

# Proyecto de educación sobre el clima para México

## Guía para el educador

### Oaxaca

---



## Conservación de los bosques y cambio climático: El papel de las comunidades locales

---



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE



Alianza  
**México REDD+**  
Con la gente por sus bosques

The Nature  
Conservancy   
Protecting nature. Preserving life.™

 Rainforest  
Alliance

  
The Woods Hole  
Research Center

espacios naturales   
y desarrollo sustentable

# Tabla de contenidos

<b>Presentación</b>	<b>2</b>
<b>Tema 1. Principios sobre el clima</b>	<b>4</b>
Actividades	8
Hoja del estudiante	11
<b>Tema 2. El ciclo del carbono</b>	<b>18</b>
Actividades	23
Hoja del estudiante	26
<b>Tema 3. Árboles y carbono</b>	<b>33</b>
Actividades	35
Hoja del estudiante	37
<b>Tema 4. Los bosques de México y los bosques de Oaxaca</b>	<b>39</b>
Actividades	43
Hoja del estudiante	46
<b>Tema 5. Servicios ambientales y carbono forestal</b>	<b>54</b>
Actividades	56
Hoja del estudiante	57



# Presentación

La mayor parte de las actividades productivas requieren la extracción de recursos naturales (como agua, madera, minerales, petróleo, metales) para la producción de bienes (alimentos, muebles, automóviles, aparatos electrónicos, etc.). Estos procesos suelen generar productos y desechos que muchas veces son liberados directamente al medio ambiente y se convierten en contaminantes. Uno de los problemas más graves lo representa la acumulación excesiva de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, la capa de aire que rodea a la Tierra y que permite el desarrollo de la vida. El principal GEI es el bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), compuesto químico que se produce tras la combustión de materiales de origen orgánico (madera, carbón, petróleo, gas). La molécula de  $\text{CO}_2$  está compuesta de un átomo de carbono y dos átomos de oxígeno, se produce en forma de gas, se incorpora al aire y se acumula en la atmósfera donde contribuye al efecto invernadero, fenómeno producido por la retención del calor del Sol en la atmósfera. El incremento de las concentraciones de  $\text{CO}_2$  incide en el aumento de la temperatura en todo el planeta.

El aumento de la temperatura global promedio tiene consecuencias graves en muchos ámbitos. Por ejemplo, afecta el desarrollo adecuado de cultivos alimenticios, provoca la dispersión de enfermedades a nuevas regiones, altera el ciclo de las estaciones y la distribución natural de muchas especies, provoca el deshielo de los polos lo cual provoca el aumento del nivel del mar, y altera las corrientes marinas las cuales, a su vez, determinan las condiciones climáticas en muchas regiones de la Tierra.

Uno de los efectos directos del aumento de la temperatura global de la atmósfera es la alteración de los patrones de lluvia, esto es, en ciertas regiones de la Tierra las temperaturas más cálidas provocarán mayores volúmenes de evaporación de los cuerpos de agua y, por tanto, se generarían lluvias más torrenciales; mientras que en regiones más secas, el aumento de la evaporación generaría condiciones más secas del ambiente y, en consecuencia, lluvias más escasas y sequías más severas. El aumento de la temperatura también altera las condiciones de presión del aire de la atmósfera, lo cual provoca cambios en las corrientes de aire y en las corrientes marinas, dos de los factores más importantes que determinan las condiciones climáticas de una región determinada.

La comunidad científica y muchos de los gobiernos del mundo ya reconocen al cambio climático como una de las amenazas más importantes a las que se enfrenta actualmente la humanidad. Se han comenzado a discutir las posibles acciones que los países pueden llevar a

cabo para reducir la amenaza del cambio climático, y es importante que se logren acuerdos internacionales para regular eficientemente las grandes fuentes de contaminación que provienen del uso de combustibles fósiles y del cambio de uso de suelo. Sin embargo, una parte importante de la solución o de la prevención de una catástrofe recae en las acciones que la población humana pueda llevar a cabo desde su ámbito de acción personal y comunitario.

En este contexto, se presenta esta Guía para el Educador, un documento sobre el cambio climático y la participación de las comunidades locales. La Alianza México para la Reducción de Emisiones de carbono por Deforestación y Degradación (REDD+) la conforma un conjunto de organizaciones de la sociedad civil con presencia y trayectoria en México: el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN), Rainforest Alliance, el Centro de Investigación Woods Hole y The Nature Conservancy (TNC).

Su creación se dio con el objetivo de promover un marco apropiado para la implementación del mecanismo REDD+ en México, que responda a la Visión de México sobre REDD+ y contribuya al proceso de la Estrategia Nacional para REDD+ (ENAREDD+).

La Guía tiene una finalidad educativa, orientada a informar sobre las principales causas que explican el cambio climático y, al mismo tiempo, proporcionar información básica sobre el papel que pueden llegar a jugar las comunidades locales en el combate a la contaminación atmosférica y en la reducción de los impactos del cambio climático.

La Guía abarca cinco temas principales, que se pueden desarrollar a lo largo de varias sesiones. Los temas son los siguientes:

1. Principios sobre el clima
2. El ciclo del carbono
3. Árboles y carbono
4. Los bosques de México y los bosques de Oaxaca
5. Servicios ambientales y carbono forestal

En el primer tema se revisan los principios elementales de la composición de la atmósfera del planeta, los elementos que determinan su temperatura y cómo está relacionada con la concentración de  $\text{CO}_2$ , así como las posibles consecuencias del aumento gradual de la temperatura. En el tema 2, El ciclo del carbono, se explora cómo es la dinámica de este elemento químico, en el que se basa la vida en la Tierra. En el tema 3, Árboles y carbono, se revisa qué relación existe entre la vida vegetal y el carbono, así como el papel fundamental que juegan

# Presentación

---

los árboles dentro del ciclo del carbono. En el tema 4, Los bosques de México y los bosques de Oaxaca, se exploran las características generales de los bosques de nuestro país, y se ahonda en el estado de conservación y el papel de los bosques de Oaxaca en la mitigación del cambio climático. Finalmente, en el tema 5, se revisan los servicios ambientales y el potencial de captura de carbono que ofrecen los bosques de nuestro país y las posibilidades que tienen las comunidades de organizarse localmente para que sea reconocido como un servicio ambiental que beneficia a todos los seres humanos.

En cada tema de esta guía se incluyen los Antecedentes necesarios para la comprensión del tema, la relación de las Actividades propuestas para abordar los contenidos con los estudiantes, y el material adicional en las Hojas del Estudiante.



# Tema 1

## Principios sobre el clima

### Resumen

El clima del planeta está cambiando como resultado de las actividades humanas que han propiciado el incremento de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera. En este tema los estudiantes revisarán los conceptos relacionados con la definición de clima, las características de la atmósfera que permiten la existencia de vida en la Tierra, y la relación entre el CO<sub>2</sub> y el clima. Se realizarán discusiones grupales para introducir los conceptos principales y se analizarán casos de estudio de distintas regiones de la Tierra relacionados con el cambio climático global.

### Objetivos

- Los estudiantes comprenderán que los gases en la atmósfera del planeta intervienen en la regulación del clima.
- Los estudiantes aprenderán cómo el incremento en la temperatura puede afectar a los ecosistemas y en particular a los seres humanos.

### Evaluación

Para evaluar su entendimiento de la relación entre el CO<sub>2</sub> y el clima, pida a los estudiantes que escriban un párrafo describiendo lo que han aprendido por medio de las gráficas y las entrevistas.

### Materias relacionadas

- Ciencias naturales
- Ciencias sociales
- Lenguaje

### Habilidades

- analizar
- determinar causas y efectos
- argumentar
- identificar relaciones y patrones
- investigar

### Antecedentes

#### El estado del tiempo y el clima

Al hablar de las condiciones del ambiente se utilizan de forma común dos palabras: el estado del tiempo y el clima. El estado del tiempo hace referencia a ciertas variables como temperatura, humedad o precipitación durante un momento particular, durante uno o varios días, y que pueden describirse de forma cuantitativa o cualitativa de un modo empírico. El tiempo puede variar en cuestión de horas o días, y por ejemplo, en un solo día podemos tener condiciones soleadas en la mañana, y lluvias intensas por la tarde.

Por el contrario, el clima se puede definir como las

condiciones ambientales generales de temperatura, lluvia, humedad y cantidad de luz solar que prevalecen en una región. Estas condiciones promedio se describen con base en los registros históricos de temperatura, lluvia y humedad registrados a lo largo de muchos años, en una región específica. Por ejemplo, una región se describe con clima cálido porque a lo largo de un período de más de 30 años se ha registrado que la temperatura anual promedio (es decir, la temperatura promedio de todos los meses de un año) de cada uno de los años revisados ha sido superior a los 20° C.

A diferencia del estado del tiempo, el clima es una característica más estable, en condiciones normales presenta muy poca variación entre años. Una región de clima lluvioso, por ejemplo, sería aquella que presenta una precipitación anual promedio superior a los 2000 mm; es decir, que durante los últimos 30 o 50 años, cada año ha llovido en dicha región alrededor de 2 metros de lluvia (la lluvia se mide como la altura en milímetros de una columna de agua).

Es así que, cuando hablamos de clima nos referimos a condiciones ambientales que varían muy poco. La estabilidad del clima a lo largo del tiempo es lo que permite que las plantas y los animales, e incluso el ser humano, puedan adaptarse a determinadas regiones: cálidas, frías, lluviosas o desérticas; porque son las condiciones que prevalecen durante la mayor parte del año.

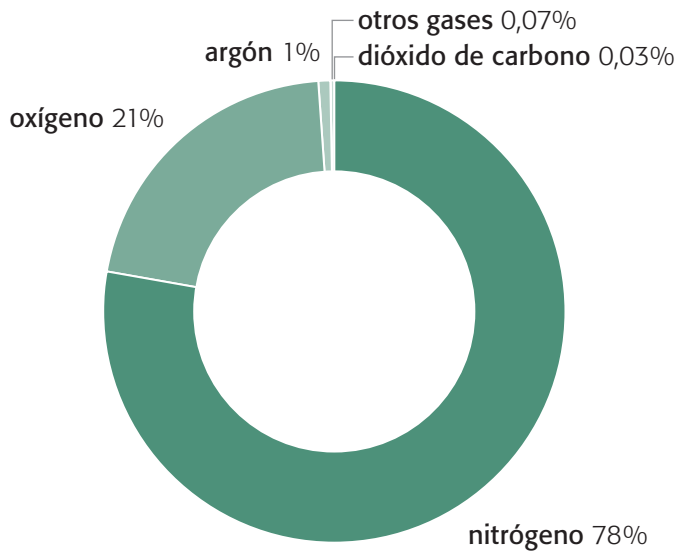
#### Factores que determinan el clima

Los ciclos planetarios que regulan el clima son diversos, entre los factores que intervienen en la determinación del clima se encuentran: la posición latitudinal de una región (qué tan cercana o alejada se encuentra de la línea ecuatorial), la cantidad e intensidad de radiación proveniente del Sol, la intensidad y la dirección de los vientos, la temperatura del mar y la dirección de

# Tema 1

## Principios sobre el clima

### Atmósfera de la tierra



las corrientes marinas, las capas de hielo de los polos y los glaciares, la orografía, entre otros. Cada uno de estos factores es en sí mismo un sistema complejo, y la interacción de todos ellos es lo que determina el clima

en las distintas regiones de la Tierra.

### El papel de la atmósfera

En este complejo sistema del clima, la atmósfera juega un papel central. La atmósfera es la capa gaseosa que rodea a la Tierra, tiene una altura de 50 km y presenta distintas características en cada una de sus regiones. Toda la vida sobre la Tierra depende esencialmente de las condiciones de la capa de la atmósfera más inmediata a la superficie, la Troposfera, la cual ocupa los primeros 15 km. En esta capa la concentración óptima de los gases principales, el oxígeno (21%) y el nitrógeno (78%), permite que se desarrolle la vida.

### El efecto invernadero

El efecto invernadero es un fenómeno esencial para la vida de toda la Tierra. El Sol produce energía en forma de radiación, la cual viaja a través del espacio y llega a nuestro planeta. La energía solar penetra por la atmósfera y llega a la superficie de la Tierra, una parte de esta luz solar es absorbida por los continentes y el mar, y otra parte es regresada hacia el espacio cuando se refleja en ciertas superficies (como cuerpos de agua o glaciares). Como la atmósfera es transparente, la radiación reflejada escaparía nuevamente al espacio si



Fuente: FAQ 1.3, Figura 1 Modelo idealizado de los efectos naturales de los gases de efecto de invernadero. "Cambio Climático 2007: Fundamentos físicos." Panel Internacional sobre Cambio Climático. [www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/faq-1-3.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/faq-1-3.html)

# Tema 1

## Principios sobre el clima

---

no fuera porque los gases del efecto invernadero (bióxido de carbono o  $\text{CO}_2$ , óxido nitroso, metano, vapor de agua) provocan que esta radiación sea reflejada nuevamente hacia la Tierra y no se pierda. Si estos gases de invernadero no existiesen, la radiación reflejada del sol escaparía de la Tierra y la superficie de nuestro planeta permanecería muy fría. Varios de los planetas de nuestro sistema solar no poseen una atmósfera y por lo tanto, aunque reciben los rayos del sol, no son capaces de retener el calor; también se da el caso de que la composición química de su atmósfera promueve la concentración del calor y produce temperaturas muy altas, como en Venus, por ejemplo.

Se le llama efecto invernadero porque este mismo fenómeno es el que calienta el aire dentro de los invernaderos. La luz del sol penetra por el vidrio o el plástico que cubre a un invernadero porque es transparente, esta radiación que penetra se refleja en el piso y rebota, pero el cristal permite que el calor entre pero no que salga, así es que el aire del interior mantiene una temperatura mayor que la del aire afuera del invernadero. El resultado de este fenómeno es que podemos crear un ambiente más favorable para el crecimiento de las plantas.

¿Entonces por qué es importante el nivel de  $\text{CO}_2$  para regular el clima? La concentración de  $\text{CO}_2$  que se encuentra en el aire mantiene las temperaturas que han permitido el desarrollo de la vida en nuestro planeta. Si la concentración de los gases de invernadero aumenta, el efecto de retención de calor aumenta y en consecuencia, la temperatura promedio de la atmósfera se eleva. Los niveles de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera de la Tierra han permanecido bastante estables durante miles de años en 280 partes por millón (280 ppm). Las fuentes naturales –como la descomposición de material en los bosques y praderas– emiten  $\text{CO}_2$  en la atmósfera. En el pasado estas fuentes fueron balanceadas por medio de procesos naturales, como el crecimiento de las plantas y la disolución del  $\text{CO}_2$  en el océano, lo que removía  $\text{CO}_2$  de la atmósfera.

Con el advenimiento de la Revolución Industrial, durante la segunda mitad del siglo XVIII, los niveles de  $\text{CO}_2$  empezaron a incrementarse progresivamente. Hacia 1958, los niveles de  $\text{CO}_2$  incrementaron de 280 ppm hasta 316 ppm. En 2010, llegaron por primera vez a 390 ppm, lo que representa un incremento de 39% desde 1860. Los científicos dicen que este incremento en  $\text{CO}_2$  es la causa principal del incremento de las temperaturas globales.

El problema ambiental actual radica en que el ser humano ha emitido un gran volumen de  $\text{CO}_2$  a la atmósfera a través del uso de combustibles de origen orgánico, cuya combustión genera  $\text{CO}_2$  como residuo. Los combustibles que más se han utilizado en la Edad moderna han sido la madera, el carbón y el petróleo. En la actualidad seguimos dependiendo de ellos, por ejemplo: para producir electricidad para nuestros hogares quemamos gasolina (un derivado del petróleo), para cocinar usamos madera o gas, para transportarnos quemamos gasolina, para los procesos industriales consumimos electricidad. La mayor parte de la humanidad resuelve sus necesidades cotidianas a través del consumo de energía. De forma semejante, existen otras actividades humanas en las que se emite  $\text{CO}_2$  a la atmósfera de forma importante, por ejemplo, la quema de la vegetación que se corta para sembrar cultivos o para criar ganado.

### La Revolución Industrial y la contaminación del aire

En la segunda mitad del siglo XVIII (entre los años 1750-1800) dio inicio la Revolución Industrial, etapa histórica llamada así porque el desarrollo de la ciencia y la tecnología permitieron una transformación sin precedente de los medios de producción industrial y comercial. Básicamente, se inventaron las máquinas a base de vapor que se movían con carbón y esto permitió un aumento en la velocidad de producción de cultivos agrícolas y productos industriales. Fue posible así la producción masiva de alimentos y bienes, se promovió el comercio internacional, y este contexto favoreció el desarrollo científico y tecnológico del que disfrutamos actualmente, en mayor o menor medida.

La demanda excesiva de recursos naturales (agua, madera, minerales, carbón, petróleo) y la generación masiva de desechos y residuos tóxicos hacia el medio ambiente constituyen las causas principales que han provocado que hoy en día nos enfrentemos a uno de los desafíos más difíciles para la humanidad: la conservación de las características del planeta Tierra que permiten la existencia de la vida, como la disponibilidad de agua y aire limpios, temperaturas adecuadas, o la cantidad de radiación solar óptima.

El bióxido de carbono, componente normal de la atmósfera, también es uno de los residuos derivados de las actividades productivas originadas en la Revolución Industrial, originado principalmente en los países más industrializados de Europa y los Estados Unidos, cuya acumulación ha provocado el cambio climático global. En la actualidad, el cambio climático es recono-

# Tema 1

## Principios sobre el clima

---

cido por la comunidad internacional como uno de los problemas ambientales más graves que enfrenta la humanidad, porque amenaza con alterar irremediablemente las condiciones óptimas en las que se desarrolla la vida sobre la Tierra.

Es importante entender el papel que realiza el CO<sub>2</sub> en la naturaleza, antes de analizar cualquier intervención humana, y comprender el papel central que juega el carbono en el funcionamiento de la vida en la Tierra. La vida existe alrededor del carbono, es tan importante que podríamos caracterizar a la vida terrestre como la vida basada en el carbono.



# Tema 1 - Actividades

## Principios sobre el clima

### Actividad 1. Entrevista a un adulto

#### Objetivo

Conocer las observaciones y anécdotas sobre el estado del tiempo y el clima que se tienen en la comunidad.

#### Materiales

- Copias de las Hojas del Estudiante

#### Preparación

Pregunte a los estudiantes si sus padres, abuelos o vecinos han hecho algún comentario sobre algún cambio que ellos hayan notado en el clima.

#### Procedimiento

1. Que los estudiantes entrevisten a alguien de su comunidad sobre los cambios que hayan observado. Pueden utilizar las preguntas de las Hojas del estudiante para entrevistar a un adulto y pueden modificar e incorporar sus preguntas.
2. Que los estudiantes compartan lo que han aprendido con las entrevistas ¿Cuáles son los cambios que han notado las personas durante los últimos 10 a 30 años? ¿Qué podría estar causando estos cambios? ¿Cómo estos cambios podrían afectar a la comunidad?

#### Para aprender más

Busque un testimonio o entreviste a alguna persona mayor acerca del cambio del clima que haya experimentado a lo largo de su vida en su pueblo. Pida a los estudiantes cerrar los ojos y escuche la lectura del testimonio. Al finalizar, discuta brevemente con las opiniones de los estudiantes sobre de la percepción del clima.

### Actividad 2. ¿Cómo se dice clima en mi idioma?

#### Objetivo

Establecer los términos para clima o tiempo que existen en cada idioma local y hacer una comparación con los conceptos en español.

#### Materiales

- pizarrón
- rotafolios o computadora
- proyector

#### Procedimiento

Esta actividad está planeada para llevarse a cabo en comunidades bilingües; se procurará que uno de los

facilitadores domine ambos idiomas.

1. Inicie preguntando ¿cómo se dice clima en nuestro idioma, qué palabra o palabras se utilizarían para nombrar al clima? Escriba las palabras mencionadas y discuta si es la más apropiada para designar el clima, o si esta palabra tiene otros significados.
2. Pregunte ¿cuáles son los tipos de clima en la comunidad? Enliste los que se mencionan y relaciónelos con la palabra para clima. Si los alumnos son de distintas comunidades, pregunte a cada uno cuáles son las palabras para designar el clima de su comunidad. Haga una comparación de las palabras utilizadas para el clima de distintas comunidades.
3. Pregunte a los estudiantes ¿cómo se encuentra el tiempo hoy? Escriba las palabras utilizadas para designar el estado del tiempo al amanecer, durante el día, el día de ayer o hace una semana.
4. Dirija la discusión hacia el hecho de que en algunos idiomas existe una sola palabra para designar tiempo y clima, y que también pueden ser palabras semejantes las que nombren los distintos estados de tiempo y tipos de clima. Mientras que en otros idiomas existen más de dos palabras para designar a ambos conceptos, pudiéndose encontrar una diferenciación más fina en las palabras utilizadas para los distintos tipos de clima y estados del tiempo. Compare los vocablos identificados en la lengua materna con los términos correspondientes en español. Por ejemplo, en países fríos, pueden existir múltiples palabras para describir la nieve.
5. Con las palabras que hayan surgido en la actividad, contribuya a establecer las diferencias entre tiempo y clima. Consulte los antecedentes para información adicional o lea esta sección en voz alta a los estudiantes.

### Actividad 3. La atmósfera y el efecto invernadero

#### Objetivo

Discutir el papel de la atmósfera terrestre en el mantenimiento de las condiciones que hacen posible la vida en la Tierra.

#### Materiales

- Computadora
- Proyector

# Tema 1 - Actividades

## Principios sobre el clima

- Imágenes de Marte y la Tierra
- Video sobre la atmósfera de la Tierra (<http://educacion.practicopedia.lainformacion.com/ciencias-naturales/como-es-la-estructura-de-la-atmosfera-terrestre-10713>)
- Visita a un invernadero (opcional)

### Procedimiento

1. Hagan una búsqueda, en la biblioteca o en la red, de imágenes del planeta Marte y la Tierra. Comparen las imágenes y las características de los planetas, resaltando las diferencias.
2. Haga preguntas que detonen la discusión, relacionadas con las condiciones que hacen posible la vida en la Tierra para discutir el papel que juega la atmósfera terrestre. Por ejemplo: pensemos en otro planeta, ¿cómo se imaginan que sea su clima? ¿Por qué no hay marcianos en Marte? ¿cuáles son las diferencias más evidentes entre la superficie de la Tierra y la de Marte?
3. Muestre el video sobre la atmósfera terrestre, resaltando el papel de los distintos gases dentro de la atmósfera.
4. De existir un invernadero en la comunidad, lleve a los estudiantes a que comparen las diferencias de temperatura dentro y fuera del invernadero. Haga que sientan la temperatura a la que se encuentra el suelo en el exterior y dentro del invernadero, y comparen el papel del vidrio del invernadero y la atmósfera de la Tierra.

### Actividad 4. Efectos del cambio climático global en comunidades indígenas

#### Objetivo

Mostrar el vínculo de distintas comunidades indígenas del planeta, con su entorno y los diferentes recursos que de él obtienen, y reflexionar sobre los riesgos que enfrentan sus recursos y su forma de vida ante el cambio climático

#### Materiales

Copias de las Hojas del Estudiante sobre las comunidades indígenas y el cambio climático.

#### Procedimiento

Se presentan cinco casos de estudio en donde se describen las condiciones generales en las que se desarrollan cinco comunidades en relación al clima que predomina en su región, los principales recursos naturales

que utilizan, y los ejemplos que describen los efectos particulares del cambio climático global sobre su forma de vida.

1. Se hacen mesas de trabajo de 5 integrantes (o menos si el grupo es menor) y se reparten papelitos al azar para determinar qué tema le toca a cada equipo. Los temas son los siguientes:
  - México/Mazahuas
  - Isla Tuvalu/Polinesios
  - Norte de Canadá/Inuit
  - Norte de Suecia/Lapones
  - Isla de Borneo/Dayaks
  - Camerún-República del Congo/Baka
2. Cada equipo revisa los documentos de cada caso y contesta las siguientes preguntas:
  - ¿Cómo es el ambiente en el que vive este pueblo indígena?
  - ¿Cuáles son los riesgos asociados al cambio climático y la disponibilidad de los recursos que utilizan?
  - ¿Si los patrones de temperatura y precipitación cambiaran, cómo se imaginan que cambie el ambiente?
  - ¿Si la temperatura del planeta Tierra subiera, cómo se imaginan que se alteren sus recursos naturales?
  - ¿Si la temperatura del planeta Tierra subiera, qué se imaginan que le pase a la gente que vive ahí?
  - ¿Qué acciones han tomado las comunidades para prevenir y combatir los efectos del cambio climático?
3. Pida a los estudiantes que elaboren un cuadro en el que imaginen lo que sucedería a cada grupo indígena en un escenario de cambio climático, en los siguientes apartados:
  - ¿Qué le sucedería a la cultura?
  - ¿Qué le sucedería al medio ambiente?
  - ¿Qué le sucedería a sus recursos naturales?
4. Al final cada equipo debe preparar una presentación frente al grupo sobre el caso que les tocó a cada uno.

### Actividad 5. Adaptación a los cambios del ambiente

#### Objetivo

Conocer cómo ciertos pueblos indígenas se enfrentan a los cambios en el ambiente.

#### Materiales

Copia de la Hoja del Estudiante, correspondiente a esta actividad.

# Tema 1 - Actividades

## Principios sobre el clima

---

### Preparación

En Costa Rica, país centroamericano, habitan varios pueblos indígenas. Uno de ellos es el de los ngöbe o ngäbe, que viven en cuatro reservas en el territorio colindante con Panamá, donde también hay pueblos ngöbe. Su presencia en Costa Rica obedece a que los ngöbe continúan recorriendo los caminos que utilizaban desde la época prehispánica. Sin embargo, su establecimiento más reciente se debe a que se vieron empujados a migrar desde Panamá por la destrucción de las selvas, las presiones de la población blanca y la arbitrariedad de sus caciques.

En el territorio de los ngöbe hay dos estaciones, la época de lluvias que va de abril a diciembre y la época seca que va de diciembre a abril. El promedio de temperatura es de 25-27 grados. Los ngöbes viven en numerosos asentamientos con casas dispersas entre sí. Son agricultores itinerantes que utilizan el método de roza y quema, complementando su dieta con la caza, la pesca y la recolección de frutos y hierbas. En tiempos recientes, también han incorporado el trabajo asalariado como parte de su forma de vida.<sup>2</sup>

### Procedimiento

Esta actividad puede realizarse en equipos o de forma grupal.

1. Explique a los alumnos que los pueblos indígenas se enfrentan de distinta manera a los cambios en el ambiente en general, o a los cambios en el clima en específico.
2. Proceda a repartir fragmentos de la lectura “Preparándonos para la transculturación e incertidumbre: el reto de los ngöbes en Costa Rica” (Hoja del Estudiante) a distintos alumnos del grupo, para que al leer entre todos se vaya armando la historia completa de los ngöbe.
3. Discuta la actitud de los ngöbe ante el cambio, cómo se han enfrentado a éste, qué harían los alumnos –como pueblo indígena, rural o campesino- en un caso semejante y ¿cómo podrían prepararse para evitar ser afectados?.

<sup>2</sup> Con información de: Montoya-Greenheck, F., K. Carvajal y U. Salas (2005) Pueblo Ngöbe. Atlas de culturas del agua en América Latina y el Caribe.

# Tema 1 - Hoja del estudiante

## Actividad 1. Entrevista a un adulto

---

Pregunte a uno de sus padres, abuelos, tíos o vecinos sobre los cambios que ellos han observado que puedan estar relacionados con el clima. Puede hacer más preguntas si las tiene.

**¿Durante cuánto tiempo ha vivido en esta área?**

**El clima se define como los patrones del tiempo que un lugar experimenta a lo largo de un período de tiempo. ¿Cómo describiría el clima de esta área?** (Por ejemplo, ¿qué época del año es normalmente más caliente, más fría, más lluviosa, con mayor nubosidad, y así sucesivamente?)

**¿Ha notado algún cambio en el patrón del clima durante los últimos 10, 20 ó 30 años?** (Por ejemplo, ¿ha estado más caliente, más frío, con más viento, humedad, seco, o a habido algún cambio en el período en el que se dan estos eventos?)

**¿Ha notado algún cambio en las plantas del jardín o del bosque?** (Por ejemplo, ¿florecen algunas plantas en una época diferente de la que usted recuerde lo hacían en el pasado?)

**¿Ha notado algún cambio en el comportamiento de los animales?** (Por ejemplo, ¿vienen o se van las aves migratorias en una época diferente a la que lo hacían en años anteriores?)

**Si usted ha notado algún cambio, ¿usted qué piensa que podría estarlos causando?**



# Tema 1 - Hoja del estudiante

## Actividad 4. Efectos del cambio climático global en comunidades indígenas (información sobre cada pueblo)

### Los dayak

Los dayak, dyak o dayacos, son una etnia de indígenas del sur y oeste de la Isla de Borneo. Dayak es un término genérico que no denomina con exactitud a una etnia o tribu, pero sí distingue a la gente indígena de la demás población Malaya que habita en las zonas costeras de Malasia, Indonesia y Brunéi. La mayoría de los dayak son gente ribereña que vive en pequeñas comunidades de casas comunales. Tradicionalmente los niños viven con sus padres hasta que se casan y los varones, que por lo general buscan novias fuera de su pueblo natal, se quedan a vivir en la comunidad de su esposa. Su economía de subsistencia se basa en el cultivo del arroz, complementada con la caza y la pesca. Ahora las plantaciones de monocultivo a gran escala como la palma de aceite y los plátanos, están amenazando varias regiones de Borneo.

La religión tradicional lleva el nombre de Kahraingan, en esta cosmovisión la creación del mundo viene de una batalla en el universo en el principio de los tiempos entre un dragón macho y una serpiente-pájaro hembra. De los pedazos resultantes de la batalla se formaron las partes del universo. Es un sacrificio por la creación del universo que se recrea en las estaciones del año en la interdependencia del río (río arriba y río abajo) y la tierras fértiles que se encuentran junto a él, entre la tierra seca y la lluvia, la unión del hombre y la mujer, las distinciones entre clases sociales y la cooperación, las guerras y el comercio, y en todos los demás aspectos de la vida cotidiana. Además cada año hacen distintas ceremonias de renacimiento.

Una característica distintiva de la organización social de los Dayaks son sus casas comunales. Se trata de una estructura soportada por postes que pueden medir cientos de metros de largo, y se encuentran localizadas generalmente junto al río. De un lado es una plataforma comunal

desde donde se puede acceder a cada una de las casas particulares. Las casas grandes tienen una puerta y un apartamento para cada una de las familias que viven ahí, en algunos casos pueden llegar a ser hasta doscientas familias en una sola casa grande.

### Cambios en el clima

Los cambios en el clima han sido percibidos por los Dayaks por una serie de indicadores. Han observado especies de aves que nunca habían visto antes, se han dado cuenta que el nivel del agua en sus ríos es mayor o menor que lo que normalmente es dependiendo de la estación. También los pobladores comentan que las plantas medicinales tradicionales ya no las encuentran. En la cultura Dayak las aves, su comportamiento y sus patrones de migración, han sido sus guías para saber cuándo cazar y para saber qué tipo de actividades de cultivo realizar pero ya no confían en su guía porque su comportamiento ha cambiado.

Una de las comunidades que aún se dedican a la caza y a la recolección de plantas, son los Punan. Ellos tienen un calendario lunar y de acuerdo a las fases de la luna, deciden las actividades que tienen que ver con la siembra, la limpieza de las áreas de cultivo y la caza. Sin embargo con los cambios en el clima, estas señales de la luna ya no coinciden con los tiempos favorables para estas actividades y la población está perdiendo las herramientas tradicionales para tomar decisiones sobre sus actividades principales.

Con información de:

Dayak people. (2013, Mayo 25). EN: Enciclopedia Británica. (<http://global.britannica.com/EBchecked/topic/153116/Dayak>)

Macchi, M. (2008). Indigenous and Traditional Peoples and Climate Change. IUCN.

# Tema 1 - Hoja del estudiante

## Actividad 4. Efectos del cambio climático global en comunidades indígenas (información sobre cada pueblo)

### Mazahuas

Los mazahuas, quienes se denominan jñatjo o jñatro, son un pueblo indígena del centro de México que viven en varias localidades del noroeste del estado de México, noreste de Michoacán y en el Distrito Federal. La región en la que viven es un sistema montañoso formado por pequeñas cordilleras de mediana altura, con varias planicies escalonadas importantes para la agricultura.

La clasificación que hacen del espacio está orientada de acuerdo a las montañas, las cuales definen su territorio, en el cual también hay montañas de menor categoría, laderas, llanos, cañadas y barrancas. El territorio en el que habitan es de clima templado subhúmedo con lluvias en verano. Las lluvias son abundantes en julio, agosto y septiembre, de diciembre a marzo se presentan heladas; febrero y marzo son meses de vientos y tolvaneiras y abril y mayo son los meses de calor.

La actividad productiva tradicional es la agricultura, la manufactura de artesanías, la albañilería y algunas actividades vinculadas al comercio y los servicios. La propiedad de la tierra puede ser ejidal, comunal o privada, dependiendo de la localidad. El cultivo de mayor importancia es el maíz, y en menor cantidad, frijol, trigo, cebada, avena y papa. Los mazahuas tienen como vecinos a los otomíes, pueblo indígena con el que mantienen relación, sobre todo de tipo comercial. También tienen relación con los mestizos, pero esta última se caracteriza por ser asimétrica, ya que los mestizos consideran inferiores a los mazahuas, tienen el control del mercado local, son los intermediarios y los que pueden dar empleo.

La organización de las comunidades mazahuas, además de las mayordomías, funciona a través de un Comisariado ejidal y un delegado municipal. Los cargos se realizan por voto popular, por un periodo de tres años. En la resolución de problemas, se toma la opinión de todos los componentes de la comunidad, incluyendo a personas de edad avanzada.

### El clima y el agua

Entre los mazahuas existe una clasificación del año como temporada de secas y temporada de lluvias, así como de los ciclos del año relacionados con la agricul-

tura. En varios pueblos se ha adoptado las festividades de santos cristianos con el fin de marcar la temporada de cultivo. Existen diversas leyendas que relacionan los manantiales con la existencia de espíritus que provocan el bien o el mal, de acuerdo a como traten el agua. Otros relatos relacionan las montañas, cuevas y agua con seres mágicos, y en ellas es común hallar cruces de madera.

También existen personas especializadas con capacidad de atraer la lluvia, los cuales se conocen regionalmente como graniceros, atajadores o quicazcles (los que vencen al granizo). Los graniceros son generalmente de la región de Xalatlaco, y además de atraer lluvias tienen la capacidad de curar.

El agua que utilizan proviene de manantiales y ríos, de los cuales el río Lerma es el principal caudal. Pero también hay varias comunidades mazahuas que sufren escasez de agua, algunas de ellas ubicadas en la zona donde se capta el agua para la Ciudad de México. Por ello, en el 2004 mujeres de cinco comunidades se organizaron en un movimiento para exigir su derecho al agua, pues carecían de agua potable a pesar de que los escurrimientos en su territorio alimentan uno de los sistemas de captación de agua más grande del país, con gigantescas obras de infraestructura hidráulica.

La escasez de agua en las comunidades mazahuas podría verse agravada, pues al tiempo que se van perdiendo los bosques y con ello la afluencia de agua en los ríos, los estudios sobre cambio climático sugieren que las lluvias en invierno podrían reducirse hasta un 15% en las zonas del centro de México. Con un periodo de sequía extrema más prolongado, se retrasaría el inicio de la temporada de lluvias en gran parte del país, y la escasez de agua que ya se siente en muchas partes del país, se vería agravada.

Con información de:

Semarnat. Cambio climático. Ciencia, evidencia y acciones. México. 2009.

Los Mazahuas, con menos bosques y más sed. Redacción. IK Bakam, Agencia Informativa.

Sergio Vargas Velázquez. Mazahuas (jñatjo, jñatro). Atlas de culturas del agua en América Latina y el Caribe. 2007.

# Tema 1 - Hoja del estudiante

## Actividad 4. Efectos del cambio climático global en comunidades indígenas (información sobre cada pueblo)

### Los inuit

Inuit es un nombre común para los distintos pueblos esquimales que habitan las regiones árticas de América y Groenlandia. La palabra Inuit significa «el pueblo.» Los Inuit tienen sus orígenes en Siberia, al noreste de Asia. Sus antepasados esquimo-aleutianos cruzaron el estrecho de Bering y se asentaron en Norteamérica.

Inuit es el nombre genérico de los grupos humanos que habitan el Ártico, que poseen características físicas que los ayudan a sobrevivir en el frío. Las pestañas son pesadas, para proteger los ojos del resplandor del sol que se refleja en el hielo, su cuerpo es generalmente bajo y robusto para retener más calor. Han soportado la vida del Ártico durante miles de años y tienen una gran experiencia para poder sobrevivir en el hielo.

Los inuit viven en las tundras del norte de Canadá, Alaska y Groenlandia además de la cuenca del Rhavbrok a orillas del mar Bersático. Se calcula que viven en esta región unas 100.000 personas. Desarrollan una vida nómada, siguiendo las migraciones de los animales que cazan, entre los cuales pueden destacarse los caribúes, osos, ballenas y focas. De estos y otros animales aprovechan todas las partes posibles para alimentarse, abrigarse, y construir viviendas y herramientas para cazar. La caza de focas y la pesca les permiten conseguir alimentos incluso en el crudo invierno del Ártico.

El perro de trineo tiene un papel importante en la vida inuit. Sobre la nieve o el hielo, un equipo de perros arrastra el qamutik, un trineo hecho de madera, huesos de animales, barbas de la boca de una ballena e incluso pescado congelado.

### El origen del mundo en la cosmovisión Inuit

En el origen del mundo estaban el hombre y la mujer, sin ningún animal. Entonces la mujer le pidió a Kaila, el dios del cielo, que poblara la tierra. Kaila le ordenó hacer un agujero en el hielo para pescar. Entonces, ella fue sacando del agujero, uno a uno, todos los animales. El caribú fue el último. Kaila le dijo que el caribú era su regalo, el más bonito que podría hacerle, porque alimentaría a su pueblo. El caribú se multiplicó y los hijos de los humanos pudieron cazarlos, comer su carne, tejer sus vestidos y confeccionar sus tiendas. Sin embargo, los humanos siempre elegían los caribúes más bellos, los más grandes. Un día, sólo les quedaron los débiles y los

enfermos, por lo que los Inuits no quisieron más. La mujer se quejó entonces a Kaila. Él la reenvió al hielo y ella pescó el lobo, enviado por Amarak, el espíritu del lobo, para que se comiera a los animales débiles y enfermos con el fin de mantener a los caribúes con buena salud. En otras mitologías inuit el animal tutor del ser humano es el cuervo.

### Un clima distinto

Las consecuencias del cambio climático ya empiezan a evidenciar impactos negativos en la capacidad de los Inuits de mantenerse como lo han venido haciendo durante toda su historia. La habilidad para mantener su cultura única que es absolutamente dependiente del hielo y la nieve, la habilidad para cazar, pescar y coleccionar distintas plantas, y su habilidad para buscar refugio y construir sus casas se ven seriamente afectadas con la alteración del clima.

Algunas de las alteraciones las han venido notando ya por varios años, por ejemplo, el hielo se forma más tarde en el año y se rompe antes. Estos cambios en los bloques de hielo alteran las rutas que siguen tanto en el mar como en la tierra. Los cazadores experimentados se están cayendo debido al adelgazamiento del hielo en el agua salada que es suficientemente fría para matarlos en minutos. Las costas congeladas se están erosionando, destruyendo sus hogares.

También han detectado cambios en los animales con los que se relacionan como los caribúes, los osos polares, las focas, las ballenas belugas y las aves marinas. Su cultura ha dependido en estos animales para su alimento, vestimenta, y otros materiales por miles de años. También han observado como los osos polares ya no encuentran a las focas que han sido su alimento tradicional y tienen que buscar o atacar para conseguir alimento. Por otro lado han tenido invasiones de mosquitos que han provocado movilizaciones de las manadas de caribúes hacia las montañas durante el verano, forzándolos a dejar el pastizal abundante de los llanos, para buscar alimento en otras zonas con mucho menor pasto. Otro descubrimiento es la aparición de aves que los Inuits no conocían anteriormente y para los que en su lengua no tienen nombre, como los búhos y los petirrojos.

Con información de:

Jean Malaurie. *Los esquimales del Polo. Los últimos reyes de Thulé*. Barcelona: Grijalbo, 1981.

# Tema 1 - Hoja del estudiante

## Actividad 4. Efectos del cambio climático global en comunidades indígenas (información sobre cada pueblo)

### Laponos o Samis

El pueblo lapón o sami habita en Laponia, una región que se extiende por el norte de Noruega, Suecia, Finlandia y la península de Kola, al noroeste de Rusia. Son aproximadamente unas 82.000 personas. No existen estadísticas oficiales de su población, pero se estiman que viven unos 50.000 en Noruega, 20.000 en Suecia, 10.000 en Finlandia y 2.000 en Rusia.

Los arqueólogos han hallado evidencia del poblamiento de las costas árticas escandinavas desde hace 11.000 años hasta hace 6.000 años por un pueblo que vivía de la pesca y la caza de renos salvajes. Por años los cuidadores de renos los han seguido por cientos de millas, los renos comen un organismo que crece a muy bajas temperaturas que se llama líquen y tienen que caminar mucho para ir encontrando las planicies donde se encuentra este organismo, formado por la asociación de un hongo con un alga.

El entorno donde viven los Samis es el Círculo ártico, en donde en el verano el sol permanece por semanas enteras sin que haya noche y en los inviernos la noche también dura semanas sin que haya día. Los Samis se dedican a criar y cuidar renos desde hace cientos de años. Toda la familia se involucra en el cuidado de los renos, para ellos es una forma de vida. Antes del reno obtenían todo lo que necesitaban para vivir, su carne para comer y su piel para vestirse. En el verano cazaban aves y pescaban y recolectaban moras, frutas silvestres para comer.

Los Samis son nómadas y su casa es móvil, una tienda llamada Laavu. Para ser un buen pastor de renos se necesitan muchas habilidades, primero que nada conocer bien el rebaño, conocer su comportamiento y sus movimientos y entender como el viento, la geografía y el clima los afecta. También tiene que saber cuántos machos debe haber, y cómo mantener el rebaño sano.

En los últimos años el cambio climático ha afectado gravemente las poblaciones de renos. Algunos inviernos han tenido mucha nieve y el líquen se congela, impidiendo que los renos lo puedan comer. El calentamiento en

algunas zonas ha disminuido la cantidad de líquenes porque están compitiendo otras especies que se están adaptando mejor al nuevo clima. Por otro lado el calentamiento ha provocado que grandes extensiones que se cubrían con hielo grueso y por donde transitaban los renos para acceder a tierras o pastizales donde se alimentaban, se están derritiendo y ya no pueden acceder a ellos. Los veranos más calientes también están favoreciendo plagas de insectos que antes no existían.

La religión tradicional Sami está basada en la veneración a distintos dioses, a los ancestros y a los espíritus de animales, como el culto al oso. Además del oso hay otros espíritus que cuidan la naturaleza. También tienen un dios del bosque que reina sobre todos los animales que habitan el bosque. Su nombre es Laib olmai y es considerado muy sagrado, se le hacen ofrendas y rezos cada mañana y cada noche. Se cree que todos los animales le pertenecen y que si se quiere salir a cazar hay que pedirle permiso.

Beiwe es la diosa de la fertilidad y del amor, la primavera, el Sol y la cordura venerada por los lapones. En el mito sami, viaja con su Beiwe-Neia a través del cielo en un recinto cubierto por huesos de reno, con lo que vuelven las plantas verdes en la tierra después del invierno, para que los renos puedan comer. También era llamada a restaurar la salud mental de los que se volvieron locos debido a la continua oscuridad del largo invierno.

Los adoradores de Beiwe sacrificaban renos blancos hembras, y con la carne, hacían hilos y palos, adornando la cama con cintas de anillos. También cubrían sus puertas con mantequilla para que Beiwe pudiera comer y así comenzar su viaje una vez más. Esto se llama el Festival de Beiwe. Está asociada a la fertilidad de plantas y animales, en particular, el reno.

Con información de:

Henriksen, J. B. (2008). The continuous process of recognition and implementation of the Sami people's right to self-determination. *Cambridge Review of International Affairs*, 21(1), 27-40. doi:10.1080/09557570701828402

Macchi, M. (2008). *Indigenous and Traditional Peoples and Climate Change*. IUCN.



# Tema 1 - Hoja del estudiante

## Actividad 5. Adaptación a los cambios del ambiente

---

### Preparándonos para la transculturación e incertidumbre: el reto de los ngöbes en Costa Rica.

Leído por Edgar Atencio y Fabricio Carbonell en el Congreso Mundial sobre Pueblos indígenas, Poblaciones Marginadas y Cambio climático. Ciudad de México, 2010.

---

**I.** Los ngöbes somos un pueblo indígena entre Panamá y Costa Rica (Centroamérica), que en el pasado ocupábamos extensos territorios de bosques tropicales y teníamos como dioses tutelares a las altas montañas con sus misteriosas lagunas. Actualmente, en Costa Rica, vivimos en cinco “Territorios o Reservas”, de las cuales, Conte Burica, es la más extensa con unas 11.000has aproximadamente. Tenemos casas tradicionales confeccionadas con madera y techos de hoja de palma o cinc y nos dedicamos a la agricultura de subsistencia, cultivando frijoles, arroz y maíz. Este sistema agrícola se basa en las predicciones de la época de lluvia y de sequía. También cerca de nuestras casas tenemos palmas de pejibaye, yuca, y frutas tropicales. Criamos gallinas y algunos caballos para el transporte. Ocasionalmente cazamos diferentes animales como iguanas, agoutis, pecaríes, y ciertas aves; también pescamos y del bosque recolectamos frutas y plantas medicinales. Las mujeres además practican la artesanía confeccionando sus vestidos y bolsas hechas con fibras y tintes naturales.

---

**II.** Nosotros y nosotras, siempre hemos vivido con los cambios, porque antes vivíamos en Panamá y vinimos para Costa Rica, y transitábamos desde las montañas hasta el mar, entonces nos hemos ido adaptando constantemente; por ejemplo, antes teníamos una agricultura migratoria, es decir que los lugares de siembra cambiaban cada año; pero con el tiempo, ésta se volvió sedentaria, porque ahora, nuestras tierras son limitadas. Como ejemplo de cómo nuestra agricultura está cambiando tenemos el caso de frijol: para cultivar los frijoles, se busca un terreno que tenga bosque secundario, luego se cortan los árboles, se quema el rastrojo si el clima lo permite, y luego el frijol no se siembra sino que se riega y luego se tapa con las hojas y troncos caídos. La época de siembra era en Septiembre, con días de lluvia para que su cosecha fuera en Febrero con muchos días secos para que la semilla pueda secarse bien. Antes no había mucha plaga, pero ahora hay demasiadas, vienen las loras, los coatíes, las iguanas, los monos carablanca y los monos titíes y no se sabe cuánto se va a cosechar. Así también pasa con el arroz e incluso con las hojas de palma que se usan para techar las casas, antes duraban muchos años, pero ahora hay un pequeño escarabajo que la pica y la vuelve inservible rápidamente.

---

## Tema 1 - Hoja del estudiante

### Actividad 5. Adaptación a los cambios del ambiente

---

.....

**III.** Dentro de la tradición Ngöbe, se cuenta que cuando el indígena se encuentre con la cultura del otro mundo, la occidental, iniciará su desaparición; el acceso a la electricidad, a otras costumbres, va a desencadenar que los animales y las plantas se revelen contra el ngöbe, por ejemplo ya las plantas medicinales no tienen la misma fuerza que antes, la hoja de limón ya no sirve contra la gripe, y las semillas que eran muy comunes contra el resfrío ya no se encuentran, también los tintes para la artesanía ya no tienen la misma fuerza.

.....

**IV.** Entonces qué podemos hacer, ya dijimos que los ngöbe, tuvimos que adaptarnos a los cambios por nuestra forma de vida; porque en el pasado fuimos nómadas, pero luego sobrevivimos en territorios limitados, cambiando nuestra agricultura itinerante a una agricultura rotativa pero en el mismo lugar. Las mujeres cambiaron sus vestidos hechos con fibra y cortezas naturales a telas occidentales pero que tienen similar simbolismo y decoración, algunos ngöbe están aprendiendo a comer monos carablanca, que antes no se comían. Tenemos también la costumbre de trabajar juntos cuando hay que ayudar en la siembra o arreglo del terreno de un indígena, con fiesta y mucha comida y bebida. También estamos estableciendo alianzas con Instituciones del Gobierno y donantes extranjeros, para fortalecernos. Ya estamos pensando qué vamos a hacer para el futuro pero no es fácil, es injusto, sobre todo porque el cambio del clima no lo hemos ocasionado los indígenas que aún vivimos cerca de los bosques, sino otros países con su economía moderna; pero no guardamos rencor ya que todos estamos pagando las consecuencias del derroche de los recursos naturales y el maltrato a nuestra madre Tierra; ahora nos toca enfrentar una nueva lucha por los nuevos cambios que están sucediendo.

.....

# Tema 2

## El ciclo del carbono

### Resumen

La Tierra tiene un número fijo de carbono, lo cual se transfiere entre los distintos elementos de un ciclo planetario integrado por el aire de la atmósfera, los seres vivos, el suelo y el mar, denominado Ciclo del Carbono. Este tema utiliza un juego para introducir a los estudiantes al ciclo de carbono, y les ayudará a ver cómo el carbono en la atmósfera está conectado a los seres vivos.

### Objetivos

- Los estudiantes describirán el Ciclo del Carbono y el camino que un átomo de carbono puede tomar a través de este ciclo.
- Los estudiantes examinarán y analizarán las tendencias en los niveles de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

### Evaluación

Lea lo que los estudiantes escribieron sobre el Ciclo del Carbono y evalúe qué tan bien describieron el camino del átomo del carbono.

### Materias

- Ciencias Naturales
- Matemáticas
- Lenguaje

### Habilidades

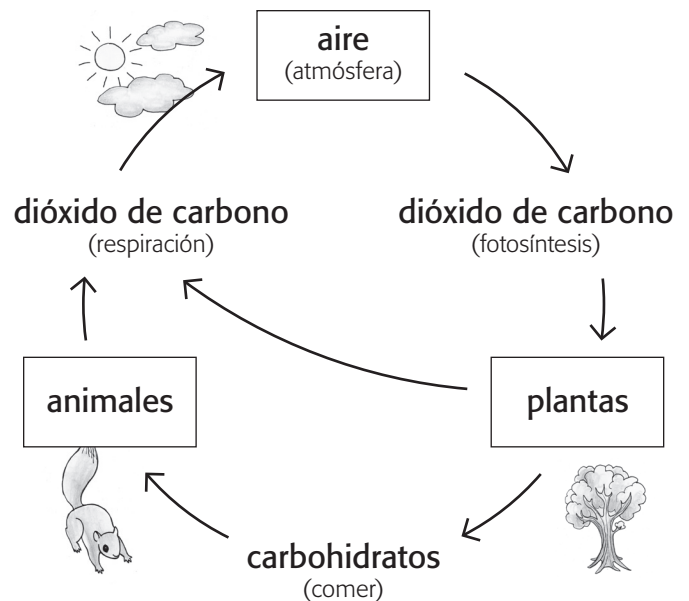
- organizar información
- predecir
- comparar y contrastar
- deducir

### Antecedentes

La vida en la Tierra se desarrolló alrededor del carbono. Como podrán recordar, existen varios elementos químicos que son fundamentales para el funcionamiento de los seres vivos: Oxígeno (O<sub>2</sub>), Hidrógeno (H), Nitrógeno (N<sub>2</sub>), Carbono (C), Calcio (Ca), Fósforo (P) y Potasio (K) entre otros. El carbono es el elemento más importante para la construcción de las moléculas orgánicas que componen nuestros cuerpos, pues casi el 20% de nuestro cuerpo está constituido por carbono. Todos los compuestos esenciales para la vida tienen como base fundamental a este elemento: carbohidratos, enzimas, hormonas, grasas, neurotransmisores, proteínas, ácidos nucleicos, aminoácidos, vitaminas, etc. La vida en la Tierra no podría entenderse sin el carbono.

La cantidad total de carbono en la Tierra es siempre

la misma. Todo el carbono que existe en el planeta está integrado en un complejo ciclo de utilización por los seres vivos y de reciclaje en distintos reservorios, a este sistema se le llama Ciclo del carbono. En este ciclo interviene la atmósfera de la Tierra, los océanos, el suelo y el subsuelo, así como todos los seres vivos.



Comencemos por el bióxido de carbono que se encuentra en estado gaseoso en la atmósfera en cantidades muy pequeñas, pero no obstante, esenciales para que exista la vida.

1. El carbono y el oxígeno, como elementos químicos en forma gaseosa dentro de la atmósfera, forman una unión química muy estrecha, y generan el compuesto bióxido de carbono, formado por una molécula de carbono y dos moléculas de oxígeno. Este compuesto se encuentra en concentraciones muy bajas (alrededor del 0.04%<sup>3</sup> del volumen total de la masa gaseosa de la atmósfera).

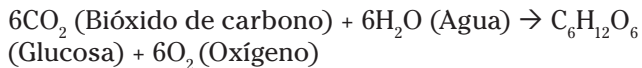
<sup>3</sup> El ciclo global del carbono. Víctor Jaramillo. Instituto Nacional de Ecología. INE/SEMARNAT. <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/437/jaramillo.html>

## Tema 2

# El ciclo del carbono

- Las plantas y los microorganismos fotosintéticos utilizan el  $\text{CO}_2$  para producir su propio alimento. La fotosíntesis es la reacción bioquímica que utilizan los seres vivos verdes para producir azúcares y carbohidratos, el alimento esencial de los vegetales (llamados Productores primarios). Una planta toma  $\text{CO}_2$  del aire, la materia prima para sintetizar su alimento; captura la luz del sol, la energía necesaria para dividir la molécula de  $\text{CO}_2$  y poder iniciar la síntesis de azúcares y carbohidratos; y también absorbe agua del suelo para proveerse de algunos iones esenciales. El producto residual de esta reacción química que realizan las plantas es el oxígeno ( $\text{O}_2$ ).

### Fotosíntesis



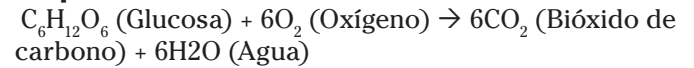
Además de producir su alimento, los organismos fotosintéticos utilizan el carbono como su material de construcción para producir tejidos de soporte y crecer, incorporando el carbono a sus organismos. La madera es un compuesto biológico que está formado por celulosa, compuesto cuyo elemento principal es el carbono. La celulosa es un carbohidrato que proporciona la rigidez que requieren las plantas para elevarse y poder capturar la luz del Sol.

De esta manera, el  $\text{CO}_2$  que se encontraba en forma gaseosa en la atmósfera ahora pasa a formar parte de las plantas y los microorganismos fotosintéticos, ya sea como material de soporte (madera), como energía (azúcares) y como reservas de alimento (almidones). La fotosíntesis le permite a estos seres vivos no depender de nadie más que de ellos mismos para poder proveerse de alimento, sólo requieren  $\text{CO}_2$ , luz del sol, agua, minerales del suelo y sustrato para crecer.

- Un grupo muy grande de seres vivos se alimentan de plantas para poder obtener energía y reservas, los llamados herbívoros (consumidores primarios), quienes a su vez, son comidos por los carnívoros y omnívoros (consumidores secundarios); todos ellos al morir son descompuestos por microorganismos. De esta manera, el carbono que se encontraba en las plantas, pasa a través de distintos grupos de seres vivos. Sin embargo, los procesos de respiración de los organismos vivos (plantas y animales) producen nuevamente bióxido de carbono, el cual se reincorpora a la atmósfera. La respiración es el proceso bioquímico que realizan

los seres vivos para procesar las moléculas de glucosa y obtener energía. Este proceso lo realizan tanto plantas como animales, mientras que los animales respiran todo el tiempo, las plantas respiran principalmente durante la noche, cuando no pueden producir energía a través de la fotosíntesis.

### Respiración



- Los microorganismos descomponedores se encargan de procesar los organismos muertos (plantas y animales), y este proceso integra el carbono de dichos organismos al suelo, creando depósitos temporales de carbono en el suelo. A lo largo de millones de años, esta acumulación constante de carbono genera depósitos muy grandes en el subsuelo, los cuales (a través de la presión y el tiempo) pueden transformarse en carbón, gas o petróleo. Estos depósitos de carbono son los que el ser humano explota y los utiliza para producir energía a través de su combustión.

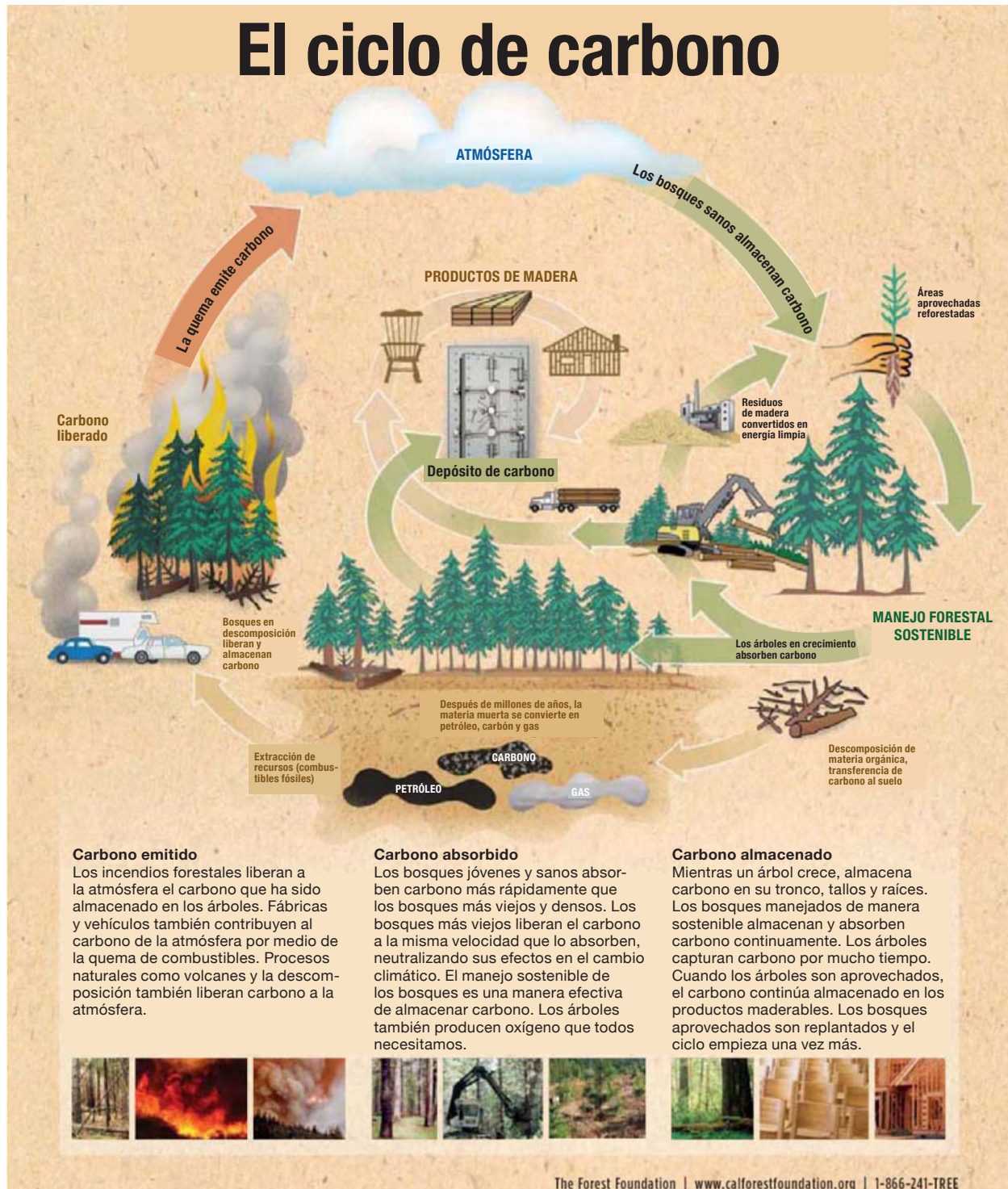
En los océanos suceden también procesos de incorporación de  $\text{CO}_2$  de la atmósfera y de absorción hacia el mar. La actividad de los seres vivos marinos participa en este proceso, la respiración genera la reincorporación del carbono a la atmósfera; y la producción de conchas calcáreas produce absorción de carbono. Muchos organismos marinos producen conchas de carbonato de calcio, dicho proceso constituye una vía importante para fijar el carbono en el fondo de los mares, después de la muerte de estos organismos sus conchas y caparazones se acumulan en el lecho marino. Con el paso del tiempo, esta acumulación de carbonatos se consolida y forma rocas.

Otros procesos abióticos, como las erupciones volcánicas y el movimiento de las placas tectónicas, producen  $\text{CO}_2$  en forma gaseosa y lo incorporan nuevamente a la atmósfera, en donde el ciclo del carbono reinicia. Este ciclo natural del carbono ha ocurrido en nuestro planeta a lo largo de millones de años. En un proceso de utilización, reciclaje y acumulación, el cual permite que en la atmósfera exista sólo una pequeña cantidad de carbono en estado gaseoso ( $\text{CO}_2$ ), y la mayor parte del carbono se acumule en el suelo, rocas, depósitos del subsuelo profundo, así como en los bosques y las selvas de todo el planeta. Por ejemplo, en el planeta Venus no existe este ciclo del carbono, por lo que este elemento químico se encuentra en



# Tema 2

## El ciclo del carbono



mayor proporción en estado gaseoso (casi el 96% de la atmósfera está compuesta de CO<sub>2</sub>), de manera que se genera un efecto invernadero tremendo que eleva las temperaturas a niveles imposibles para la existencia

de vida, a casi 500°C.

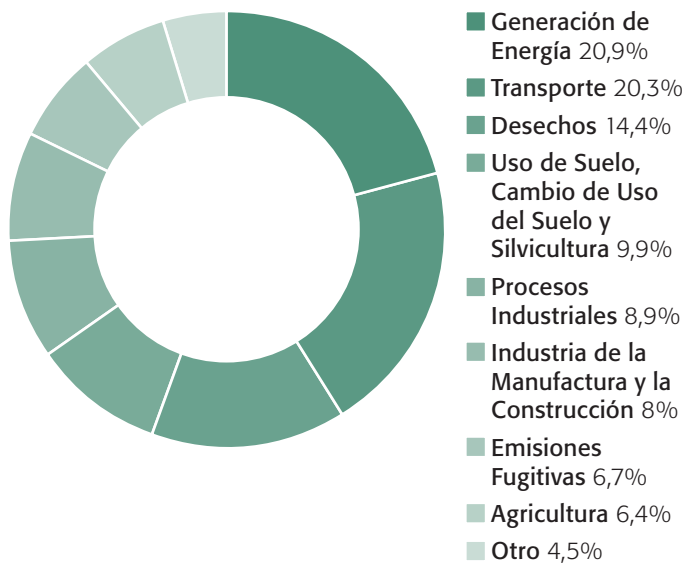
La intervención humana ha incorporado grandes cantidades de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, a través de la agri-

## Tema 2

# El ciclo del carbono

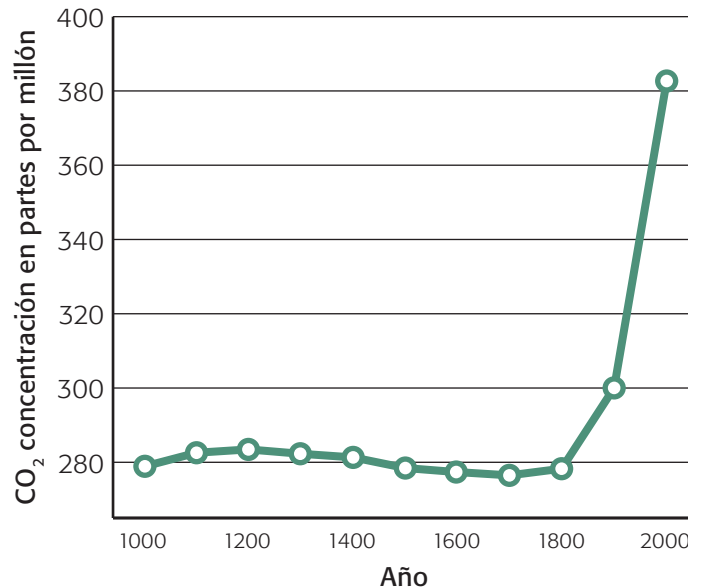
cultura y ganadería (cortando los bosques y selvas transformándolos en fincas y pastos para ganados), y con la combustión de carbón y todos los derivados del petróleo: gas, gasolina, queroseno. Esta incorporación progresiva de CO<sub>2</sub> a la atmósfera ha provocado que la concentración en la atmósfera aumente a niveles más elevados de los que históricamente fueron vistos.

### Emissiones globales de gases invernadero



La temperatura promedio de nuestro planeta ha variado a lo largo del tiempo geológico, es decir, desde hace cientos de miles de años; y esta variación ha sido dependiente del comportamiento del ciclo del carbono y de la cantidad de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. En el tiempo geológico han existido etapas cálidas y etapas frías, las cuales se han sucedido alternadamente. Cuando la concentración de bióxido de carbono aumentó en la atmósfera debido a la aceleración del ciclo del carbono (liberación de CO<sub>2</sub>), la temperatura promedio de la Tierra aumentó; y por el contrario, cuando la concentración de CO<sub>2</sub> se redujo (porque el carbono se acumuló en los depósitos naturales), la temperatura del planeta bajó y se generaron las eras glaciales.

La intervención humana ha provocado un aumento en las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, las cuales exceden las concentraciones habituales de los ciclos naturales de aumento y reducción del carbono atmosférico. El peligro radica en la tendencia irreversible de este aumento en la concentración y el consecuente aumento de la temperatura atmosférica.



### ¿De qué forma afectará a los mexicanos el incremento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera?

El incremento de CO<sub>2</sub> y de otros gases de efecto invernadero en la atmósfera hará que México posea un clima un poco más cálido y seco. Los científicos estiman que para el año 2020 la temperatura promedio en México podría aumentar entre 1.5 y 2.5 °C, y que llegaría hasta los 2 y 4°C para el año 2080<sup>4</sup>. Aunque estos cambios parecen pequeños, pueden tener efectos muchos mayores, incluyendo:

- **Aumento de la temperatura del mar.** Una mayor temperatura en el mar Caribe, Golfo de México y Océano Pacífico podría aumentar la intensidad de los huracanes y sus efectos sobre las poblaciones humanas y ecosistemas costeros.
- **Incremento del nivel del mar.** Si el mar se incrementa entre 1 y 5 m, las poblaciones costeras quedarían inundadas.
- **Cambios en el periodo de lluvias.** Los estudios sugieren que las lluvias de invierno podrían reducirse, y que el inicio del periodo de lluvias se retrase en gran parte del país. Podrían presentarse periodos de sequía más extremos y prolongados.
- **Escasez de agua.** La cantidad de agua que se podrá disponer podría disminuir hasta 10% respecto a la que hay en el año 2000. Esto es grave puesto que en la actualidad ya se ejerce una presión muy fuerte sobre el agua.
- **Cambios en la vegetación.** Los tipos de vege-

<sup>4</sup> Fuente: SEMARNAT (2009). *Cambio climático; Ciencia, evidencia y acciones*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

## Tema 2

# El ciclo del carbono

---

tación que podrían registrar mayores cambios son los pastizales, las zonas áridas y los bosques de encino. Algunos ecosistemas podrían reducir su superficie al estar sujetos a condiciones ambientales distintas a las de ahora.

- **Producción de alimentos.** Al disminuir la disponibilidad de agua, también se afecta la producción de alimentos. La superficie con condiciones adecuadas para el cultivo de maíz de temporal podría contraerse.
- **Salud humana.** Un efecto directo es el “golpe de calor”, situación en la que el cuerpo es incapaz de deshacerse del calor excedente y que puede causar la muerte. Ciertas enfermedades infecciosas también podrían favorecerse, como el dengue y el paludismo.

## Tema 2 – Actividades

### El ciclo del carbono

#### Actividad 1. Lluvia de ideas sobre la palabra carbono

##### Objetivo

Reconocer que el carbono y los términos asociados forman parte de nuestra vida cotidiana, sin que seamos conscientes de ello.

##### Procedimiento

1. Inicie una lluvia de ideas en torno a las siguientes preguntas: ¿En qué pensamos cuando escuchamos la palabra carbono? ¿en qué piensan cuando leen o escuchan la palabra carbono? ¿qué otras palabras se les ocurren que puedan estar asociadas a esta palabra?
2. Anote estas palabras en el pizarrón y enlázelas para mostrar las relaciones entre ellas y el carbono.

#### Actividad 2. ¿Qué contiene carbono?

##### Objetivo

Identificar qué objetos contienen carbono y reconocer que los que derivan de organismos vivos tienen carbono.

##### Materiales

- Varios objetos diferentes hechos de carbono (tales como una hoja, una rama seca, un hueso, un plástico, un pedazo de carbón, un grano de maíz u otro alimento, o algo hecho de algodón o lana) y varios que no contengan carbono (tales como vidrio o metal).
- Lazos
- Letreros ‘Con carbono’ y ‘Sin carbono’

##### Procedimiento

1. Divida al grupo en varios equipos y organice a los integrantes por parejas. A cada pareja se le proporciona un lazo para que con él se amarren un pie cada uno.
2. Por medio de carreras de relevos, en parejas, clasificarán un conjunto de objetos de acuerdo a si contienen o no carbono en su composición química. Cada pareja toma un objeto y corre hacia un sitio en donde se encuentran dos letreros que dicen: ‘Con carbono’ y ‘Sin carbono’, vuelven con su equipo y le proporcionan el lazo, el equipo siguiente hará lo mismo hasta terminar los objetos. Para saber dónde deben colocarlo pueden consultar con su equipo cada vez que salgan.
3. Al terminar se identifica al equipo que concluyó la

actividad en menos tiempo y con menos errores y se revisa la ubicación adecuada de cada una de las cosas que tienen carbono, analizando el por qué de cada decisión. Cada equipo deberá ajustar los conjuntos que había hecho.

#### Actividad 3. Las estaciones del ciclo del carbono en los bosques

##### Objetivo

Visualizar el recorrido de los átomos de carbono en el ciclo de carbono que ocurre en los bosques.

##### Materiales

- Copias de “Las Estaciones del Ciclo del Carbono en los bosques” de la Hoja del estudiante.
- Seis dados (opcional). Si no se dispone de dados, la actividad puede hacerse con pedazos de papel numerados.
- Cuadernos de los estudiantes

##### Preparación

Haga una copia de las “Estaciones del Ciclo del Carbono en los Bosques” de la página del estudiante, ya sea a mano o fotocopia. Corte a lo largo de las líneas. En el pizarrón o utilizando papel y lápiz, haga un rótulo grande para cada una de las seis estaciones: Aire (Atmósfera), Árbol, Leña, Producto de madera, Tronco caído, y Animal. Dibuje en el pizarrón un ciclo básico del carbono.

##### Procedimiento

Se les explica a los estudiantes que estarán jugando un juego para aprender sobre el ciclo del carbono en el bosque. En este juego, cada uno de ellos representará a un átomo de carbono. Muestre a los estudiantes el ciclo básico del carbono que dibujó en el pizarrón y explique los procesos de fotosíntesis y respiración.

1. Divida al grupo entre las diferentes estaciones de acuerdo a los distintos reservorios definidos en la explicación del ciclo del carbono. Si están utilizando los dados coloque uno en cada estación.
2. Que cada estudiante tire el dado o que escoja un número entre 1 y 6, y proceda a leer el enunciado correspondiente al número y a la estación. Los estudiantes deben anotar en su cuaderno la estación en la que se encuentran, lo que les pasa con base en el número y a donde se dirigen a continuación.



# Tema 2 - Actividades

## El ciclo del carbono

### Ejemplo de apuntes en el cuaderno

Estación    ¿Que pasa?    ¿A dónde voy?  
Árbol        *El árbol se cae. Materia muerta  
debido a una  
tormenta, y muere.*

3. Cuando el profesor mencione la palabra “ciclo” los estudiantes deberán ir a la estación que indica la tarjeta. Si las instrucciones les dicen que se queden en la misma estación, entonces el estudiante deberá tirar el dado otra vez o elegir un número entre 1 y 6.
4. Repetir los pasos 2 y 3 unas diez veces más o hasta que la mayoría de estudiantes hayan pasado por la estación Árbol al menos una vez.
5. Pida a los estudiantes que escriban una breve historia desde la perspectiva del átomo de carbono que describa el viaje que realizaron a través del ciclo del carbono. Por ejemplo, un estudiante podría comenzar una historia de la siguiente forma: “Yo fui un átomo de carbono en un árbol alto. Un día vino una fuerte tormenta y tumbó el árbol al suelo. El árbol permaneció durante mucho tiempo tendido en el suelo del bosque. A medida que se descomponía yo fui liberado a la atmósfera...”
6. Comenten las siguientes preguntas:
  - ¿En cuál estación estuviste más tiempo?
  - ¿En cuál estación estuviste menos tiempo?
  - Aunque cada uno de tus viajes fue diferente, ¿hubo algo parecido entre ellos?
  - ¿En cuales estaciones se podía almacenar el carbono?
  - ¿En cuáles estaciones se libera carbono a la atmósfera?
  - ¿Cuáles son las diferentes rutas que puede tomar el átomo de carbono después de ser parte del árbol?
  - ¿Cuáles rutas liberan carbono rápidamente a la atmósfera, y cuáles almacenan carbono por largos periodos de tiempo?
  - ¿Cómo nos ayuda el ciclo del carbono a entender la relación entre los bosques y el cambio climático global?

### Para aprender más

Observe el “Ciclo del carbono” en la página del estudiante, y vea si hay algunas partes del ciclo del carbono que no están incluidas en el juego ¿Cómo las incluirías?

### Actividad 4. Concentraciones de bióxido de carbono atmosférico

#### Objetivo

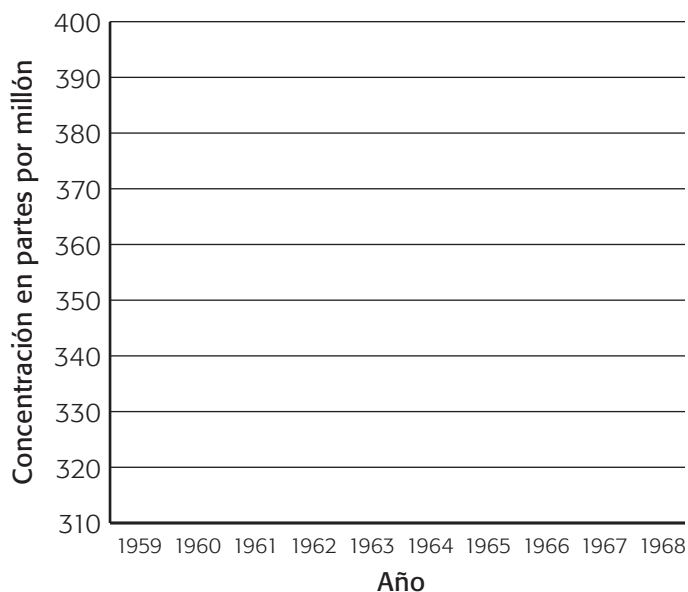
Analizar las tendencias de cambio en las concentraciones de carbono en la atmósfera.

#### Materiales

Copias de la Hoja del Estudiante sobre las concentraciones de CO<sub>2</sub> atmosférico.

#### Procedimiento

1. Divida la clase en equipos y asigne a cada equipo un periodo de entre 5 a 10 años para que lo representen en una gráfica (hay 50 años de datos). Instruya a los equipos de cómo hacer el eje x (el eje horizontal) y el eje y (el eje vertical) para que las gráficas tengan una escala uniforme. En el eje de las x se deberán colocar los años y en el eje y los valores del rango entre 310 a 400 ppm, tal como se presenta en la siguiente figura.



2. Utilizando los datos de 1959 como un ejemplo, recuerde a los estudiantes cómo hacer un gráfico de línea. Primero, ellos dibujan una línea vertical imaginaria desde donde se ubica el año de 1959 en el eje x, y a continuación dibujan una línea horizontal imaginaria desde donde se ubican las 315.98 ppm sobre el eje y. Entonces, donde estas dos líneas se cruzan se dibuja un punto en la gráfica. Para hacer los puntos de la gráfica los estudiantes conectarán todos los puntos después de haberlos trazado.

## Tema 2 - Actividades

### El ciclo del carbono







---

3. Que los equipos realicen gráficas de sus datos y tracen las líneas que conectan los puntos. Coloque las gráficas de los equipos en orden cronológico, enlazándolas por el eje de las x para así hacer una gran gráfica.
4. Pida a los estudiantes que compartan con todo el grupo sus observaciones sobre la gráfica. Entre los puntos a comentar pregunte:
  - ¿Cuál patrón fue evidente en la gráfica de 50 años?
  - ¿Cómo se comparan los datos de los últimos 5 años con los de los primeros cinco años?
  - El nivel de CO<sub>2</sub> durante 1860 fue aproximadamente de 280 ppm, ¿cómo se compara el incremento entre 1860 a 1958 con el de 1958 a 2009?
  - ¿Qué piensan que ocasionó el incremento en CO<sub>2</sub>?
  - Observando la gráfica ¿en cuánto considera el nivel de CO<sub>2</sub> para el año 2020? ¿para 2050?
  - ¿Cuáles factores podrían influenciar estas predicciones?
  - ¿Cómo podría afectar el cambio de CO<sub>2</sub> a las personas y a otros seres vivos?
5. Utilizando la información de los antecedentes, ayude a los estudiantes a entender la causa del cambio en el CO<sub>2</sub> y los efectos que podrían afectar a los mexicanos.

# Tema 2 - Hoja del estudiante




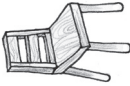


## Actividad 3. Las estaciones del ciclo del carbono en los bosques

Profesor(a): Corte las siguientes tarjetas y coloque una en cada estación alrededor del aula de clases.

<b>Estación de la atmósfera (aire)</b>		<b>¿A dónde voy?</b>
<b>Número</b>	<b>¿Qué ocurre?</b>	
1	Un árbol te toma por medio de la fotosíntesis.	 Árbol
2	Un árbol te toma por medio de la fotosíntesis.	 Árbol
3	Te quedas en la atmósfera.	 Atmósfera
4	Te quedas en la atmósfera.	 Atmósfera
5	Te quedas en la atmósfera.	 Atmósfera
6	Te quedas en la atmósfera.	 Atmósfera





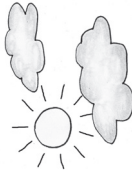

## Tema 2 - Hoja del estudiante

### Actividad 3. Las estaciones del ciclo del carbono en los bosques

<b>Estación del árbol</b>		<b>¿A dónde voy?</b>
<b>Número</b>	<b>¿Qué ocurre?</b>	
<b>1</b>	El árbol te usa para crecer, te almacena en su tallo.	 Árbol
<b>2</b>	Te quedas en el tallo del árbol.	 Árbol
<b>3</b>	Alguien corta el árbol y lo usa como leña.	 Leña
<b>4</b>	Alguien corta el árbol y lo convierte en productos de madera.	 Producto de madera
<b>5</b>	Te conviertes en parte de una nuez y te come un animal.	 Animal
<b>6</b>	Una tormenta hace caer al árbol y este muere.	 Tronco caído

## Tema 2 - Hoja del estudiante

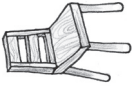
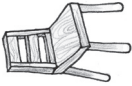
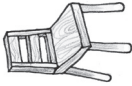
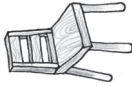

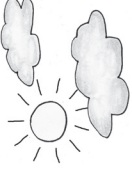
### Actividad 3. Las estaciones del ciclo del carbono en los bosques

<b>Estación de la leña</b>		<b>¿A dónde voy?</b>
<b>Número</b>	<b>¿Qué ocurre?</b>	
<b>1</b>	La madera se quema. Te liberas a la atmósfera.	 Atmósfera
<b>2</b>	La madera se quema. Te liberas a la atmósfera.	 Atmósfera
<b>3</b>	La madera se quema. Te liberas a la atmósfera.	 Atmósfera
<b>4</b>	La madera se quema. Te liberas a la atmósfera.	 Atmósfera
<b>5</b>	La madera se quema. Te liberas a la atmósfera.	 Atmósfera
<b>6</b>	La madera se quema. Te liberas a la atmósfera.	 Atmósfera







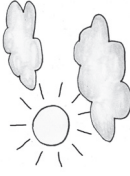

## Tema 2 - Hoja del estudiante

### Actividad 3. Las estaciones del ciclo del carbono en los bosques

<b>Estación del producto de madera</b>		<b>¿A dónde voy?</b>
<b>Número</b>	<b>¿Qué ocurre?</b>	
<b>1</b>	Te quedas almacenado en el producto de madera.	 Producto de madera
<b>2</b>	Te quedas almacenado en el producto de madera.	 Producto de madera
<b>3</b>	Te quedas almacenado en el producto de madera.	 Producto de madera
<b>4</b>	El producto se arruina, es reparado. Te quedas almacenado en él.	 Producto de madera
<b>5</b>	El producto se arruina y es quemado. Eres liberado a la atmósfera.	 Atmósfera
<b>6</b>	El producto se arruina y es quemado. Eres liberado a la atmósfera.	 Atmósfera










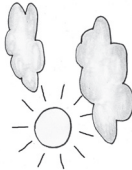


# Tema 2 - Hoja del estudiante

## Actividad 3. Las estaciones del ciclo del carbono en los bosques

<b>Estación del tronco caído</b>		<b>¿A dónde voy?</b>
<b>Número</b>	<b>¿Qué ocurre?</b>	
<b>1</b>	Te quedas almacenado en el tronco caído.	 Tronco caído
<b>2</b>	Te quedas almacenado en el tronco caído.	 Tronco caído
<b>3</b>	Te quedas almacenado en el tronco caído.	 Tronco caído
<b>4</b>	El tronco caído se descompone. Eres liberado a la atmósfera.	 Atmósfera
<b>5</b>	El tronco caído se descompone. Eres liberado a la atmósfera.	 Atmósfera
<b>6</b>	El tronco caído se descompone. Eres liberado a la atmósfera.	 Atmósfera

# Tema 2 - Hoja del estudiante

## Actividad 3. Las estaciones del ciclo del carbono en los bosques

<b>Estación del animal</b>		<b>¿A dónde voy?</b>
<b>Número</b>	<b>¿Qué ocurre?</b>	
1	El animal respira (te exhala). 	 Atmósfera
2	El animal respira (te exhala). 	 Atmósfera
3	El animal te almacena en sus células. 	 Animal
4	Al animal se lo come otro animal. 	 Animal
5	El animal se muere y se descompone. Eres liberado a la atmósfera. 	 Atmósfera
6	El animal se muere y se descompone. Eres liberado a la atmósfera. 	 Atmósfera

## Tema 2 – Hoja del estudiante

### Actividad 4. Concentraciones de bióxido de carbono atmosférico

Desde 1959, los científicos han medido la cantidad de CO<sub>2</sub> en la atmósfera de la Tierra desde un lugar en el volcán Mauna Loa en Hawaii, un grupo de islas en el sur del Océano Pacífico. Este lugar tiene uno de las mejores ubicaciones para medir el CO<sub>2</sub> porque no hay plantas o actividad humana en los alrededores, que puedan influenciar las mediciones. (Cualquier ventilación de gas no se toma en cuenta en los registros.) Los datos de Mauna Loa son considerados como registros exactos de la concentración de CO<sub>2</sub> en la región.

#### Concentraciones de CO<sub>2</sub> atmosférico desde 1959 hasta 2012

Año	Promedio anual	Año	Promedio anual	Año	Promedio anual
1959	315.97	1977	333.78	1995	360.80
1960	316.91	1978	335.41	1996	362.59
1961	317.64	1979	336.78	1997	363.71
1962	318.45	1980	338.68	1998	366.65
1963	318.99	1981	340.10	1999	368.33
1964	319.62	1982	341.44	2000	369.52
1965	320.04	1983	343.03	2001	371.13
1966	321.38	1984	344.58	2002	373.22
1967	322.16	1985	346.04	2003	375.77
1968	323.04	1986	347.39	2004	377.49
1969	324.62	1987	349.16	2005	379.80
1970	325.68	1988	351.56	2006	381.90
1971	326.32	1989	353.07	2007	383.77
1972	327.45	1990	354.35	2008	385.59
1973	329.68	1991	355.57	2009	387.37
1974	330.18	1992	356.38	2010	389.85
1975	331.08	1993	357.07	2011	391.62
1976	332.05	1994	358.82	2012	393.81

# Tema 3

## Árboles y carbono

### Resumen

Los bosques almacenan más carbono que cualquier otro ecosistema terrestre y la tasa de pérdida de la cobertura boscosa es una de las causas principales que generan el cambio climático.<sup>5</sup> En este tema los estudiantes profundizarán sobre el papel que realizan los bosques para capturar carbono a través de la medición de un árbol y la estimación de la cantidad de carbono que éste tiene almacenado.

### Objetivos

- Los estudiantes realizarán un pequeño experimento para visualizar la producción de CO<sub>2</sub> en la combustión y desarrollarán un protocolo para estimar el contenido de carbono en árboles.
- Que el alumno comprenda el papel fundamental de los árboles en la captura de carbono.
- Los estudiantes entenderán que los árboles más altos y grandes tienen mayor capacidad para almacenar más carbono.

### Evaluación

Evalúe la comprensión de los estudiantes sobre el tema, pídeles que escriban un párrafo o que dibujen un diagrama en el que expliquen cómo medir un árbol, para así poder determinar la cantidad de carbono almacenado.

### Materias

- Ciencias Naturales
- Matemáticas
- Ciencias Sociales

### Habilidades

- observar
- comparar y contrastar
- analizar e interpretar

### Antecedentes

En esta sección se aborda el papel que juegan los bosques y las selvas dentro del Ciclo del carbono. Este es uno de los puntos de encuentro entre nuestras comunidades y los grandes ciclos del planeta.

Las plantas utilizan el carbono como materia prima de todos sus tejidos, y en especial para los tejidos de soporte. A medida que los árboles crecen absorben el dióxido de carbono de la atmósfera y almacenan el

carbono en sus troncos, ramas y raíces. Debido a que los bosques almacenan más carbono del que liberan, se les conoce como “sumideros” de carbono. Como recordarás, dentro del ciclo del carbono, los bosques y las selvas son considerados como uno de los almacenes de carbono (en forma sólida) más importantes dentro del ciclo de este elemento.

Las plantas absorben el CO<sub>2</sub> del aire y a través de las reacciones bioquímicas de la fotosíntesis utilizan la energía que proviene del sol para separar las moléculas de CO<sub>2</sub> que absorbieron, además de agua que absorben del suelo. El producto residual de esta reacción es el oxígeno, el cual es liberado de regreso hacia la atmósfera.

Una vez aislado el átomo de carbono del oxígeno, la planta puede sintetizar todas las moléculas que requiere para vivir, como carbohidratos, almidones, azúcares, celulosa, etc. Todas estas moléculas tienen una estructura básica de carbono, y la planta nuevamente requiere de energía para realizar estos procesos de síntesis. (Durante la noche, una planta no dispone de energía solar, así que respira igual que los animales para sintetizar su alimento).

La cantidad de carbono que cada árbol individual puede almacenar depende de la especie, tamaño y la edad del árbol. En general, a mayor tamaño mayor cantidad de carbono almacenado. También, los árboles que crecen más rápido aumentan la cantidad de carbono almacenado más rápidamente.

Cuando quemamos leña, el CO<sub>2</sub> almacenado en la madera regresa a la atmósfera. La deforestación, provoca que el carbono almacenado en la madera regrese hacia la atmósfera. Si este proceso se realiza de manera moderada, los cambios en la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera pueden ser regulados por el propio ciclo del carbono, sin demasiado problema. Los problemas comienzan cuando las actividades de

<sup>5</sup> Fuentes: <http://www.wri.org/publication/content/8272>; <http://www.fao.org/docrep/003/y0900e/y0900e06.htm>; <http://www.climate.org/publications/Climate%20Alerts/sept2012/where-is-the-carbon.html>



## Tema 3

# Árboles y carbono

---

destrucción de los bosques aumentan demasiado a escala planetaria, ya que la población humana sigue creciendo y demanda cada vez más alimentos y recursos. Si a todo el CO<sub>2</sub> que produce la industria y el transporte le agregamos todo el CO<sub>2</sub> que produce la destrucción de los bosques, entonces la atmósfera comienza a acumular niveles de CO<sub>2</sub> peligrosos, el efecto invernadero incrementa su capacidad de acumular calor y, en consecuencia, la temperatura del planeta aumenta.

Cuando las comunidades protegen a sus bosques y cuidan de que el uso sea moderado, están ayudando a mantener estables los niveles de CO<sub>2</sub> en el aire, están manteniendo los reservorios de carbono en buen estado. Es decir, la cultura del cuidado y el uso adecuado de los bosques, además de proveernos de recursos para nuestra vida diaria (madera, alimento, resinas, material de construcción), y de formar parte de nuestra identidad cultural, también tiene un papel esencial para conservar el clima de la Tierra, manteniendo temperaturas estables y moderadas para que los procesos

de la vida continúen a lo largo del tiempo.

Los bosques están entre los sumideros de carbono más importantes. Almacenan alrededor de 289 millones de toneladas métricas (ton) de carbono sólo en los árboles y las plantas. El carbono total almacenado en los bosques—incluyendo los árboles, plantas, madera muerta, material en descomposición y el suelo, es más que todo el carbono en la atmósfera.<sup>6</sup> Los bosques almacenan más carbono que cualquier otro ecosistema terrestre, y más carbono que todos los depósitos de petróleo del mundo.<sup>7</sup>

Al almacenar el carbono, los bosques disminuyen el porcentaje de dióxido de carbono que se acumula en la atmósfera. Una forma por la cual las personas deseamos reducir o revertir la acumulación de CO<sub>2</sub> en la atmósfera terrestre -y el cambio climático global- es incrementando la cantidad de carbono almacenada en los bosques.

<sup>6</sup> Fuente: <http://www.fao.org/news/story/en/item/40893/icode/>

<sup>7</sup> Fuente: <http://www.fao.org/forestry/52980/es/>

# Tema 3 - Actividades

## Árboles y carbono

### Actividad 1. La cascada de humo

#### Objetivo

Observar la combustión del papel y la conversión del carbono de estado sólido a bióxido de carbono gaseoso.

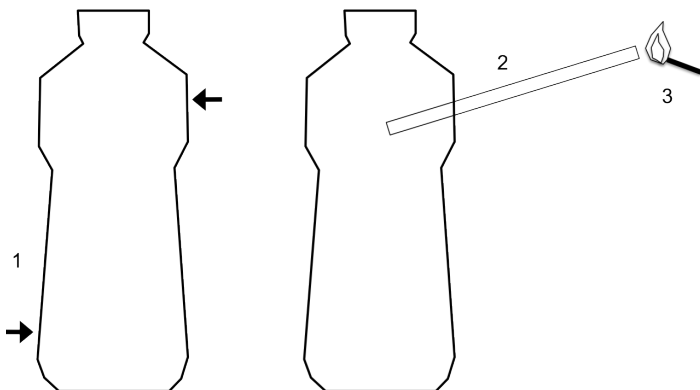
#### Materiales

- una botella de plástico transparente
- una hoja de papel
- tijera
- cerillos

#### Procedimiento

Esta actividad puede realizarse en equipos de 5 o 6 integrantes, procure hacerla en un lugar ventilado pero sin mucho viento.

1. Cada equipo tomará una botella de plástico cerrada y le hará dos agujeros pequeños en el costado de la botella, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.
2. Con una tira de papel se hará un cilindro hueco del tamaño de un lápiz y uno de sus extremos se introducirá en el agujero superior de la botella de tal forma que quede inclinado hacia abajo.
3. Con cuidado se encenderá con un cerillo el otro extremo y se observa lo que sucede.



4. Una vez finalizado el experimento, discuta con los estudiantes:
  - ¿De qué está formada la hoja de papel y cuáles fueron los residuos que dejó la hoja al quemarse?
  - ¿Qué sucede cuando se quema madera, y qué sucede cuando la madera se descompone?
  - ¿Qué cantidad de residuos se liberan cuando ocurre un incendio en el bosque?
  - ¿Cómo se contrarresta la liberación de residuos?

- ¿Cuánto carbono puede capturar y almacenar un árbol?

### Actividad 2. Medición del contenido de carbono de un árbol

#### Objetivo

Estimar el contenido de carbono que puede tener un árbol.

#### Materiales

- regla
- cinta para medir
- cuaderno de anotaciones u Hoja del estudiante

#### Preparación

Antes de comenzar la actividad seleccione uno o más árboles para que los estudiantes los midan.

#### Procedimiento

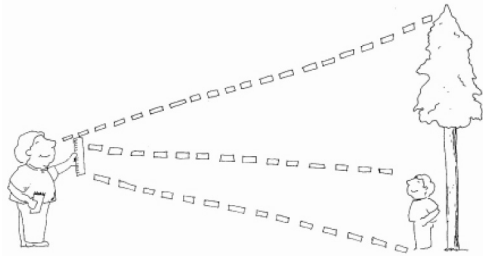
1. Recuerde a los estudiantes sobre el ciclo del carbono aprendido en el Tema 2, y pregunte:
  - ¿En qué parte del ciclo del carbono se almacena el carbono? (Árboles y productos de madera)
  - ¿Cuánto carbono piensan que puede almacenar un árbol?
  - ¿Creen que los árboles grandes almacenan más o menos carbono que uno pequeño? ¿Cuál es la razón para eso?
2. Explique que, como los bosques contienen muchos árboles, constituyen uno de los depósitos de carbono más grande del mundo. Los estudiantes aprenderán cómo medir un árbol y luego utilizarán esa información para determinar cuánto carbono está almacenado en el árbol.
3. Lleve a los estudiantes a medir el árbol o árboles seleccionados. Los estudiantes deben llevar sus cuadernos para anotar las medidas.
4. Pida a los estudiantes que calculen la circunferencia del árbol (qué tan grande es el contorno) en centímetros, y que lo anoten en sus cuadernos.
5. Indíqueles que los técnicos forestales siempre miden el ancho de un árbol desde una distancia de 1.3 metros arriba del suelo. Para que vean por qué este estándar es tan importante, ayude a los estudiantes a medir la circunferencia del árbol a 0.5 metros, 1 metro, 2 metros desde el suelo usando una cuerda y una regla, o una cinta para medir. Pregunte a los

## Tema 3 - Actividades

### Árboles y carbono

estudiantes qué pasaría si todos midiéramos los árboles a diferentes alturas. (Cada uno obtendría diferentes resultados.)

- Ayude a los estudiantes a medir la circunferencia a 1.3 metros, que anoten sus mediciones en sus cuadernos (Ver Hoja del Estudiante). Solicite a los estudiantes que comparen sus mediciones reales con sus mediciones calculadas.
- Divida la clase en parejas, y pídale a cada pareja que determine la altura de un árbol usando el siguiente método:



- El estudiante A se para en la base del árbol.
- El estudiante B sostiene la regla o el lápiz a la distancia del brazo totalmente extendido, a una distancia lejos del árbol.
- El estudiante B alinea la parte de abajo de la regla o del lápiz con los pies del estudiante A y coloca el pulgar para marcar el lugar donde se alinea con la cabeza del estudiante B. Esta longitud representa la altura a escala del estudiante A.
- El estudiante B mueve la regla o el lápiz para ver cuántas alturas (a escala) del estudiante A se necesitan para llegar a la punta del árbol.
- El estudiante B mide la altura real del estudiante A y

la multiplica por el resultado anterior. Por ejemplo: si la altura del estudiante A es 140 cm y para alcanzar la punta del árbol se necesitan 6 alturas a escala, entonces la altura del árbol es  $140 \times 6 = 8.4$  m.

- Los estudiantes pueden anotar las mediciones en sus cuadernos usando “Muestra de Hoja de datos para el Registro de Mediciones de Árboles” Que las parejas comparen sus cálculos de la altura del árbol. ¿Qué tan parecidas son? ¿Qué podría explicar la diferencia?
- Ayude a los estudiantes a usar la Hoja del estudiante sobre “¿Cómo cuánto carbono hay en un árbol?” para que determinen la cantidad aproximada de carbono almacenada en un árbol.
- Pregunte a los estudiantes ¿Cuáles fueron los árboles con mayor contenido de carbono, cuáles los de menor contenido? De dos árboles con la misma circunferencia pero diferente altura, ¿cuál tiene más carbono? De dos con la misma altura pero diferente circunferencia, ¿cuál tienen más carbono? ¿Los árboles medidos podrían almacenar más carbono? ¿Hay otros bosques en la región que puedan almacenar más carbono? ¿En qué otras plantas se almacena carbono?

#### Para aprender más

Ayude a que los estudiantes usen una guía de campo o consulten a una persona mayor o un técnico forestal para identificar las especies de los árboles que midieron. En general, ¿cómo se compara el tamaño de esta especie de árbol a otros árboles descritos en la página? Averigüe cómo los trabajadores forestales en su comunidad miden los árboles y para qué usan las medidas de los árboles.

## Tema 3 – Hoja del estudiante

### Actividad 2. ¿Cómo cuánto carbono hay en un árbol?

---

#### Hoja de Datos para el Registro de Mediciones de Árboles

##### Tipo de árbol

¿Qué árbol se está midiendo? \_\_\_

##### Circunferencia del árbol

¿Qué es la circunferencia del árbol?

Calcule (en centímetros): \_\_\_ cm

Circunferencia a la altura del pecho (a 1.3 m arriba del suelo): \_\_\_ cm

Circunferencia a la altura del pecho, en metros: \_\_\_ m

##### Altura del árbol

Sostenga la regla o el lápiz lejos a la distancia del brazo extendido con la parte de abajo alineada con los pies de su compañero. Marque con su pulgar el lugar donde se alinea la cabeza de su compañero.

Cantidad longitudes de lápices o reglas que se necesitan para llegar a la punta del árbol: \_\_\_

Altura real del compañero: \_\_\_ cm

Altura del árbol = Número de longitudes x altura del compañero: \_\_\_ cm

Altura del árbol, en metros: \_\_\_ m

##### ¿Cómo cuánto carbono hay en un árbol?

Use la siguiente tabla para encontrar un estimado de la cantidad de carbono almacenado en un árbol, con base en la circunferencia a la altura del pecho y altura del árbol. La cantidad estimada de carbono está en kilogramos.

## Tema 3 - Hoja del estudiante

### Actividad 2. ¿Cómo cuánto carbono hay en un árbol?

Use esta tabla para encontrar un estimado de la cantidad de carbono almacenado en un árbol, en base a la circunferencia a la altura del pecho y altura del árbol. La cantidad estimada de carbono está en kilogramos.

Circunferencia a la altura del pecho (en m)

	0.25	0.5	0.75	1.0	1.25	1.5	1.75	2.0	2.25	2.5	2.75	3.0	3.25	3.5	3.75	4.0	4.25	4.5
2	10	14	19	26	36	48	61	77	95	115	138	162	189	217	248	281	316	353
4	11	18	28	43	62	86	113	145	181	221	266	315	368	425	486	552	622	696
6	13	22	38	60	89	124	165	213	267	327	394	467	547	633	725	823	928	1040
8	14	26	48	77	115	162	217	281	353	433	522	620	726	840	963	1095	1235	1383
10	15	31	57	94	142	200	269	349	439	539	651	773	905	1048	1202	1366	1541	1727
12	16	35	67	111	168	238	321	416	525	645	779	925	1084	1256	1440	1638	1848	2070
14	14	39	76	128	195	276	373	484	610	751	907	1078	1263	1464	1679	1909	2154	2414
16	18	43	86	145	221	315	425	552	696	857	1035	1231	1443	1672	1917	2180	2460	2757
18	19	48	95	162	248	353	477	620	782	963	1164	1383	1622	1879	2156	2452	2767	3101
20	20	52	105	179	274	391	529	688	868	1069	1292	1536	1801	2087	2394	2723	3073	3444
22	21	56	114	196	301	429	581	756	954	1175	1420	1688	1980	2295	2633	2994	3379	3787
24	22	60	124	213	327	467	633	823	1040	1281	1549	1841	2159	2503	2872	3266	3686	4131
26	23	64	133	230	354	505	685	891	1126	1387	1677	1994	2338	2710	3110	3537	3992	4474
28	24	69	143	247	380	544	737	959	1211	1493	1805	2146	2517	2918	3349	3809	4298	4818
30	25	73	152	264	407	582	789	1027	1297	1599	1933	2299	2697	3126	3587	4080	4605	5161
32	26	77	162	281	433	620	840	1095	1383	1705	2062	2452	2876	3334	3826	4351	4911	5505
34	27	81	172	298	460	658	892	1163	1469	1811	2190	2604	3055	3541	4064	4623	5217	5848
36	28	86	181	315	486	696	944	1231	1555	1917	2318	2757	3234	3749	4303	4894	5524	6192
38	29	90	191	332	513	734	996	1298	1641	2023	2446	2910	3413	3957	4541	5166	5830	6535
40	31	94	200	349	539	773	1048	1366	1727	2129	2575	3062	3592	4165	4780	5437	6137	6879
42	32	98	210	366	566	811	1100	1434	1813	2235	2703	3215	3772	4373	5018	5708	6443	7222
44	33	103	219	382	592	849	1152	1502	1898	2341	2831	3368	3951	4580	5257	5980	6749	7565
46	34	107	229	399	619	887	1204	1570	1984	2448	2960	3520	4130	4788	5495	6251	7056	7909
48	35	111	238	416	645	925	1256	1638	2070	2554	3088	3673	4309	4996	5734	6522	7362	8252

Altura (en m)

Estos estimados están basados en el supuesto de que  $V$  (volumen del árbol) =  $0.0567 + 0.5074 * (CBH/m)^2 * H$ ; que  $D$  (densidad de la madera) =  $0.6 \text{ g/cm}^3$ ; que el agua constituye 45% de la masa del árbol; que  $M$  (masa de la madera) =  $0.55 * V * D$ ; y que la masa del carbono en la madera es 0.5 de la masa de la madera.



## Tema 4

# Los bosques de México y los bosques de Oaxaca

### Resumen

Los bosques incorporan el carbono en sus estructuras vegetales. El estado de Oaxaca es uno de los más diversos en el país, con varios tipos de bosques y selvas en su territorio. En esta sección los estudiantes conocerán la distribución de los bosques y los humanos alrededor del mundo, el proceso de cambio de uso de suelo en el estado de Oaxaca, las causas que determinan la pérdida de cobertura boscosa y sus consecuencias.

### Objetivos

- Los estudiantes estimarán el porcentaje de cobertura boscosa perdida durante un período de 20 años en el estado de Oaxaca.
- Los estudiantes identificarán las causas de los cambios en los bosques en el país y en el estado de Oaxaca.

### Evaluación

Que los estudiantes discutan las causas que provocan la deforestación e identifiquen aquellas que operan en sus comunidades.

### Materias

- Ciencias Naturales
- Ciencias Sociales
- Matemáticas
- Lenguaje

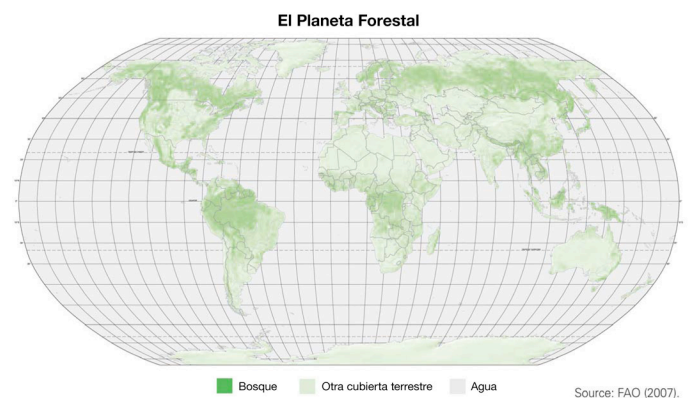
### Habilidades

- analizar
- clasificar y categorizar
- interpretar
- hacer gráficas

### Antecedentes

Los bosques son “sumideros” naturales de carbono pues los árboles absorben el CO<sub>2</sub> e incorporan el carbono a sus troncos, hojas, tallos y raíces. Cuando se corta un bosque el carbono almacenado es liberado de regreso a la atmósfera; si el bosque se quema el carbono se libera rápidamente, y si los troncos cortados se dejan en el suelo o se aprovechan, su liberación a la atmósfera es lenta a través de su descomposición por microorganismos y hongos.

Los bosques constituyen más de un cuarto del área terrestre de la Tierra y almacenan una enorme cantidad de carbono; sin embargo, durante el período de 2000 a 2011 se perdieron aproximadamente 13 millones de hectáreas cada año, lo equivalente a 1.4 veces la



**Figura 1.** Distribución de los bosques y selvas alrededor del planeta. Fuente: FAO, 2007.

superficie del estado de Oaxaca. Se ha estimado que la magnitud de la deforestación en los trópicos equivale a la liberación de 1.5 mil millones de toneladas de carbono anuales a la atmósfera.

Los esfuerzos para reducir los procesos de deforestación y degradación de los bosques contribuyen a disminuir la emisión de gases del efecto invernadero y, en última instancia, el calentamiento global. En general, las causas principales que explican la pérdida de superficie boscosa son la tala inmoderada, la expansión de la agricultura y la ganadería extensiva, las cuales generan además procesos de desertificación, fragmentación de los hábitats, pérdida de biodiversidad, el cambio climático global y la reducción de los servicios ecosistémicos.

Para evitar la deforestación y la degradación de los bosques, es útil comprender las causas. Las causas o razones de la deforestación son diferentes, dependiendo de la región. En Asia continental, por ejemplo, la madera comercial es la principal causa de éstas. Pero en África, los factores dominantes son la recolección de leña, el crecimiento de las poblaciones humanas y la poca claridad de los derechos territoriales.

## Tema 4

# Los bosques de México y los bosques de Oaxaca

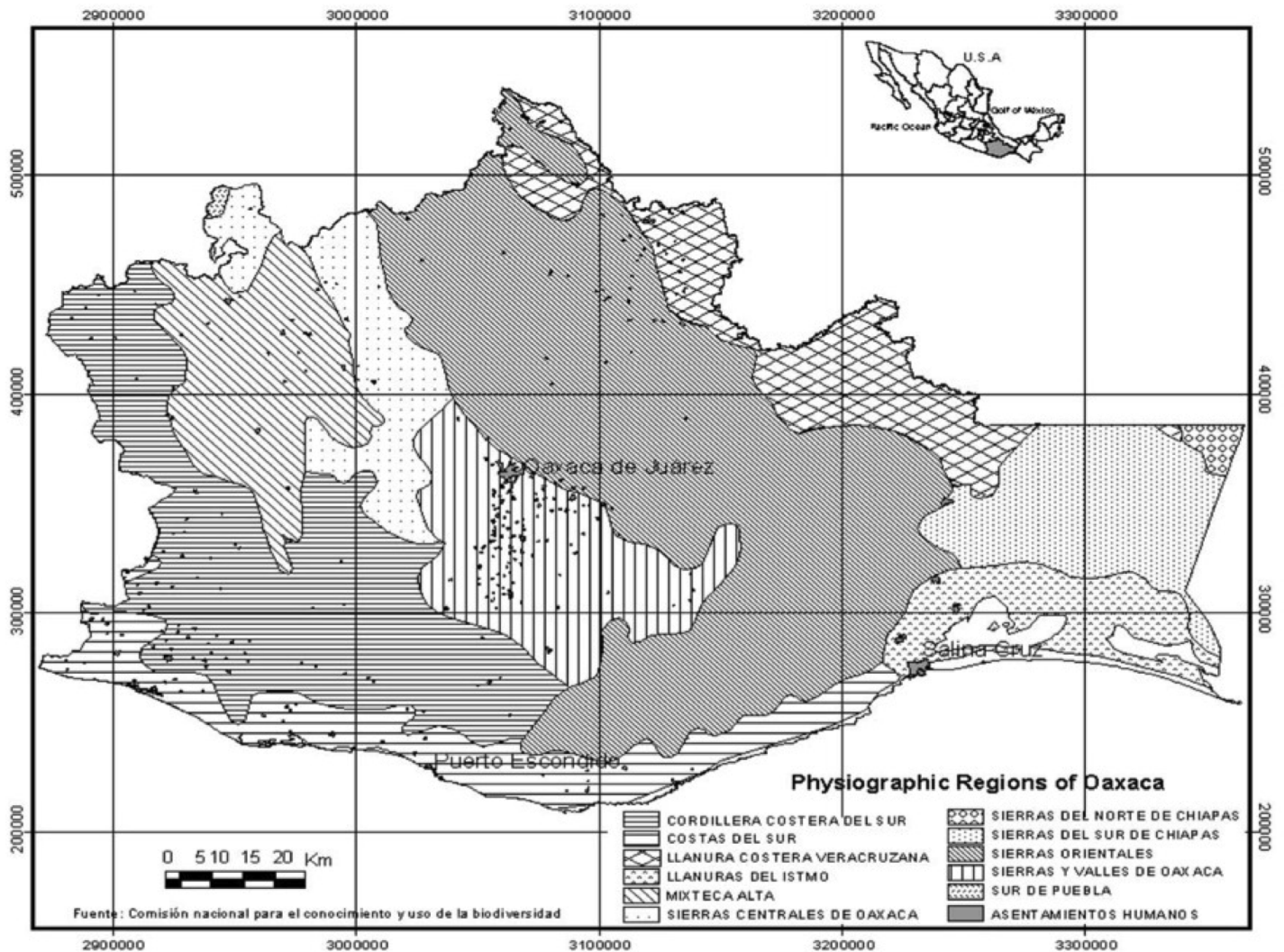


Figura 2. Regiones fisiográficas de Oaxaca (CONABIO, Velázquez *et al.* 2003).

El principal factor de la deforestación en Oaxaca es el crecimiento de la frontera agrícola y ganadera; sin embargo también juega un papel importante la extracción de recursos forestales, como la explotación de madera, los incendios forestales provocados por el ser humano, así como la expansión de los centros urbanos e industriales. Es importante tener en cuenta que estos factores no están aislados, sino que están relacionados entre sí. Por ejemplo, el crecimiento de la población humana demanda nuevos espacios para desarrollar la agricultura y ganadería; así como el desarrollo de nuevas vías de comunicación favorece el acceso a nuevas áreas para explotar los recursos naturales.

### Los Bosques de Oaxaca

El estado de Oaxaca es una de las regiones con más biodiversidad en el mundo, entendida ésta como diversidad de especies biológicas, diversidad de ecosistemas, diversidad de paisajes, e incluso como diversidad cultural. Varias causas explican esta condición tan particular del estado, una de las principales la constituye la intensa actividad tectónica que ha generado una orografía muy compleja con sierras, valles y planicies, las cuales abarcan un gradiente de altitud que va de 0 a 3700 msnm. En cada una de estas regiones se generan condiciones climáticas y de suelos muy particulares, debido a lo cual en el territorio de Oaxaca podemos encontrar representados todos los tipos de vegetación de México.



## Tema 4

# Los bosques de México y los bosques de Oaxaca

Se han clasificado 11 regiones fisiográficas y asociadas a éstas 11 tipos distintos de vegetación. Los principales tipos de bosques que se encuentran en el estado son:

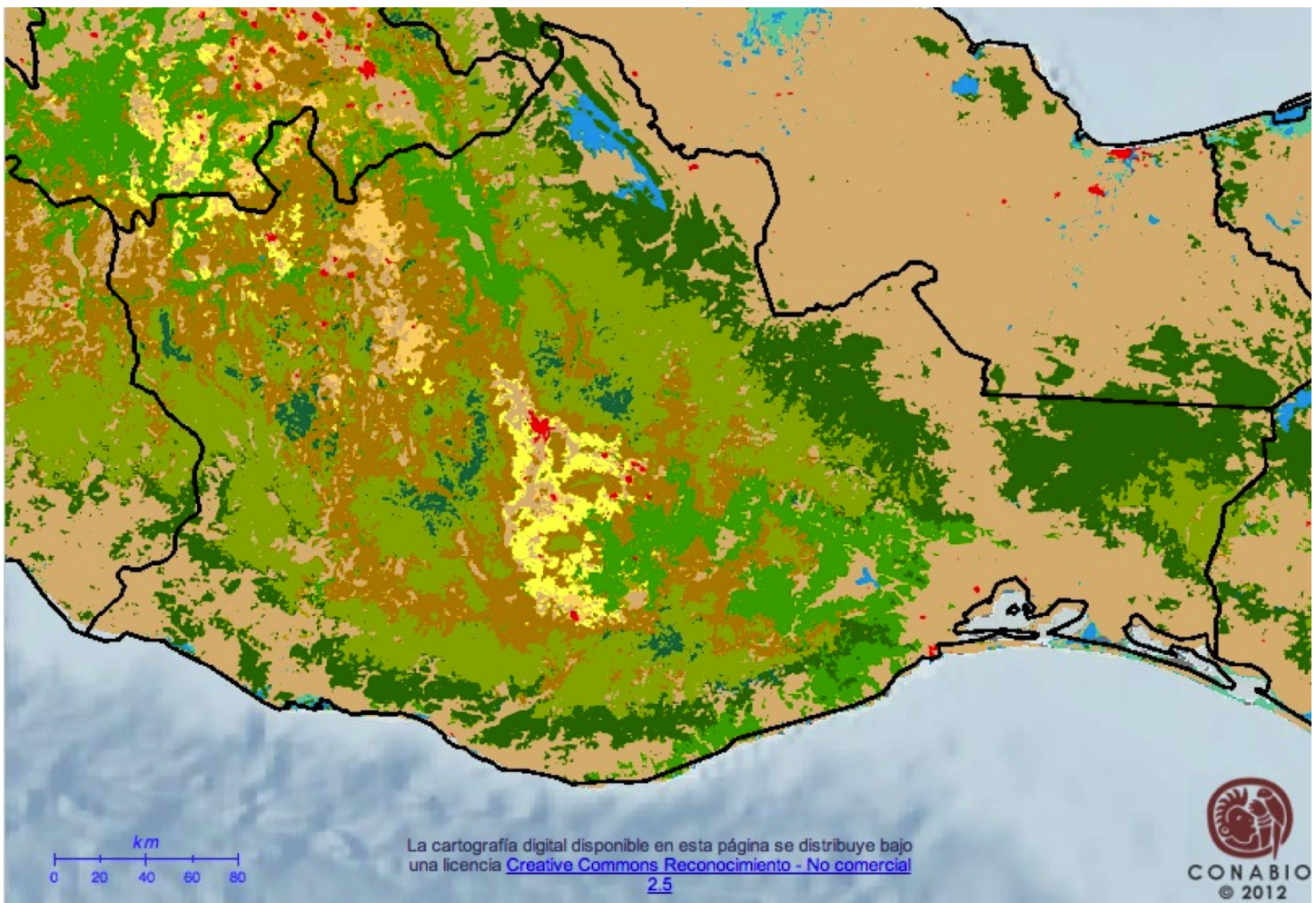
- Bosques templados: bosques de coníferas (cedro, pino, abeto); bosques de pino-encino; bosques de encino; bosques de niebla.
- Bosques tropicales: Selvas húmedas y subhúmedas (altas y medianas)
- Selvas húmedas caducifolias y subcaducifolias (altas, medianas y bajas.)

En la siguiente imagen se puede observar la distribución de la cobertura boscosa en el estado, como podrás apreciar todavía existe una superficie importante del territorio de Oaxaca que posee selvas y bosques (representados en tonos verdes claros y oscuros).

De acuerdo con la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus cifras en inglés), casi la mitad de la población del planeta aún depende directamente de la explotación de recursos forestales (3 mil millones de personas), y en Oaxaca en particular, esta situación prevalece en buena parte del estado. Es así, que la pérdida de cobertura vegetal natural ha sido muy alta durante las últimas décadas en este estado.

En un estudio científico realizado en el 2003<sup>8</sup> se cuantificó la existencia actual y la pérdida de cobertura vegetal en Oaxaca durante el período de 1979-2001. De este análisis podemos extraer información muy importante

<sup>8</sup> Velázquez, A., Durán, E., Ramírez, I., Mas, J.F., Bocco, G., Ramírez, G., Palacio, J.L. (2003). Land use-cover change processes in highly biodiverse areas: the case of Oaxaca, Mexico. *Global environmental change*, 13, 175-184



**Figura 3.** Distribución de la cobertura vegetal natural del estado de Oaxaca. Los tonos verdes representan las zonas de bosques templados y selvas húmedas y subhúmedas (Fuente: CONABIO 2005).

## Tema 4

# Los bosques de México y los bosques de Oaxaca

---

para analizar los procesos de pérdida de cobertura boscosa en el estado y discutir sus consecuencias. Por ejemplo, casi el 40% de la superficie del estado está cubierta por bosques templados; en general, se puede considerar que el estado presenta un mosaico complejo en el que se distribuyen los distintos tipos de vegetación mezclados con el uso humano de la tierra.

Durante este período de 20 años, se perdió el 20% de la vegetación templada y el 17% de la vegetación tropical; las tasas de deforestación observadas en bosques templados y mesófilos fue de 1% anual, mientras que en los bosques tropicales de 2% anual. En términos generales, se perdió una superficie de vegetación natural total de 7500 km<sup>2</sup> en todo el estado; para tener una idea de la magnitud de esta superficie podemos compararla con la superficie que ocupan todos los municipios mixes en Oaxaca, los cuales se distribuyen en poco más de 6000 km<sup>2</sup>. Este estudio estima que si

estas tasas se mantienen en el futuro, para el año 2020 sólo quedaría en Oaxaca la quinta parte de la superficie de vegetación natural actual.

El proceso de degradación y pérdida de cobertura vegetal se realiza dentro de un ciclo que inicia a partir de una superficie con cobertura vegetal natural (bosques, selvas o vegetación xerófila), la cual puede sufrir un proceso de degradación lenta derivada de su utilización para la extracción de leña o de árboles individuales; si este uso se mantiene durante mucho tiempo puede generar una superficie transformada totalmente para el uso humano. Una segunda vía la constituye la transformación rápida de la cobertura boscosa en un uso de suelo agrícola o ganadero. El ciclo puede cerrarse cuando una superficie transformada es abandonada y se permite un proceso de regeneración natural de la vegetación; este proceso se ha observado en regiones en donde la migración es alta.

# Tema 4 - Actividades

## Los bosques de México y los bosques de Oaxaca

### Actividad 1. Los bosques en el mundo

#### Objetivo

Conocer la distribución de los bosques en el mundo.

#### Materiales

- cuerda o lazo
- cinta de medir
- cinta adhesiva

#### Procedimiento

1. Corte el lazo en las longitudes que se indican, ponga una etiqueta a cada pieza, con la cinta adhesiva que tiene el nombre del continente correspondiente:

- África – 7.5 metros
- Australia – 2.1 metros
- Eurasia – 14.4 metros
- Centro y Sudamérica – 4.8 metros
- Norteamérica – 6.3 metros

Tenga disponible un globo terrestre, un mapamundi, o una copia del mapa del mundo anteriormente mostrado.

2. Divida la clase en cinco grupos y de a cada uno una pieza de lazo cortado.
3. En un área despejada en el suelo del salón de clases o afuera, que los grupos hagan una figura de su continente. Los estudiantes pueden guiarse viendo en el globo terrestre o en el mapamundi. Ayude a los estudiantes a que orienten los continentes según su ubicación en el mapa del mundo.

	Porcentaje de la cubierta boscosa del mundo	Número de estudiantes para representar la distribución de la cubierta boscosa <sup>9</sup>	Porcentaje de la población humana del mundo	Número de estudiantes para representar la distribución de la población <sup>10</sup>
África	13%	3	14%	4
Australia	5%	1	1%	0
Eurasia	47%	12	71%	18
Centro y Sur América	20%	5	9%	2
Norte América	15%	4	5%	1

<sup>9</sup> Cada estudiante representa aproximadamente 16 millones de hectáreas de bosque.

<sup>10</sup> Cada estudiante representa aproximadamente 265 millones de personas.

4. Pregunte a los estudiantes cuál continente, piensan ellos, tiene más tierras boscosas y cuál menos. Utilizando la información del cuadro de abajo, que el número indicado de estudiantes se pare dentro de la forma de cada continente, para así representar la distribución de los bosques en los diferentes continentes (Si tiene menos de 25 estudiantes en la clase, tendrá que ajustar proporcionalmente el número).

### Actividad 2. Modificación del paisaje en el tiempo

#### Objetivo

Comprender que el paisaje no es algo estático, que el bosque es un elemento con el que las poblaciones humanas interactúan constantemente y que éste se modifica con una mayor o menor intensidad de uso.

#### Preparación

Esta actividad debe adecuarse a la comunidad en donde se ubique la escuela. Para ello, deben buscarse fotografías viejas (20 años o más) del paisaje local, indagando con personas ancianas, en algún archivo municipal o personal. Tomar fotografías recientes del mismo paisaje.

#### Procedimiento:

1. Una vez que se tengan los pares de fotografías, se pueden formar equipos de estudiantes y a cada uno entregarles un par de fotografías. Se les proporciona en primer lugar la fotografía vieja para que identifiquen el sitio que muestra la foto, el lugar donde fue tomada y los cambios que han ocurrido al día de hoy
2. Entregue ahora la fotografía reciente para comparar



# Tema 4 - Actividades

## Los bosques de México y los bosques de Oaxaca

los cambios en el paisaje.

3. Después de analizar las fotografías, discuta con los estudiantes cuál es el estado actual de los bosques de la comunidad ¿Hay hoy más o menos bosque que en el que se aprecia en la fotografía? ¿En qué estado de conservación se encuentra dicho bosque?
4. Pregunte a los alumnos cómo les gustaría que el paisaje fuera después de varios años y qué acciones deberán efectuarse para lograr tal fin.

### Actividad 3. Transformación de la vegetación

#### Objetivo

Identificar todos los tipos de vegetación de Oaxaca y evaluar los cambios en la cobertura forestal en el período reciente.

#### Forma de trabajo

Por equipos de 5 personas.

#### Materiales

- juego de mapas de la vegetación de Oaxaca
- mapa (transparencia) de transformación de la cobertura forestal (1979-2001<sup>11</sup>)
- matriz de puntos (transparencia)

#### Procedimiento

1. Divida al grupo en equipos de 5 personas y dé a cada equipo 1 mapa de un tipo de vegetación, el mapa de transformación de la cobertura forestal (transparencia) y la matriz de puntos. Cada uno de los mapas de vegetación representa uno de los principales tipos de cobertura boscosa que se encuentran en el estado de Oaxaca (5 tipos), mientras que el mapa de transformación de la cobertura forestal representa las zonas forestales que fueron transformadas durante el período 1979-2001.
2. El mapa de transformación de la cobertura forestal presenta dos categorías ilustradas en dos tonos de color: 1) naranja: vegetación que fue deforestada o degradada, y 2) verde: zonas deforestadas o de vegetación degradada que se regeneraron durante el período de 1979 a 2001.
3. En primer lugar, pida a los estudiantes que ubiquen

en qué parte del mapa está su comunidad y cuál es el tipo de vegetación que predomina. Cada equipo debe realizar una descripción general de las características de la vegetación dominante de su localidad, por ejemplo: altura promedio del dosel, clima, especies de plantas dominantes, especies de plantas y animales útiles que se extraen del bosque.

4. Posteriormente, a cada equipo se le asignará un tipo de vegetación (1 mapa) para que analicen qué proceso fue dominante en dicha área de cobertura forestal durante el período de estudio; es decir, si hubo más degradación o pérdida de la vegetación natural o si hubo más procesos de regeneración de la vegetación. Esta comparación se realizará de acuerdo al porcentaje de área que ocupa cada uno de estos dos procesos respecto al área total del tipo de vegetación que les fue asignado. De forma general, esta información nos da una idea de la magnitud de la intervención humana sobre los ecosistemas naturales del estado de Oaxaca.

Primero se debe estimar la extensión total del tipo de vegetación asignado a cada equipo en unidades de la matriz proporcionada, es decir, en puntos. Se coloca el mapa del tipo de vegetación sobre la mesa y se sobrepone la matriz de puntos, alineando perfectamente los bordes de la hoja del mapa con los de la hoja de la transparencia. Enseguida se cuentan cada uno de los puntos de la matriz que caen dentro del polígono de la vegetación, de esta forma cada equipo obtendrá el número total de puntos contenidos dentro del tipo de vegetación asignado.

Posteriormente se debe estimar la proporción de cada uno de los procesos de transformación (degradación-regeneración) respecto al total del área forestal correspondiente. Para obtener esta información ahora se debe sobreponer el mapa de transformación de la cobertura forestal sobre los dos elementos utilizados previamente, los dos mapas y la matriz de puntos deben ordenarse de la siguiente manera (de abajo hacia arriba):

- i) mapa del tipo de vegetación
- ii) mapa de transformación de la cobertura forestal (transparencia)
- iii) matriz de puntos (transparencia)

Con este arreglo, los integrantes del equipo podrán contar el número de puntos de la matriz que caen dentro de las áreas naranjas (degradación) y el número de puntos que caen dentro de las áreas

<sup>11</sup> Velázquez, A., Durán, E., Ramírez, I., Mas, J.F., Bocco, G., Ramírez, G., Palacio, J.L. (2003). Land use-cover change processes in highly biodiverse areas: the case of Oaxaca, Mexico. *Global environmental change*, 13, 175-184

# Tema 4 - Actividades

## Los bosques de México y los bosques de Oaxaca

verdes (regeneración). Es importante que cuenten sólo los puntos que coinciden con el polígono de la cobertura forestal asignada, por eso es importante mantener el mapa del tipo de vegetación en la base. Al finalizar esta sección se obtendrán dos cantidades: 1) total de puntos de la matriz contenidos en las áreas verdes y 2) total de puntos contenidos en las áreas naranjas.

Finalmente, mediante una división aritmética simple se obtiene la proporción de áreas degradadas y la proporción de áreas regeneradas dentro del tipo de vegetación asignado al equipo, de la siguiente manera:

1) Áreas degradadas = número de puntos sobre el área naranja / total de puntos del tipo de vegetación correspondiente

2) Áreas regeneradas = número de puntos sobre el área verde / total de puntos del tipo de vegetación correspondiente

La cifra obtenida representa el porcentaje de la vegetación sujeta a cada uno de los dos procesos de transformación, durante el período de 1979 a 2011.

5. Al finalizar, todos los equipos deberán anotar los tipos de vegetación en el pizarrón y el número de puntos de la matriz que contabilizaron en cada categoría de transformación. Estos valores también deberán expresarse en porcentaje: total de puntos contados en las áreas transformadas/total de puntos de vegetación natural. Deberán discutir cuáles serían las razones posibles que explicarían estos resultados.

Tipo de vegetación	Superficie Total	Deforestación/Degradación	Recuperación (Veg. Prim)
Bosques templados			
Bosques húmedos			
Bosques mesófilos			
Bosques secos			
Pastizales			

## Tema 4 – Hoja del estudiante

### Actividad 3. Transformación de la vegetación

---

#### Materiales

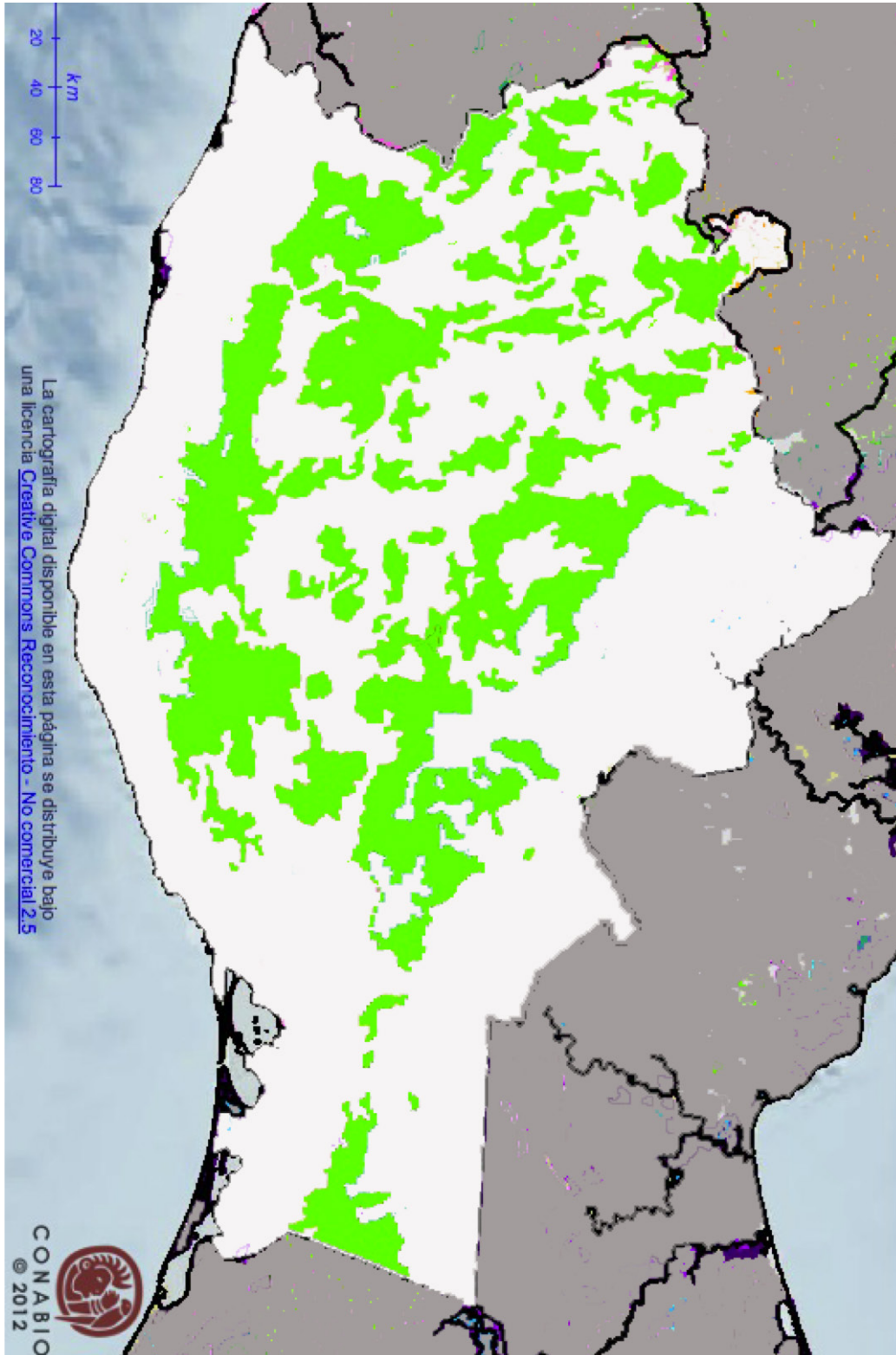
Mapas de vegetación del estado de Oaxaca. Fuente: CONABIO.

1. Distribución de los bosques templados (verde claro)
2. Distribución de los bosques mesófilos (verde oscuro)
3. Distribución de los bosques tropicales húmedos (morado)
4. Distribución de las selvas secas (rosa)
5. Distribución de los pastizales (amarillo)
6. Mapa de Transformación de la cobertura forestal en el estado de Oaxaca (1979-2001)
7. Transparencia de la matriz de puntos para estimar la cobertura de los distintos tipos de vegetación

# Tema 4 - Hoja del estudiante

## Actividad 3. Transformación de la vegetación

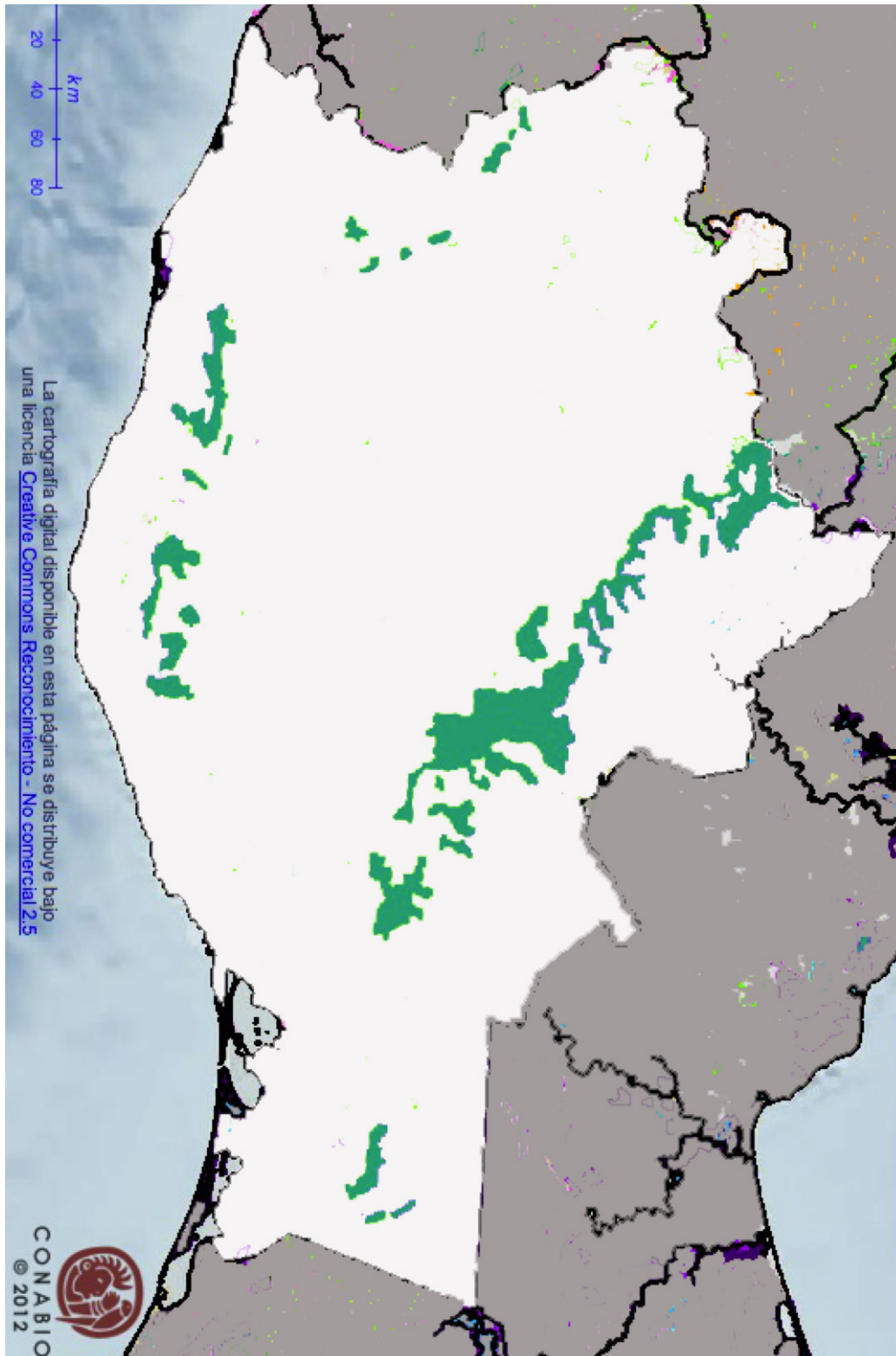
### Distribución de los bosques templados



# Tema 4 - Hoja del estudiante

## Actividad 3. Transformación de la vegetación

### Distribución de los bosques mesófilos

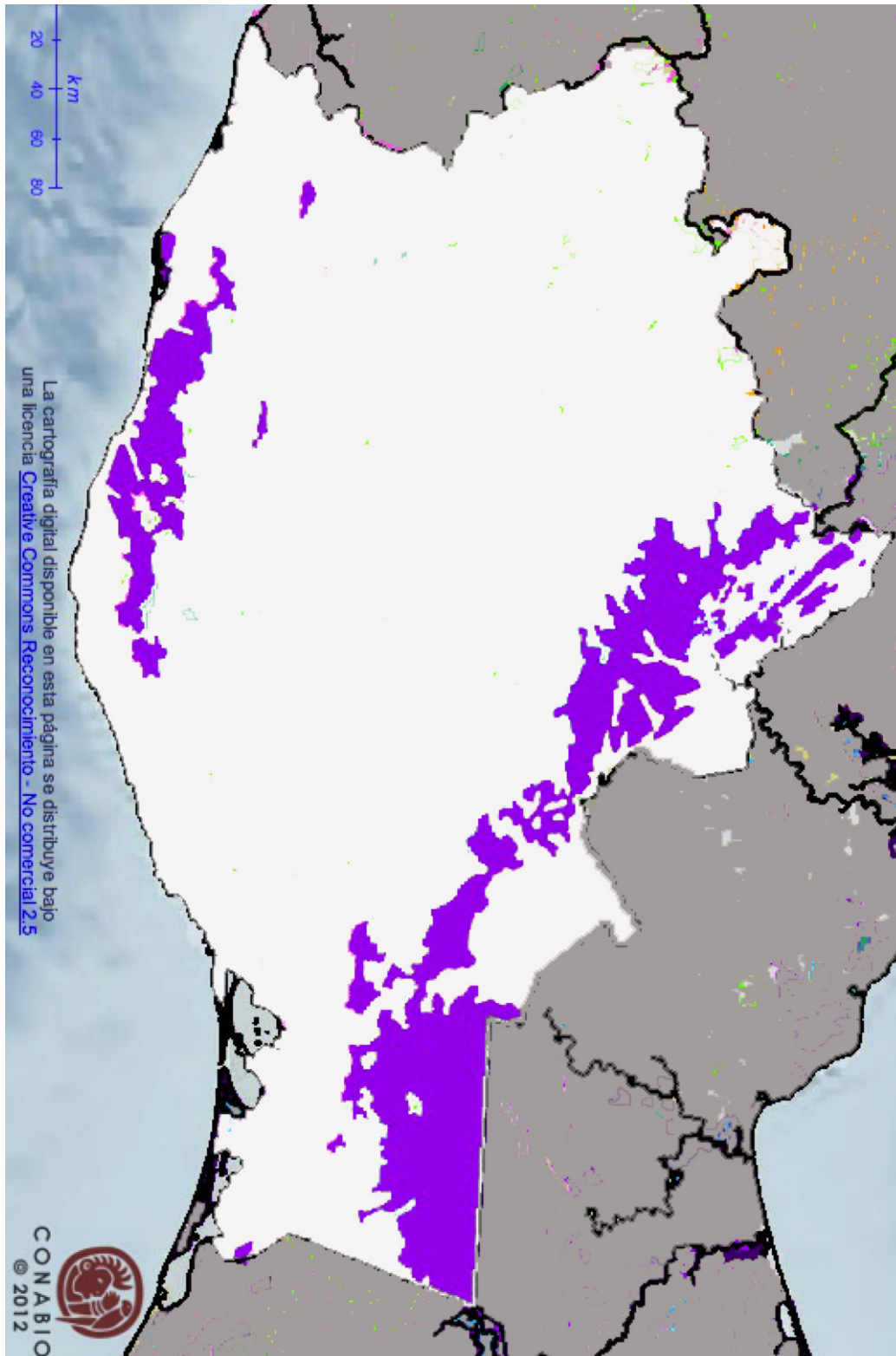




# Tema 4 - Hoja del estudiante

## Actividad 3. Transformación de la vegetación

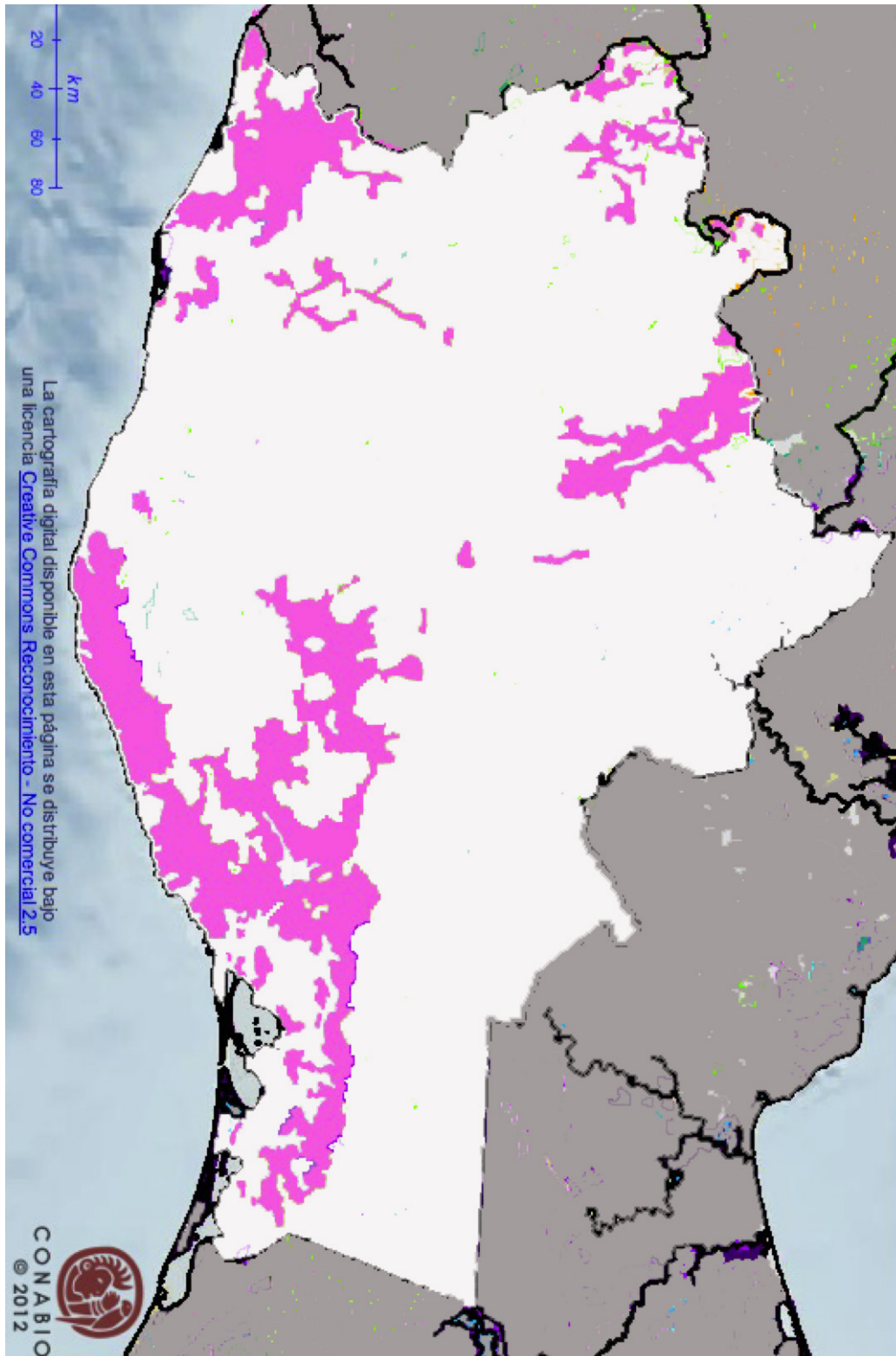
### Distribución de los bosques tropicales húmedos



# Tema 4 - Hoja del estudiante

## Actividad 3. Transformación de la vegetación

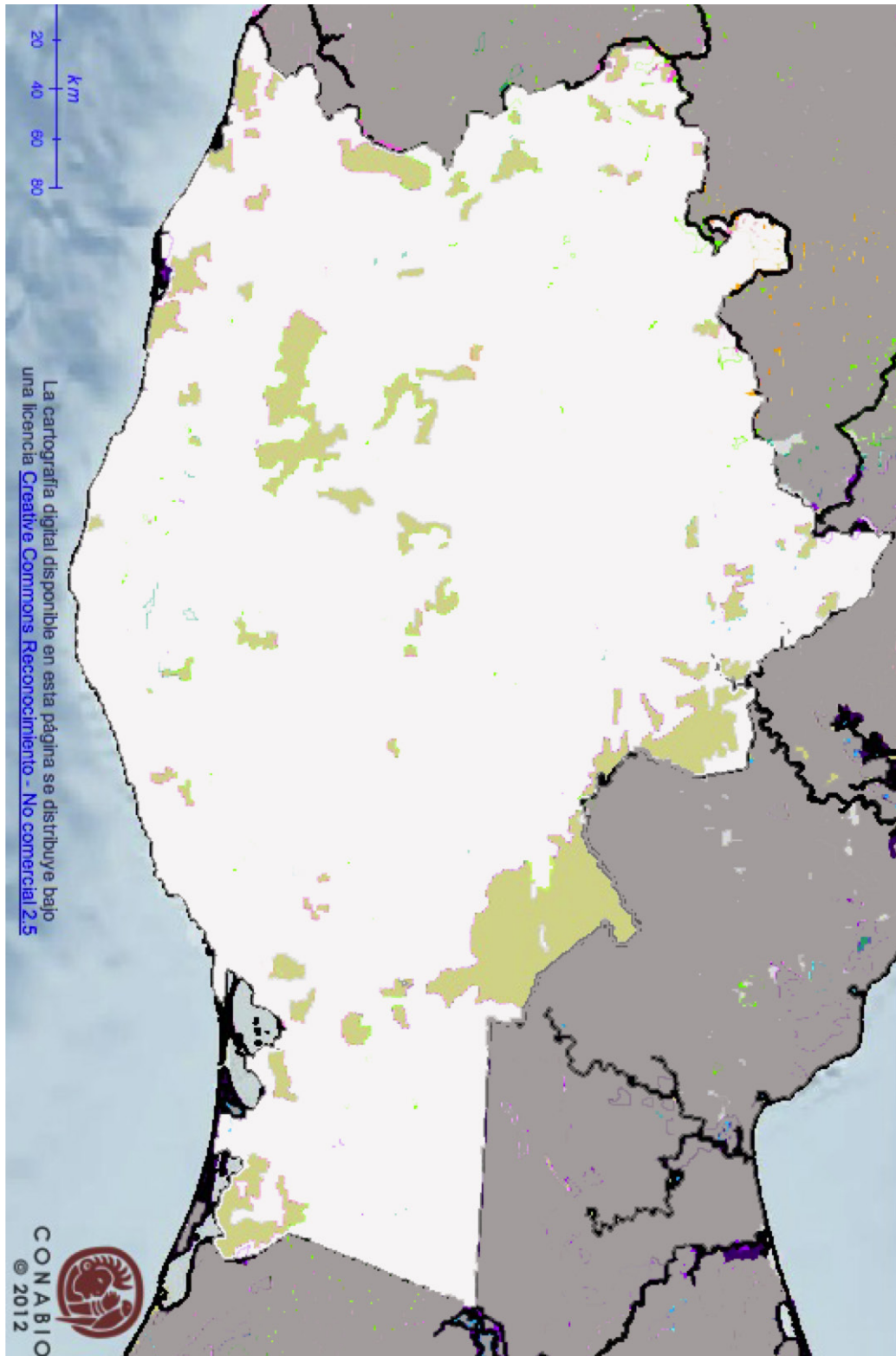
### Distribución de las selvas secas



# Tema 4 - Hoja del estudiante

## Actividad 3. Transformación de la vegetación

### Distribución de los pastizales

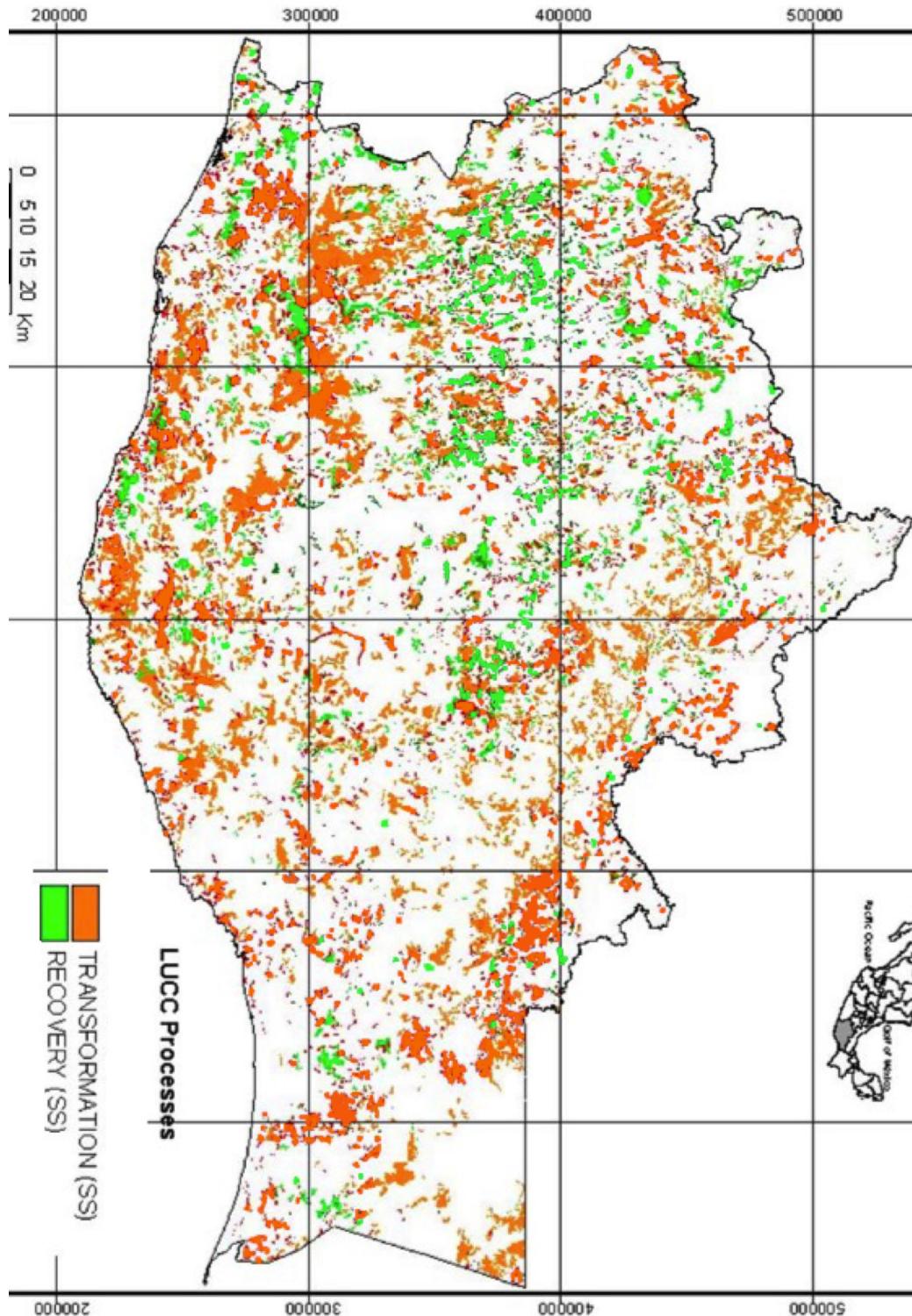




# Tema 4 - Hoja del estudiante

## Actividad 3. Transformación de la vegetación

### Mapa de Transformación de la cobertura forestal en el estado de Oaxaca (1979-2001)

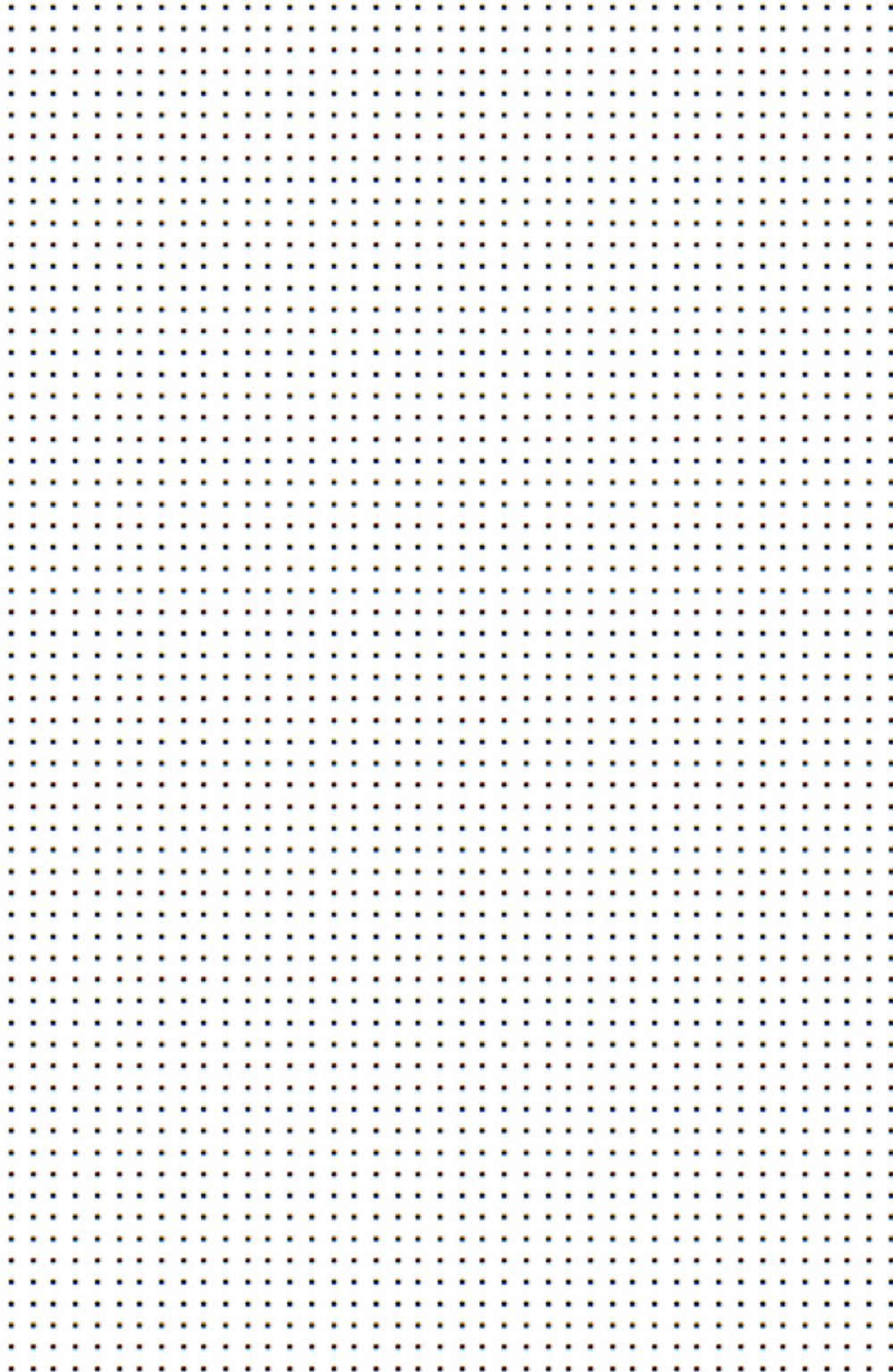


## Tema 4 - Hoja del estudiante

### Actividad 3. Transformación de la vegetación

---

Transparencia de la matriz de puntos para estimar la cobertura de los distintos tipos de vegetación





# Tema 5

## Servicios Ambientales y carbono forestal

### Resumen

Los bosques son valiosos para las comunidades y personas que dependen de ellos. Proporcionan varios servicios y de ellos se obtienen varios recursos. Los estudiantes razonan sobre lo que hace al bosque valioso para las personas, y después leen un caso de estudio de una comunidad en Oaxaca que ha participado en la venta de créditos de carbono.

### Objetivos

- Los estudiantes entienden que los bosques proporcionan varios beneficios valiosos, entre los que se incluye el secuestro o fijación de carbono.
- Los estudiantes comprenden que algunas organizaciones, gobiernos e individuos valoran la captura de carbono realizada por los bosques.

### Materias

- Ciencias Sociales
- Lenguaje
- Matemáticas

### Habilidades

- analizar
- evaluar
- pensamiento crítico
- identificación de relaciones y patrones

### Antecedentes

La relación entre el ser humano y los bosques es muy estrecha y compleja, desde el origen de la humanidad como especie y a lo largo del desarrollo de las distintas civilizaciones, los bosques han sido una fuente de alimento, materias primas, refugio y mitología. El crecimiento constante de la población humana genera una demanda creciente de recursos forestales sin importar que éstos sean finitos. Tal volumen de demanda ha provocado que una buena proporción de las superficies forestales se encuentren sobreexplotadas y estén siendo transformadas a otros usos, principalmente para la agricultura y ganadería.

Una de las razones que podrían explicar esta problemática ambiental y humana radica en la pérdida de una perspectiva integral sobre el valor de los bosques, pues en las sociedades modernas se les concibe principalmente como una fuente de materias primas. El manejo diversificado y la apreciación integral de los bosques que pueden encontrarse en diversas culturas tradicionales ejemplifican de manera clara que necesitamos profundizar nuestra valoración de los

bosques para favorecer su conservación y su aprovechamiento racional.

En la actualidad, la comunidad científica ha dirigido sus esfuerzos hacia la definición de un paradigma integral sobre el valor de los bosques, el cual aspira a que la sociedad moderna aprecie el papel que juegan los bosques y las selvas para el mantenimiento de las condiciones que permiten la vida en la Tierra, más allá de los beneficios materiales y económicos que obtenemos de ellos.

Es así, que se creó el concepto “servicios ecosistémicos” para hacer referencia a todos los beneficios derivados de los ecosistemas naturales (bosques, selvas, mares, desiertos, etc.) que permiten que la vida se desarrolle en nuestro planeta, incluyendo por supuesto, la vida humana. Los servicios ecosistémicos se clasifican en cuatro categorías:

- **SopORTE:** aquellos procesos biofísicos y bioquímicos que mantienen las características fundamentales de los ecosistemas naturales y que permiten su funcionamiento: el ciclaje de nutrientes (carbono, nitrógeno, fósforo, etc.); la formación de suelo; y la producción primaria, es decir, todos los productos bioquímicos derivados de la fotosíntesis.
- **Regulación:** aquellos procesos que mantienen las condiciones físicas y ambientales dentro de ciertos límites favorables para la existencia de la vida. Por ejemplo: la regulación del clima y de los fenómenos meteorológicos, la provisión de productos alimenticios, la regulación de plagas y enfermedades, así como la purificación del agua y del aire.
- **Aprovisionamiento:** aquellos servicios que proveen bienes de uso y de consumo al ser humano, específicamente alimentos, agua potable, madera, fibras, y combustibles.
- **Culturales y recreativos:** todos aquellos beneficios inmateriales que el ser humano obtiene de los ecosistemas naturales, como por ejemplo: el goce estético, los valores espirituales asociados a ciertas áreas naturales, el valor educativo que pu-

## Tema 5

# Servicios Ambientales y carbono forestal

---

eda derivarse de su estudio, y finalmente, el valor recreacional.

Dentro del marco conceptual de los servicios ecosistémicos, podemos ubicar a la captura de carbono que realizan los bosques como un servicio ecosistémico de regulación, pues al fijar el carbono de la atmósfera dentro de sus estructuras vegetales los bosques ayudan a regular la concentración de bióxido de carbono en la atmósfera, y por lo tanto, contribuyen a la regulación del clima de la Tierra. Ante la creciente pérdida y degradación de las superficies boscosas en todo el mundo y las consecuencias dañinas que se derivan de esta problemática, los gobiernos de diversos países y muchas instituciones han comenzado a desarrollar una estrategia mundial para regular la emisión de carbono hacia la atmósfera a través de un pago por el servicio de captura de carbono.

De manera general, esta estrategia plantea que los países industrializados, siendo los principales emisores de bióxido de carbono hacia la atmósfera, podrían mitigar los efectos dañinos de la contaminación derivada de su industria a través de un pago directo a los países que capturan carbono, es decir, aquellos países que aún poseen una superficie importante de bosques y que establezcan acciones de conservación. Además, esta estrategia favorecería el mantenimiento de todos los otros servicios que brindan los bosques, como la formación de suelo, mantenimiento del ciclo del agua, producción de oxígeno, entre otros; así como el fomento de estrategias de manejo sustentable de los recursos forestales.

La implementación de un sistema de esta naturaleza no es sencilla y presenta diversos retos que deben superarse para que pueda ser exitosa. Los pagos se organizarían a través de la venta de bonos de carbono en un mercado internacional, en el cual las empresas de los países industrializados podrían comprar una cantidad de bonos proporcional al volumen de bióxido de carbono que emiten a la atmósfera. A su vez, los países que posean bosques y que se comprometan a protegerlos recibirían un pago directo. El mercado determinaría el precio estándar por tonelada de carbono, y dependiendo del tipo de vegetación y de su estado de conservación, se puede calcular el volumen de carbono (en toneladas) que puede ser capturado por unidad de superficie.

La complejidad de un sistema de esta naturaleza implica una coordinación eficaz de todos los elementos involucrados, lo cual no es una tarea fácil; sin embargo este programa ha surgido como una de las propuestas más importantes para intentar resolver el problema del aumento del carbono en la atmósfera y el cambio climático. Tal esquema ofrece oportunidades para aquellas comunidades que poseen bosques y que puedan implementar estrategias de conservación, ofreciendo la posibilidad de acceder a un ingreso económico que pudiera ser competitivo frente a otros sistemas productivos, como la agricultura comercial o la ganadería.

La estrategia de comercialización de bonos de carbono presenta dos riesgos potenciales importantes, por un lado, que los países industrializados no se comprometan a reducir la contaminación derivada de sus industrias ni que implementen tecnologías más limpias; y por el otro, que las comunidades que reciban los pagos abandonen las estrategias de conservación y manejo sustentable de bosques una vez que dejen de recibir los pagos de captura de carbono.

En la medida en que los sectores más vulnerables de este sistema se informen sobre las ventajas y desventajas asociadas al programa de venta de bonos de carbono, aumenta la probabilidad de que este programa pueda funcionar adecuadamente. El éxito de los programas de captura de carbono se tendría que ver reflejado en la disminución de los procesos de destrucción y degradación de los bosques naturales y en la elevación de la calidad de vida de los poseedores de tales recursos, además de la propia reducción del carbono emitido hacia la atmósfera.

El reto que enfrenta la humanidad asociado al cambio climático implica un cambio general de la perspectiva que tienen las sociedades modernas sobre el desarrollo económico. El nivel de consumo de los países no puede mantenerse en los niveles actuales, los recursos que posee el planeta son finitos y debemos considerar que la población humana alcanzará los 9 mil millones de personas en los próximos 50 años. Es importante moderar nuestros hábitos de consumo, especialmente aquellos que se presentan en las sociedades industrializadas; asimismo, es imprescindible reducir nuestro impacto sobre los ecosistemas naturales y revalorar su función, más allá de la mera utilidad material que obtenemos de ellos.

# Tema 5 - Actividades

## Servicios Ambientales y carbono forestal

### Actividad 1. Mapa conceptual sobre los servicios del bosque

#### Objetivo

Identificar los diferentes usos que le dan a los servicios del bosque, clasificarlos y reflexionar si alguno de ellos pone en riesgo al bosque y que consecuencias traería para el ecosistema y la comunidad.

#### Forma de trabajo

Individual y reflexión en plenaria.

#### Materiales

- Post-it o tarjetas blancas
- plumones
- rotafolio
- cinta adhesiva

#### Procedimiento

1. A cada alumno se le proporcionan tres tarjetas y se les pide que en cada una escriban un beneficio que obtienen del bosque.
2. Al frente del aula en un rotafolio se escribe la palabra “bosque”, indique a los estudiantes que deberán ir colocando sus tarjetas asociándolas por tipo de uso.
3. Se debe construir un mapa conceptual de los servicios que proporciona el bosque y se debe discutir cuáles son los distintos usos del bosque y cuáles son los más frecuentes.
4. La discusión debe orientarse hacia las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los principales usos del bosque? ¿Existe un sólo uso o son varios? ¿Qué pasaría si uno de los usos se incrementase demasiado? ¿Se mencionó algún servicio ambiental que proporcione el bosque? ¿Cuáles son los distintos tipos de servicios que proporcionan los bosques? ¿La captura de carbono se considera un servicio ambiental, un beneficio del bosque? ¿Qué servicios proporciona el bosque que no hayamos mencionado, y que no implique algún tipo de extracción?

### Actividad 2. El valor de un bosque

#### Objetivo

Conocer la percepción que se tiene de los bosques en otras culturas del mundo.

#### Materiales

Copias de la Hoja del Estudiante correspondientes a esta

actividad.

#### Procedimiento

1. Divida a los alumnos en cuatro equipos y a cada equipo entregue dos opiniones de distintos grupos indígenas del mundo sobre lo que el bosque representa para ellos.
2. Pida a los alumnos que discutan y analicen las coincidencias y diferencias con su cultura y que redacten en un párrafo su opinión al respecto.
3. También pida que los alumnos comparen cómo valoran el bosque en cada cultura y cómo lo valoran ellos en su cultura.

### Actividad 3. Estudio de caso de servicios ambientales

#### Objetivo

Conocer el caso de una comunidad del estado de Oaxaca que le dé un valor adicional al bosque y que participe en un programa de pago por servicios ambientales.

#### Materiales

- copia de la Hoja del estudiante de esta actividad

#### Procedimiento

1. Reúna a los estudiantes en un círculo a su alrededor y coménteles que leerán un texto sobre una comunidad del estado de Oaxaca que realiza manejo del bosque y que participa en programas de pago por servicios ambientales; y que este es el caso de Santiago Comaltepec, comunidad de la Sierra Norte del estado.
2. Lea y comente con ellos el estudio de caso y, a medida que lo valeyendo, pregúnteles cómo se compara dicha comunidad con la de los alumnos. La discusión también puede orientarse hacia las siguientes preguntas:
  - ¿Cuáles son los bienes y servicios que proporciona el bosque a los habitantes de Comaltepec?
  - ¿Cómo funciona el mercado?
  - ¿Cuáles son los pros y contras del mercado de carbono?
  - ¿Qué opinas de los que pueden comprar bonos de carbono?
  - ¿Contribuye esta actividad o no a mitigar el cambio climático?
  - ¿Qué sucede con los otros gases de efecto invernadero?
  - ¿Qué sucede con la reducción de las emisiones?

# Tema 5 - Hoja del estudiante

## Actividad 2. El valor de un bosque

---

### **Camerún.**

El pueblo fang de Camerún realiza sus ritos y ceremonias importantes al pie de un árbol del bosque, un sitio en donde también se cultivan plantas medicinales. Este árbol simboliza el bosque, el cual alberga el cuerpo de Dios. En su cultura, el árbol y las medicinas del bosque se conciben como vehículos a través de los cuales las personas se comunican con Dios.

### **República Centroafricana.**

El pueblo Oubangui de la República Centroafricana planta un árbol por cada niño recién nacido, y relacionan el desarrollo del niño a lo largo de su vida con el crecimiento del árbol. Si el árbol deja de crecer, la gente teme por la salud del niño y llama a un curandero. Si el niño se enferma la gente lo trae junto al árbol para que sea curado. Cuando el árbol produce frutos por primera vez, es el momento para que el joven se case. Al morir, el espíritu de la persona se va a vivir dentro de ese especial “árbol de nacimiento.”

### **Costa de Marfil.**

Hay arboledas sagradas en Costa de Marfil en donde la gente enseña los valores morales a sus hijos, transmitiéndolos de una generación a la siguiente. Los árboles de estos bosques son considerados sagrados porque albergan espíritus, proveyendo así un vínculo con sus antepasados. En algunas regiones los bosques sagrados son las únicas áreas boscosas que permanecen en pie.

### **Finlandia.**

Muchos finlandeses ven los bosques como lugares que ofrecen refugio. Como un símbolo de esa protección, los finlandeses decoran sus puertas con ramas de abedul. Incluso hoy en día, los finlandeses que habitan en las ciudades viajan a los bosques durante los fines de semana y días festivos para escapar del estrés urbano.

### **India.**

En el sur de la India, los miembros de cada familia plantan un cocotero en la tumba de los que fallecen o en el sitio en donde fueron cremados. El árbol representa la

fuerza vital de la persona. No se riega ni se cuida. Por lo general, el árbol se seca y muere, lo cual significa que el fallecido está realizando adecuadamente su proceso de convertirse en un antepasado.

### **Japón.**

En Japón, muchas familias protegen y utilizan un bosque particular durante cientos de años. Debido a esta relación, muchos japoneses ven a los bosques como la continuidad de la vida. Los árboles son considerados como regalos de los antepasados, y algunas personas siembran árboles como regalos para sus nietos.

### **Nueva Zelanda.**

El pueblo maorí de Nueva Zelanda considera que ellos son los descendientes de la tierra y de los bosques, y que cada árbol es como un ser humano que posee una fuerza vital y un espíritu propio. Ellos no compran, venden ni poseen tierra, de la misma manera en que nadie compra ni vende a otro miembro de su familia. Llevan a cabo una ceremonias especial si es que tienen que remover un árbol para construir una canoa o si quieren extraer algún producto del bosque.

### **Tailandia.**

En Tailandia muchas personas perciben a los bosques como una fuente de peligro. La palabra tailandesa para el bosque, paa, significa “salvaje” o “retroceder”.

### **México.**

Los mixes de Oaxaca celebran el 3 de mayo yendo a los manantiales de los bosques cercanos a sus comunidades, llevan ofrendas de alimentos y animales y piden que el año agrícola que comienza sea favorable.

### **México.**

Los mazahuas del Estado de México realizan una procesión a lo alto de una montaña para pedir por un buen año de cosechas. Hombres, mujeres y niños caminan hasta la cumbre a través del bosque. Una vez que han alcanzado la parte alta, se realizan danzas y cantos en voz baja, al compás de tambores y violines.

## Tema 5 - Hoja del estudiante

### Actividad 3. Estudio de caso de servicios ambientales

#### **Santiago Comaltepec y la Unión de Comunidades Productoras Forestales Zapotecas Chinantecas (UZACHI).**

Santiago Comaltepec es una comunidad chinanteca del distrito de Ixtlán, en la Sierra Juárez de Oaxaca. El municipio cuenta con 1100 habitantes de los cuales unos 340 son comuneros, distribuidos en la cabecera municipal, agencias y otras localidades en las que se habla el chinanteco. La historia de la comunidad se remonta a varios siglos de habitar en el mismo territorio, aunque la ubicación definitiva del pueblo se realizó en la Colonia. En la actualidad es un municipio grande, con más de 12000 hectáreas de superficie de bosques de pino, encino, bosque de niebla y selva, de los cuales una pequeña porción se destina a la producción forestal.

La comunidad de Comaltepec conforma junto con tres comunidades zapotecas de la Sierra Juárez (La Trinidad Ixtlán, Santiago Xiacuú, Capulálpam de Méndez) la Unión de Comunidades Productoras Forestales Zapotecas Chinantecas (UZACHI), todas ellas dedicadas a la producción forestal comunitaria. El surgimiento de la UZACHI y la producción forestal resulta de la concesión, por parte del gobierno federal, de sus bosques a la empresa Fábrica Papelera de Tuxtepec (FAPATUX). En 1958 los bosques de Comaltepec fueron concesionados para su corta por parte de dicha empresa para un periodo de 25 años.

Al aproximarse el fin de la concesión, y viendo que el gobierno se disponía a otorgar la concesión indefinida a la empresa, las comunidades se movilizaron y establecieron la Organización para la Defensa de los Recursos Naturales de la Sierra Juárez (ODRENASIJ). Con ello, las actividades de extracción de árboles se suspendieron entre 1980 y 1982 y se reanudaron ya bajo el control de la comunidad en 1983. En este mismo año la comunidad registró legalmente la Unidad de Aprovechamiento Forestal Cerro Comal, empresa comunitaria que continúa funcionando para producir madera en rollo. Posteriormente, Comaltepec se unió a la UZACHI con la idea de fortalecer los intereses de las comunidades asociadas y desarrollar un servicio forestal eficiente.

Los programas de manejo forestal de las comunidades de la UZACHI se elaboraron entre 1992 y 1993; los permisos de aprovechamiento forestal eficiente se obtuvieron en 1993, y en 1997 Rainforest Alliance certificó el manejo forestal de la UZACHI por sus buenas prácticas de manejo forestal, las cuales incluyen actividades de tala dirigida, las cuales aseguran que no se dañen los árboles aledaños a los árboles que se talan, reduciendo el nivel de daño y degradación de los bosques bajo

explotación forestal, por ejemplo. A partir de entonces, las comunidades de la UZACHI han obtenido la recertificación gracias a que han atendido las recomendaciones emitidas.

La comunidad de Comaltepec cuenta con un Plan de Ordenamiento Territorial, aprobado en 1994 mediante asamblea general de comuneros, donde la comunidad se reúne a discutir y votar sobre asuntos de importancia para sus habitantes. En el Plan la superficie del municipio incluye áreas de producción forestal, de protección, de restauración y de otros usos. Dentro del Plan de Ordenamiento y dentro de su Estatuto Comunal, la comunidad también ha decretado una zona de bosque de niebla como área comunal protegida, con más de 4000 hectáreas de bosque continuo, el cual es uno de los bosques de niebla mejor conservados del país.

Para la producción forestal, la comunidad cuenta con un aserradero comunal. La madera que se produce es vendida en rollo a las ciudades de Oaxaca y Tuxtepec, y algunas tablas se usan en la construcción de casas de la localidad. La ganancia de las empresas forestales comunales de la UZACHI se destinan a varios fines, en Comaltepec una parte se usa para financiar festividades, mientras otras comunidades la destinan a la infraestructura del pueblo.

Pero Comaltepec también ha diversificado el aprovechamiento del bosque, pues cuentan con un laboratorio para el cultivo de hongos y otras especies vegetales, y un orquideario. Gracias a sus actividades de conservación en el bosque de niebla, Comaltepec ha incursionado en los programas de Pago por Servicios Ambientales: una de las agencias del municipio se beneficia del Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos, de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), por un periodo de 5 años a partir del 2012 en una superficie de 1062 hectáreas. Otras comunidades de la UZACHI participan en programas de Pago por Servicios Ambientales en la categoría de captura de carbono, junto a varias comunidades más de distintas partes del estado de Oaxaca. En palabras del presidente del Comisariado de Bienes Comunales de Capulálpam:

“Nunca pensamos que íbamos a vender este aire, que nos iban a pagar por hacer esta actividad, por reforestar. Cuando no estaba reforestado ya no había agua. Se estaba secando el manantial. Pero ahora hay agua en abundancia gracias a los árboles.



## Tema 5 - Hoja del estudiante

### Actividad 3. Estudio de caso de servicios ambientales

Fue difícil entender eso de la captura de carbono. En tiempos anteriores la gente pobre pensaba en tirar árboles para sembrar su maíz. Una de las primeras labores consistió en convencer a los comuneros en las asambleas de las ventajas de la reforestación y luego de los bonos de carbono.

De parte de CONAFOR tuvimos un apoyo de 5 años, ahora lo que nos está financiando es el mercado voluntario. De allí nosotros tenemos que pagar jornadas a los comuneros para que nos auxilien a hacer esta actividad. Por una parte, generamos empleos y por otra cuidamos nuestro bosque.

Lo increíble es que ganamos dinero y la comunidad se mantiene realizando una actividad sencilla: defender los árboles que nos rodean y procurar que nadie ni nada altere el equilibrio natural de la zona. Con el trabajo comunitario, la transparencia y la rendición de cuentas, diversificamos la producción forestal con grandes beneficios sociales, económicos y ambientales”.

El proyecto en el que participan las comunidades de la UZACHI es el primero a nivel nacional en incorporarse al mercado voluntario para la venta de bonos de carbono. Con el apoyo de CONAFOR, Servicios Ambientales de Oaxaca y Pronatura, se inició el mercado voluntario de venta de bonos de carbono a Fundación Televisa, Chinoin y Gamesa. En la actualidad se neutralizan en promedio alrededor de 60,000 toneladas de carbono anualmente.

En Capulalpam la venta de bonos de carbono sostiene el funcionamiento de una empresa de turismo ecológico comunitario, la comercializadora de agua embotellada y la producción de resina de pino, hongos y plantas ornamentales. Una de las trabajadoras de estas empresas comenta:

“Con las ganancias de los bonos de carbono se instaló la embotelladora y se crearon fuentes de empleo siempre unido al respeto, solidaridad, transparencia, ayuda mutua y servicio que existe entre nosotros para tomar cualquier decisión en pos de combatir el cambio climático”.

En Comaltepec, las ganancias de la empresa forestal comunal y las de Pago por Servicios Ambientales se han destinado a otros proyectos. Han creado el Parque Ecoturístico Cascadas de Niebla, y recientemente se

inauguró un comedor e instalaciones turísticas para atender a los visitantes. Los ingresos por servicios ambientales se han convertido en un complemento de las actividades económicas en la comunidad; es importante notar que tales ingresos, a su vez, contribuyen al fomento de nuevas actividades productivas sustentables que fortalecen la capacidad de mitigación del cambio climático en Comaltepec.

Una estrategia integral de manejo de los recursos forestales como la implementada en Comaltepec coincide de manera fundamental con los objetivos de la estrategia internacional para la reducción de las emisiones por deforestación y degradación (REDD), la cual aspira a fomentar las acciones de conservación de superficies boscosas y la implementación de regímenes sustentables de aprovechamiento forestal por parte de las comunidades locales. Santiago Comaltepec representa un ejemplo fundamental que puede servir como referencia a todas aquellas comunidades que lleguen a estar interesadas en participar en el programa REDD, y específicamente en el programa REDD+ México. Los ingresos a través de esquemas de venta de crédito de carbono se usan para invertir en el desarrollo rural sostenible, que es clave para tanto mitigar al cambio climático como asegurar un futuro sostenible para la comunidad.

Con información de:

Plan Municipal de Desarrollo, Santiago Comaltepec, Ixtlán, Oaxaca, 2010.

Resumen Público de Certificación de Unión de Productores Forestales Zapotecas-Chinantecas de la Sierra Juárez de R. I. (UZACHI). SmartWood. Rainforest Alliance. 2006

Capulalpam de Méndez, Oax., vende bonos de carbono.

Alejandrina Aguirre Arvizu. Nota periodística. Diario Contenido. 9 marzo 2012.

La utilización racional de los bosques desafía a las comunidades a renovarse a así mismas. La lucha por el Bosque: conservación y desarrollo en la Sierra Juárez. David Barton Bray. Revista Bosques Junio 1992.

Esta publicación ha sido posible gracias al generoso apoyo del pueblo de los Estados Unidos a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) bajo los términos de su Acuerdo de Cooperación No. AID-523-A-11-00001 (Proyecto México para la Reducción de Emisiones por la Deforestación y la Degradación de Bosques de México) implementado por el adjudicatario principal The Nature Conservancy y sus socios (Rainforest Alliance, Woods Hole Research Center, y Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable). Los contenidos y opiniones expresadas aquí representan la responsabilidad del Proyecto de Reducción de Emisiones por la Deforestación y la Degradación de bosques de México y no necesariamente reflejan los puntos de vista de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, el Gobierno de los Estados Unidos.