esqueletos de carbonato de calcio y conchas mueren y algunos de sus restos, los que no se descomponen, se hunden hacia el fondo del océano. Cuando llegan al fondo del océano, el carbono que estaba almacenado dentro de sus cuerpos se convierte en parte del sedimento rico en carbono y eventualmente es llevado, por el movimiento de las placas tectónicas, a las zonas de subducción en donde se convierte en roca metamórfica. Estos dos ejemplos muestran la extrema variedad de procesos que son parte del ciclo del carbono.

En general, el ciclo del carbono a corto plazo abarca la fotosíntesis, la respiración y la transferencia del carbono entre los predadores y las presas. En la Tierra, hay un flujo de carbono de la atmósfera a las plantas a través de la fotosíntesis y luego un flujo de regreso a la atmósfera por medio de la respiración de las plantas y los animales y la descomposición. En cuanto a las plantas acuáticas, la fotosíntesis consiste en obtener el dióxido de carbono disuelto del agua y la respiración y la descomposición devuelven el carbono al agua. Además de moverse entre la atmósfera y el agua, el dióxido de carbono se mueve continuamente entre la atmósfera y el agua a través de la difusión. El ciclo del carbono a largo plazo involucra a más procesos de la



litosfera. Consiste en el desgaste y la erosión de las rocas que contienen carbono, la acumulación de materia orgánica llena de carbono en los sedimentos y el movimiento lento de estos sedimentos a través del ciclo de las rocas.

El ciclo completo del carbono consiste en más flujos específicos entre la atmósfera, biosfera, hidrosfera y litosfera que los presentados en este documento. Este juego de rol muestra una versión del ciclo del carbono adecuado para la edad de los estudiantes. Aunque hay detalles más específicos involucrados en el complicado ciclo del carbono de la Tierra, esta versión resaltarán algunos de los componentes más importantes y enseñará a los estudiantes el concepto global de que el carbono es finito y se mueve por las diferentes esferas del planeta. Antes de enseñar el Juego de Rol del Ciclo de Carbono, lea la tabla en la sección de procedimiento para entender mejor los flujos específicos que sus estudiantes van a aprender. Para información más detallada sobre el ciclo del carbono, investigue los recursos y referencias listadas al final de este documento.

Alteraciones Humanas: Hay fluctuaciones naturales en el ciclo del carbono, pero los seres humanos han cambiado los flujos del carbono a un ritmo no natural. Los cambios mayores causados por los humanos resultan en un aumento de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) and metano ( $\text{CH}_4$ ) en la atmósfera. La fuente más grande de este cambio es producido por el consumo de combustibles fósiles, pero otras acciones como la deforestación, la fabricación de cemento, la ganadería y la cultivación del arroz también contribuyen a este cambio en el ciclo del carbono.

Los seres humanos utilizan los combustibles fósiles como el petróleo, carbón de piedra y gas natural para una variedad de propósitos, incluyendo marchando nuestros vehículos, produciendo la electricidad, calentando y enfriando nuestros edificios, y haciendo productos como los plásticos. Los combustibles fósiles están formados a través de millones de años de los materiales enterrados de los animales y plantas que están sometidos a cambios dramáticos a causa de las temperaturas y presiones que se encuentra a diferentes profundidades. En general, el carbón de piedra está derivado principalmente de la materia de las plantas terrestres, mientras que el petróleo está derivado principalmente de los animales y plantas marinos microscopios. Cuando los combustibles fósiles se están quemados, se toma carbono que estaba guardado bajo tierra por muchos años y se traslada a la atmósfera.

La deforestación causa que el carbono se suelta hacia la atmósfera por varios modos. Primero, los árboles que están tallados muchas veces están quemados luego, lo que suelta inmediatamente el carbono dentro de los árboles hacia la atmósfera. Segundo, la deforestación impacta tanto la temperatura y la estabilidad del suelo. Así que los suelos contienen una cantidad significativa de carbono, los cambios que afectan al suelo pueden afectar el carbono guardado en el suelo. La deforestación resulta en un aumento en la erosión del suelo porque los árboles ya no estabilizan el suelo. El suelo erosionado y el carbono que contiene frecuentemente terminan en los ríos y arroyos y eventualmente en los océanos, llevando carbono de la tierra a la hidrosfera. Los suelos en los áreas deforestados no están erosionados solamente por la falta de árboles, sino que muchas veces están cultivados también. La cultivación revuelve el suelo, soltando el gas dióxido de carbono en el suelo hacia la atmósfera. Después de la deforestación, la temperatura del suelo



aumenta porque el suelo ya no está cubierto con el follaje. Un aumento en la temperatura del suelo causa un aumento en la medida de la descomposición por las bacterias, lo cual resulta en un aumento en carbono liberado hacia la atmósfera.

El proceso de fabricar el cemento libera el gas dióxido de carbono hacia la atmósfera. Para hacer el cemento, se calienta el carbono de calcio en un horno para producir la cal y el dióxido de carbono. La cal está incorporada con otras materias para hacer el cemento, pero el dióxido de carbono está soltado a la atmósfera. En los Estados Unidos, este proceso libera aproximadamente 7 a 10 millones de toneladas métricas de carbono al año. Aunque no es uno de los contribuyentes mayores a las emisiones de dióxido de carbono, la fabricación del cemento es una fuente significativa y creciente de las emisiones de carbono por todo el mundo.

La ganadería y la cultivación del arroz liberan el gas metano a la atmósfera. Arrozales inundados son considerados uno de las fuentes mayores de la emisión de metano. Cuando se hunden los arrozales, la materia orgánica debajo del agua se descompone y libera metano. When rice paddies are flooded, the underwater organic matter undergoes decomposition and methane is released. Esto también ocurre en los pantanos. La ganadería también contribuye una porción significativa a las emisiones de metano. Los eructos y la flatulencia de los ganados liberan metano porque la bacteria en los estómagos de los animales digiere la comida y se convierte una parte al gas metano. La ganadería así como la cultivación de arroz está en aumento mundialmente y por eso estas fuentes de los gases invernaderos se está convirtiendo cada vez en más de una preocupación. Las emisiones de metano son especialmente desconcertantes porque el metano es un gas invernadero mucho más fuerte que el dióxido de carbono, así que cada molécula de metano se calienta la Tierra sustancialmente más que cada molécula de dióxido de carbono.

Así que el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y el metano ( $\text{CH}_4$ ) son gases invernaderos que ayudan a controlar la temperatura del planeta, los aumentos inducidos por los humanos de los niveles del carbono atmosférico resultan en una variedad de cambios climáticos por nuestro planeta. Estos cambios incluyen aumentos en la temperatura, subidas de los niveles del mar, cambios en la distribución de la lluvia, más tormentas y extinciones de los organismos. Un entendimiento del ciclo del carbono es especialmente importante en este momento de la historia humana por las alteraciones dramáticas y consecuenciales estamos haciendo al ciclo.

Muchas personas están tomando varias medidas para tratar de detener el cambio climático mundial. Están tratando de disminuir la cantidad de carbono emitido a la atmósfera y sacar el carbono de la atmósfera para guardarlo en otro lugar. Algunas de las maneras para disminuir la cantidad de carbono emitido a la atmósfera incluyen conducir menos, utilizar electrodomésticos más eficientes, cambiar a la energía solar o eólica y capturar el carbono de las plantas de energía y otros fuentes estacionarios y inyectándolo bajo tierra para guardarlo. Esto se llama la captura y secuestro del carbono, y la gente ha utilizado esta técnica en los campos de petróleo por mucho tiempo. Actualmente los científicos están estudiando métodos de captura y secuestro del carbono para determinar si la técnica se puede implementar a una escala grande para ayudar a detener el cambio climático mundial. Mitigando el cambio climático a través de sacar el carbono



de la atmósfera se puede lograr utilizando diferentes métodos. Simplemente sembrando los árboles saca carbono de la atmósfera porque las plantas utilizan el carbono de la atmósfera para hacer la fotosíntesis. Otras maneras para sacar el dióxido de carbono de la atmósfera incluyen capturando el gas dióxido de carbono y convirtiéndolo a un combustible útil. Este es una área de estudio continuo, y aunque actualmente hay muchas opciones viables para disminuir la cantidad de carbono en la atmósfera, el futuro puede tener otras posibilidades también.

### Actividad

#### Introducción

- ❖ Escriba las palabras “biosfera,” “litosfera,” “hidrosfera” y “atmósfera” en el pizarrón.
- ❖ Pregúnteles a sus estudiantes si saben que significan estas palabras. Guíeles en disecar las palabras. “Bio” significa vida, “lito” significa roca, “hidro” significa agua y “atmos” es una palabra griega que significa vapor. “Esfera” refiere al componente o los componentes del planeta. Entonces, la biosfera está compuesta de las partes del planeta que contienen vida. La litosfera está compuesta de las partes del planeta que contienen rocas y sedimentos. La hidrosfera está compuesta de las partes del planeta con agua, y la atmósfera está compuesta de las partes del planeta con vapor o gases.
- ❖ Escriba la palabra “biogeoquímica” en el pizarrón.
- ❖ Guíeles a sus estudiantes a disecar esta palabra en “bio,” “geo,” y “química.”
- ❖ Escriba los significados de estos tres términos en el pizarrón: “bio” significa vida, “geo” significa tierra, y la química es el área de estudio de la composición, la estructura y las propiedades de sustancias y las reacciones a que están sometidas.
- ❖ Dígales que todo el mundo consiste en estas tres cosas combinadas. La biogeoquímica no es el estudio de una sola cosa, sino que es el estudio de como las esferas de nuestro planeta se relacionan, como las cosas pueden mover desde la biosfera, cosas vivientes, hasta la litosfera, que contiene cosas no vivientes como las rocas y los sedimentos. El ciclo del carbono es uno de los ciclos biogeoquímicos del planeta porque el carbono mueve entre los organismos vivientes y las rocas y sedimentos no vivientes.

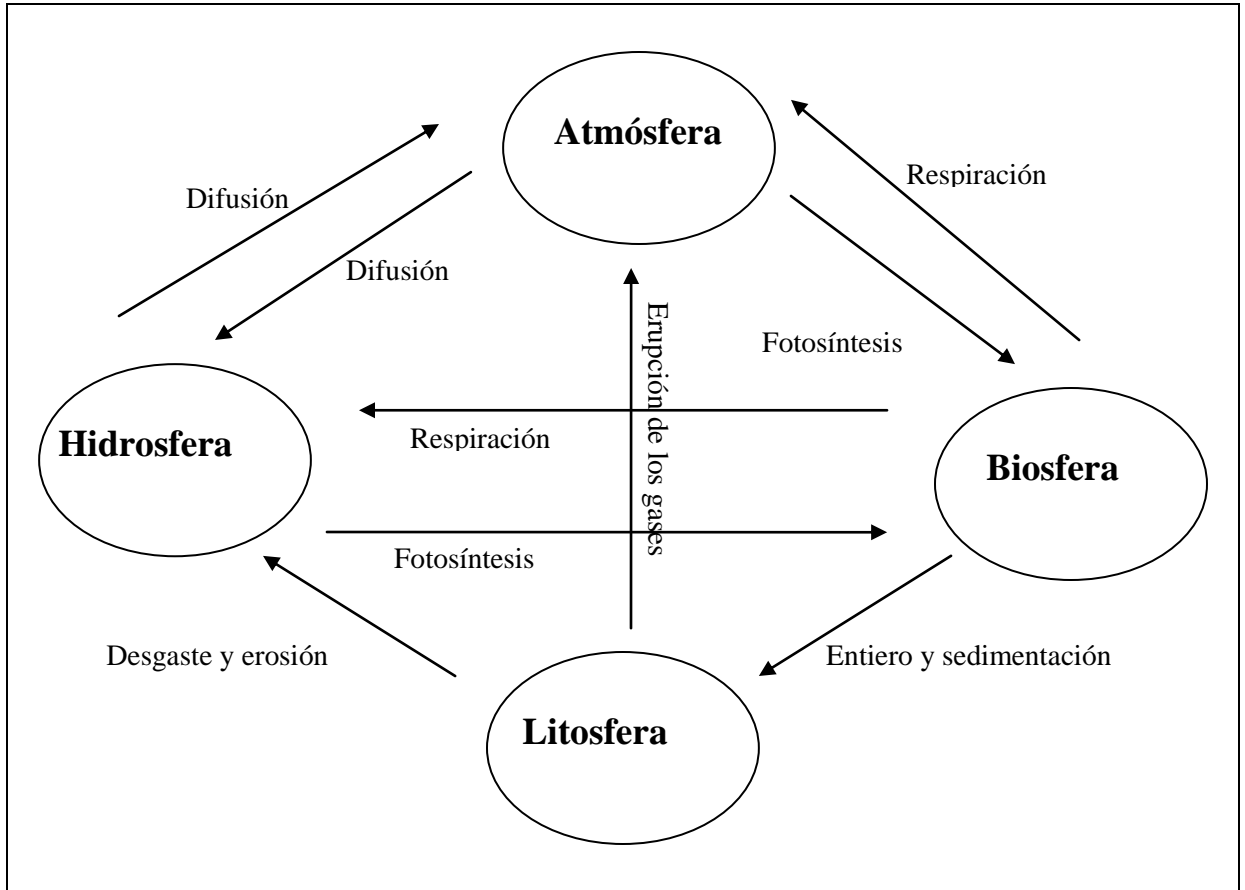
#### Procedimiento

1. Enseñe el ciclo del carbono. Sugerimos que utilice la actividad, “Un Juego de Rol del Ciclo del Carbono.”
2. Divida los estudiantes en grupos de cuatro personas. Dígales que van a hacer sus propios carteles del ciclo del carbono.
3. Cada grupo crea un cartel del ciclo del carbono.
  - Dé cada grupo cuatro hojas de papel, cada uno de un color diferente.
  - Dígales que cada hoja de papel representará uno de los cuatro esferas: la biosfera, la atmósfera, la hidrosfera y la litosfera. Dígales o decidan entre todos cuál color representará cada esfera.
  - Cada estudiante en un grupo debe tomar una de las hojas de papel y cortar un círculo de ella. Luego, deben escribir su esfera en su círculo y dibujar algo que representa esa esfera. Por ejemplo, unas hojas para la biosfera, unos

nubes para la atmósfera, gotas de agua para la hidrosfera y una montaña para la litosfera.

4. Dígales a sus estudiantes a atar con cinta los cuatro círculos por su cartel, asegurando que están bien espaciados.
5. Dé cada grupo un juego de 9 Flechas de Flujo del Carbono, pero no distribuya las tarjetas de alteraciones humanas todavía.
6. Repase con los estudiantes el vocabulario más difícil que está en las flechas.
  - Respiración: las células de las plantas y los animales descomponen el azúcar, resultando en el dióxido de carbono.
  - Fotosíntesis: las plantas utilizan el dióxido de carbono y la energía del sol para hacer el azúcar
  - Difusión: un proceso que mueve las partículas, como los átomos o moléculas, de un lugar a otro (de una concentración alta a una concentración baja)
  - Sedimentación: el proceso de depositar los sedimentos y formar las rocas sedimentarias.
  - Desgaste: el proceso en que las rocas expuestas al clima cambian y se descomponen
  - Erosión: el desgaste y movimiento de las rocas y los sedimentos, muchas veces por el agua, el viento, los glaciares y las ondas.
7. Dígales a los estudiantes que su tarea es ubicar las flechas entre las esferas apropiadas y en el sentido apropiado en sus carteles.
8. Cuando los estudiantes hayan completado de conectar sus esferas con las flechas, con toda la clase hagan el cartel juntos para que los estudiantes vean las respuestas correctas. Vea el dibujo abajo.





9. Explíqueles a los estudiantes que sus carteles muestran algunos de los procesos más importantes que mueve el carbono de un lugar a otro.
10. Pídeles a los estudiantes a formar sus grupos otra vez y dé una tarjeta de alteración humana a cada grupo.
11. Reparte las hojas con las flechas de alteración humana y díales a los estudiantes que deben cortar la flecha y escribir la alteración específica en la flecha.
12. Díales a poner su flecha de alteración humana en su cartel para mostrar cómo la alteración cambiaría el carbono de una esfera a otra. Algunos de estos van a ser difíciles, entonces díales que está bien si no están seguros de sus respuestas porque van a repasarlas como clase.
13. Cada grupo debe presentar a la clase su alteración humana y cómo piensan que impacta el ciclo de carbono. Utilice las Respuestas de las Alteraciones Humanas para verificar el trabajo de sus estudiantes y guiar la clase en una conversación.
14. Después de que cada grupo presente, asegure de platicar sobre que el impacto inicial de la alteración humana al ciclo de carbono puede ser un flujo de una esfera a otra, representado por una flecha grande, pero, también, el flujo inicial puede causar otros movimientos en el ciclo. Es un ciclo de carbono después de todo y lo que se mueve a una esfera, eventualmente se moverá a otras esferas. Asegure de enfatizar que el ciclo

- se mueve a velocidades diferentes y que algunos movimientos entre las esferas ocurren relativamente rápidos mientras que otros toman mucho tiempo.
15. Tome esta oportunidad para decirles a sus estudiantes que los científicos aún están estudiando el ciclo del carbono y no entienden completamente como funcionan todos los detalles. Por ejemplo, mientras que los seres humanos sueltan a más carbono hacia la atmósfera, una parte está absorbida por los océanos, pero los científicos no saben exactamente cuánto carbono está absorbido por el océano de la atmósfera.
  16. Platique con sus estudiantes sobre cuál de estas alteraciones humanas impacta el clima. Todas impactan al clima. Seis de ellas pone carbono en la atmósfera, donde es un componente de los gases invernaderos y altera el clima, absorbiendo y re-irradiando el calor. Uno de ellas toma carbono de la atmósfera y lo utiliza para el crecimiento de los árboles. Uno toma carbono de la litosfera, pero en vez de soltarlo a la atmósfera, lo devuelve a la litosfera. Estas dos últimas alteraciones, plantando árboles y capturando las emisiones de carbono y guardándolas bajo tierra, son ejemplos de maneras en que los seres humanos están tratando de combatir el cambio climático y reducir las emisiones del carbono.

### Recapitulación

Platique con sus estudiantes acerca de las siguientes preguntas:

- ❖ ¿Están añadiendo los seres humanos más carbono al ciclo del carbono? (*No, los seres humanos están cambiando la cantidad del carbono en ciertas esferas, pero no están cambiando la totalidad del carbono por el planeta.*)
- ❖ ¿Qué están haciendo los seres humanos para cambiar el ciclo del carbono? (*Quemando los combustibles fósiles, la ganadería, la cultivación del arroz, la deforestación, fabricando el cemento*)
- ❖ ¿Por qué son un problema estas alteraciones humanas al ciclo del carbono? (*Están aumentando la cantidad del dióxido de carbono y metano en la atmósfera, ambos que son gases invernaderos. Un aumento en los gases invernaderos resulta en el cambio climático mundial, lo cual tiene muchos efectos incluyendo el aumento de los niveles del mar, el aumento de las temperaturas, más tormentas, cambios en la precipitación, la extinción de los organismos.*)
- ❖ ¿Qué puede hacer los seres humanos para disminuir la cantidad de carbono soltado hacia la atmósfera? (*Quemar menos combustibles fósiles a través de conducir menos, tomar el transporte público, comprar comidas locales, apagar las luces, sembrar árboles, apoyar las fuentes de energía renovables como la energía eólica y solar, capturar el carbono de las plantas de energía y guardarlo bajo tierra*)

Evaluación: Comprobar la exactitud de los carteles de sus estudiantes.



### Extensión

Los estudiantes pueden extender esta actividad haciendo un cartel más específico sobre cómo funciona el ciclo del carbono en su barrio o patio de la escuela. Puede ser una tarea en clase o en casa.

### Recursos

NASA, earth observatory. *The carbon cycle*. Visitado el 14 de enero de 2008 en [http://earthobservatory.nasa.gov/Library/CarbonCycle/carbon\\_cycle2.html](http://earthobservatory.nasa.gov/Library/CarbonCycle/carbon_cycle2.html)

Houghton, R. (2007). *Understanding the global carbon cycle*. Visitado el 26 de marzo de 2008 en <http://www.whrc.org/carbon/index.htm>

### Referencias

Energy Information Administration. (1996). *Carbon dioxide emissions*. Visitado el 28 de marzo de 2008 en <http://www.eia.doe.gov/oiaf/1605/archive/gg96rpt/chap2.html>

Energy Information Administration. (2006). Emissions of greenhouse gases report. Visitado el 28 de marzo de 2008 en <http://www.eia.doe.gov/oiaf/1605/ggrpt/index.html>

Graham-Rowe, D. (2007) *Turning carbon dioxide into fuel*. Technology Review. Visitado el 28 de marzo de 2008 en <http://www.technologyreview.com/Energy/19909/>

Mackenzie, F.T. (2003). *Our Changing Planet: An Introduction to Earth Science and Global Environmental Change*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

NASA, earth observatory. *The carbon cycle*. Retrieved on January 14, 2008 from [http://earthobservatory.nasa.gov/Library/CarbonCycle/carbon\\_cycle2.html](http://earthobservatory.nasa.gov/Library/CarbonCycle/carbon_cycle2.html)

Tarbuck, E.J., & Lutgens, F.K. (2002). *Earth: An Introduction to Physical Geology*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

### Estándares de Contenido Académico de California Correlacionados

#### Cuarto Grado

##### Ciencias de la Tierra

- 5a. Los alumnos saben que algunos cambios en la superficie terrestre se deben a procesos lentos como la erosión. Otros cambios se deben a procesos rápidos como derrumbes, erupciones volcánicas y terremotos.
- 5b. Los alumnos saben que procesos naturales como el congelamiento y descongelamiento y el crecimiento de raíces causan que las rocas se rompan en pedazos más pequeños.

### Quinto Grado

#### Ciencias Naturales

- 2f. Los estudiantes saben que las plantas usan dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y la energía de la luz del Sol para producir moléculas de azúcar y liberar oxígeno.
- 2g. Los estudiantes saben que las células de las plantas y de los animales descomponen el azúcar para obtener energía. Este proceso tiene como resultado la formación de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y agua (respiración).

### Sexto Grado

#### Ciencias Naturales

- 5a. Los estudiantes saben que la energía que entra a un ecosistema como luz solar es transformada en energía química por los organismos productores (plantas) por medio de la fotosíntesis. Luego, la energía se transfiere de organismo a organismo a través de redes alimenticias.
- 5b. Los estudiantes saben que la materia se transfiere a través del tiempo de un organismo a otro en la red alimenticia, y también entre organismos y el ambiente físico.

### Octavo Grado

#### Ciencias Naturales

- 6a. Los estudiantes saben que, debido a su habilidad para combinarse en muchas formas consigo mismo y con otros elementos, el elemento carbono juega un papel central en la química de los organismos vivos.

