

Nuestra selva, nuestro futuro: Aprendiendo de bosques comunitarios – Calakmul, Mexico

Guía de Actividades para Docentes



Contenido

Presentación de la Guía	3
Enfoque pedagógico de la formación	5
a. Académico	5
b. Desarrollo personal	5
c. Reflexión sobre el contexto	5
d. Secuencia pedagógica	6
e. Evaluación	6
Plan Temático	10
Tema I: Todo inicia con la materia y la energía	10
Dinámica de la materia y la energía en el Universo	11
Origen de la Tierra	11
Origen y evolución de las plantas	12
Origen del ser humano	12
Tema II: Carbono y fotosíntesis	21
El carbono como fundamento de la vida	22
La fotosíntesis y la célula vegetal	22
Ciclo del carbono y cambio climático, el papel de los bosques	23
El carbono y el papel de los bosques	24
¿Qué es el cambio climático?	25
Mitigación y adaptación al cambio climático	26
Tema III: El Trópico	45
Las condiciones del clima en el Trópico	46
Formas de vida de las plantas	46
Las selvas	47
Dinámica de las selvas húmedas	47
Contexto histórico y cultural de la Península de Yucatán	48
Tema IV: Los sistemas productivos de la selva	55
Recursos forestales y cadena de valor	56
Sistemas de producción agrícola	56
Servicios ambientales y ecoturismo	57
Tema V: La tenencia de la tierra y la organización ejidal	66
Los ejidos	67
La organización institucional alrededor de los ejidos	68

PRESENTACIÓN DE LA GUÍA

Problemática

Rainforest Alliance es una organización no gubernamental internacional que trabaja para conservar la biodiversidad y asegurar medios de vidas sostenibles. Trabajamos en la convergencia de negocios, agricultura y bosques para hacer que los negocios responsables sean la nueva norma. Somos una alianza de empresas, agricultores, silvicultores, comunidades y consumidores comprometidos con la creación de un mundo donde las personas y la naturaleza prosperen en armonía.

Como organización, Rainforest Alliance tiene experiencia trabajando con jóvenes y con formación docente en varios subsistemas del nivel media superior en México desde el año 2012 y en otros países desde el año 2001. Reconocemos el papel clave que tienen los maestros en la formación de la próxima generación de líderes y tomadores de decisiones y entendemos muchos de los retos que enfrentan tanto los maestros como los jóvenes. Hemos visto cómo los docentes, a pesar de ser profesionistas en las materias que imparten, no necesariamente tienen una perspectiva sistémica de la problemática compleja de los ecosistemas de bosques o de selvas, y mucho menos una formación pedagógica formal para implementar estrategias pedagógicas y didácticas adecuadas. Tampoco cuentan con materiales educativos pertinentes que sean flexibles y cercanos a los distintos contextos en donde se encuentran las comunidades en las que laboran. Por otro lado, hemos identificado la necesidad de crear espacios para el intercambio de experiencias, para el diseño y construcción conjunta de planeaciones didácticas, así como espacios para reflexionar sobre su práctica docente.

Por otra parte, sabemos que los jóvenes enfrentan muchos retos y necesitan desarrollar las habilidades que les permitan en su futuro cercano encontrar alternativas viables y sostenibles para ellos y sus familias, idealmente en sus propios contextos comunitarios. Desde una perspectiva pedagógica, consideramos que resulta primordial la incorporación de herramientas de análisis y pensamiento crítico que les permitan a los estudiantes abordar desde una perspectiva sistémica la complejidad de los ecosistemas que constituyen uno de sus temas centrales de estudio, de forma tal que puedan visualizar en dónde pueden y quieren insertarse, como ciudadanos y como elementos de transformación de su realidad.

Antecedentes

Rainforest Alliance ha trabajado desde el 2013 con docentes de nivel medio superior en los estados de Oaxaca y Chiapas, llevando a cabo una formación en cambio climático, la importancia de los bosques y el papel de las comunidades locales. A través de este trabajo, desarrollamos materiales adaptados con estudios de caso para cada estado, facilitamos más de 200 horas de capacitación en forma de talleres (40 horas) y diplomados (120 horas), aunado a un seguimiento directo con los profe-

sores participantes. Para nosotros, el acompañamiento durante las distintas fases de implementación es un elemento crítico en nuestra estrategia, con ello nos aseguramos que nuestros materiales didácticos realmente se utilicen y se adapten a las distintas realidades del aula.

Desde el 2017, inició un proyecto de formación de jóvenes en el bachillerato CBTF 07 de Zoh Laguna, Campeche, reconociendo la importancia de involucrar a las próximas generaciones en las empresas forestales comunitarias no sólo para ayudar a la comunidad a florecer, sino también para proporcionar a los jóvenes un futuro significativo y económicamente viable, sin que tengan que verse en la necesidad de emigrar y, a su vez, desarrollando y perpetuando prácticas forestales sostenibles. Lo anterior lo fomentamos de distintas maneras: desarrollando la capacidad de los jóvenes para el emprendimiento local en el sector forestal, poniéndolos en contacto con los proyectos productivos locales y creando un diálogo con las autoridades locales sobre el papel de la juventud en dichos procesos. De la misma manera, estamos interesados en la formación de los jóvenes en el desarrollo de habilidades de pensamiento y análisis, a través de la creación y uso de herramientas educativas que permitan a los jóvenes no sólo explorar su ecosistema sino también entender cómo pueden provocar cambios positivos orientados hacia la solución de problemáticas locales. A través de más de 200 horas de capacitación, visitas de campo y aprendizaje experiencial, los estudiantes obtuvieron una comprensión más profunda de su entorno local, practicaron nuevas habilidades y pensaron creativamente sobre distintas maneras de mejorar las prácticas actuales de sus ejidos. Se abordó la importancia del patrimonio local y la historia de su comunidad, dado que la comprensión de la historia y la evolución de su ejido resulta vital para entender cómo participar en él de forma activa y propositiva.

Nuestro objetivo fue crear un espacio en el que estos jóvenes pudieran aprender, compartir ideas, explorar su comunidad y las posibilidades hacia el futuro, así como hacer una comunidad de aprendizaje para fortalecer capacidades de trabajo colaborativo. Partimos del conocimiento previo de los participantes, introduciendo nuevos contenidos y temáticas científicas, para ayudar a desarrollar habilidades colaborativas y de liderazgo, además de realizar frecuentes salidas al campo los estudiantes profundizan sus conocimientos e interés en el bosque.

Propuesta de esta guía educativa educativa

Esta guía que te presentamos recopila los elementos fundamentales que desarrollamos durante nuestra experiencia de tres años con jóvenes de distintos ejidos forestales en la región de Calakmul, Campeche; en donde implementamos un taller cuyos objetivos estuvieron centrados en el aprendizaje de la dinámica de los sistemas naturales y los humanos, específicamente, en el ecosistema de las selvas húmedas y en la cadena de valor de la explotación de la madera. En estos talleres creamos una experiencia educativa y formativa muy significativa para los participantes y para el equipo de facilitadores, la cual queremos compartirla con otros docentes de bachillerato.

Esta propuesta de formación está diseñada para complementar los programas de estudio del bachillerato orientados a la formación técnica en los sectores productivos, agrícolas, pecuarios o forestales. El formato en el que está diseñada puede adaptarse a la estructura curricular y a los períodos escolares de cada sistema educativo. Por ejemplo, puede utilizarse dentro de las materias de Ecología o Aprovechamiento de los recursos naturales, ya sea dentro de un esquema semestral o anual.

Uno de los objetivos fundamentales de esta propuesta es proveer a los estudiantes del bachillerato de una perspectiva sistémica sobre las características y la dinámica de los ecosistemas naturales en donde ellos habitan y que constituyen la fuente de las materias primas o los espacios productivos en donde realizarán sus estudios. Dada la complejidad intrínseca de los sistemas naturales, es importante que los estudiantes aprendan las bases de su funcionamiento y los efectos que las actividades extractivas pueden provocar sobre la dinámica de tales sistemas complejos. Asimismo, en la temática que abordamos está incluido el elemento humano que interviene estos sistemas naturales, tanto desde la perspectiva cultural que interpreta el paisaje y los recursos, como desde las necesidades que las comunidades humanas que los habitan requieren para vivir y prosperar en ellos.

Esta propuesta educativa es una invitación a los docentes para que compartan con sus estudiantes la fascinación que surge de la comprensión de los sistemas naturales, el reconocimiento de la perspectiva humana que interactúa con ellos, así como la motivación para aprender a manejarlos de forma sustentable.



Enfoque Pedagógico de la Formación

Planteamiento pedagógico

Una formación para educadores o facilitadores del área forestal con una perspectiva integral basada en cuatro ejes fundamentales:

1. Contenidos académicos: Conceptos, teorías, procesos biológicos, perspectiva sistémica, uso de recursos, comercialización, cadena de valor, procesos ecológicos y económicos.
2. Contexto socio-ambiental: Tenencia de la tierra, territorio, uso forestal, áreas de conservación comunitarias, formas de organización ejidales, empresas comunitarias.
3. Estrategias pedagógicas: Enfoque en el perfil del estudiante, un contacto cercano con los sistemas naturales y humanos a través de prácticas de campo y visitas, aprendizaje en el desarrollo y gestión de proyectos.
4. Desarrollo personal: Enfoque de formación basado en el sujeto, desarrollo de autonomía individual así como de habilidades de trabajo colaborativo, perspectiva abierta para guiar las posibilidades de continuidad en torno a las áreas de oportunidad y al interés personal de cada participante al finalizar el bachillerato, fortalecimiento de comunidad de aprendizaje, inserción en la comunidad (laboral, ejidal).

a. Contenido académico

El eje fundamental de los contenidos académicos está centrado en la comprensión de los elementos que componen los sistemas naturales de nuestro planeta, enfatizando el ecosistema natural en donde habitan, así como su dinámica elemental. Una vez que se revisan los conceptos que nos ayudan a comprender dichos sistemas, se aborda la interacción con las sociedades humanas, haciendo énfasis en la necesidad que tienen de cubrir sus requerimientos materiales y alimenticios, así como la urgencia de encontrar nuevos esquemas de aprovechamiento que aseguren la permanencia en el tiempo de los sistemas naturales que proveen de tales recursos.

Los conceptos relacionados con los sistemas naturales son los siguientes: origen y evolución del Universo y de la Tierra, origen de la vida y del ser humano, origen y metabolismo de la fotosíntesis, ciclo del carbono, cambio climático, fundamentos de la ecología de poblaciones y comunidades, características y dinámica de los sistemas forestales, sustentabilidad ecológica.

En lo referente a los sistemas humanos, se aborda el concepto de cadena de valor del aprovechamiento forestal, así como los distintos eslabones que la componen, incluyendo la discusión de los oficios y profesiones asociados a cada uno de ellos y las implicaciones económicas y de

desarrollo personal que se derivan de las características de cada cadena de valor relacionada a los sistemas forestales locales.

b. Desarrollo personal

Integración y cohesión grupal: La integración de los alumnos en un grupo es esencial para el buen desarrollo de las actividades. Durante la formación se procura que los alumnos se conozcan entre sí para que haya una buena convivencia, se fomenta el trabajo colaborativo, ya sea en parejas, equipos pequeños o grandes, o con actividades grupales. En ese sentido, los juegos de integración son una buena herramienta para lograr que pierdan el miedo a hablar o a convivir con sus compañeros. También son útiles las sesiones de activación física como los estiramientos, ejercicios de coordinación, bailes e incluso la meditación.

El papel del educador: El educador tiene un papel crucial como formador de estudiantes, por ello la relación que se establezca entre él y los jóvenes es importante, desde el mantener una relación armónica hasta conocer a sus estudiantes y saber cuáles son sus aspiraciones o sus expectativas de vida. Es muy importante no olvidar el trato como sujetos en los espacios de formación educativa.

c. Reflexión sobre el contexto

Uno de los ejes fundamentales de esta formación es el poder analizar y reflexionar sobre los procesos que ocurren en contexto más cercano del estudiante, para que los contenidos académicos no les sean ajenos y puedan relacionarlos con los fenómenos que observan en su entorno próximo. En este sentido, es muy importante que, cuando se aborde algún tema, se disponga de ejemplos que le sean cotidianos y que le permitan analizar su entorno natural, histórico y social.

Un elemento idóneo para analizar y reflexionar sobre el contexto lo constituye el **entorno natural**. Entre los contenidos y actividades de esta formación es recurrente la invitación a explorar los ecosistemas en los que viven los estudiantes: internarse en la selva, observar las plantas y los animales, compartir los conocimientos y experiencias que los estudiantes tienen sobre los árboles, las aves, los cultivos, etc. Al analizar algún proceso biológico o ecológico, se procura que en la medida de lo posible esté contextualizado, que se puedan utilizar ejemplos que aludan al clima, la orografía o la flora y la fauna de la región; de esta manera, esos ejemplos se pueden contrastar con los de otros sitios del país o de otros ecosistemas. Ejemplos de estas actividades son:

Actividad	Tema
Observación y plática sobre la milpa	Tema I, Act. 5
Climogramas	Tema III, Act. 1
Clasificación de las formas de vida de las plantas	Tema III, Act. 2
Observación de las formas de vida	Tema III, Act. 3
La estructura de la selva	Tema III, Act. 5
La regeneración de la caoba	Tema III, Act. 6
¿Qué productos obtenemos de la selva?	Tema IV, Act. 1
Sistemas agroforestales en mi comunidad	Tema IV, Act. 5
Las áreas de conservación de un ejido	Tema V, Act. 3

Por otro lado, también es importante que los estudiantes reflexionen sobre el momento **histórico** en el que viven y cómo las acciones en el pasado han determinado algunas de las condiciones actuales, ya sea en su entorno natural, en su comunidad o en su familia. Por ello, se incluyen en la formación actividades para que los estudiantes conozcan la historia de la región en la que viven, para que sean conscientes de los distintos periodos históricos lejanos o cercanos que son relevantes para su región.

Entre las actividades que abordan el enfoque histórico están:

Actividad	Tema
Visita a una zona arqueológica	Tema III, Act. 7
La cadena de valor de la madera	Tema IV, Act. 2
La historia de mi ejido	Tema V, Act. 1

Asimismo, es necesario mencionar que los estudiantes están insertos en una dinámica social particular que es común a la región: la existencia del ejido como unidad territorial. En este sentido, es importante que conozcan la estructura organizativa relativa a la tenencia de la tierra, pues si bien varios de los estudiantes son hijos de ejidatarios, muchos otros no lo son o no tendrán acceso a la tierra en esa estructura. La reflexión sobre este hecho es importante, pues no solo importa el qué tanto conocen a su ejido en particular sino también qué perspectivas pueden tener a futuro dentro de la estructura del mismo.

Las actividades productivas de la zona, que están ligadas fuertemente al aprovechamiento de los recursos naturales y a la estructura ejidal, también constituyen el contexto inmediato del estudiante. Muchas de los estudiantes las conocen porque sus familiares o ellos mismos han trabajado en ellas, o porque saben cuál es la oferta laboral que ofrecen. Insertarse o no en esas dinámicas es una decisión importante y por ello deben conocer **buenas prácticas de manejo de los recursos**, conocer qué hacen y cómo trabajan sus vecinos próximos o los de comunidades más lejanas, para que puedan pensar en cómo incidir y transformar las condiciones de sus comunidades. Las actividades que abordan estas cuestiones son:

Actividad	Tema
La cadena de valor de la madera	Tema IV, Act. 2
Visita a una comunidad donde se haga aprovechamiento de la madera	Tema IV, Act. 3
Sitios ecoturísticos	Tema IV, Act. 4
La historia de mi ejido	Tema V, Act. 1
Mapa mental de mi ejido	Tema V, Act. 2
Las áreas de conservación en un ejido	Tema V, Act. 3
Mapa institucional alrededor de mi comunidad	Tema V, Act. 4

d. **Secuencia pedagógica**

Nuestro acercamiento al proceso de aprendizaje incluye una secuencia pedagógica elemental que puede servir de base para abordar los distintos temas de esta formación, la cual tiene la siguiente estructura:

1. Realización de actividades que ayuden a activar físicamente a los participantes y actividades de cohesión grupal, a través de las cuales se comiencen a establecer lazos de confianza en el grupo.

2. Exploración inicial del tema basada en el planteamiento de preguntas que despierten la curiosidad genuina de los participantes.
3. Recuperación del conocimiento propio sobre el tema de estudio.
4. Observación directa del fenómeno estudiado o de algún elemento importante del fenómeno.
5. Exposición de los conceptos e interpretación científica que explica el fenómeno analizado.
6. Discusión sobre la relación que existe entre dicho fenómeno y la experiencia individual o colectiva de los participantes.
7. Evaluación.

e. **Evaluación**

En el esquema de esta formación consideramos que la evaluación de los aprendizajes no sólo se restringe al aspecto académico, sino que también considera los cambios en las actitudes de los estudiantes y las capacidades adquiridas durante la formación, por ejemplo: el cambio en la participación individual así como su colaboración con un equipo, el compartir los conocimientos con sus compañeros, el tomar responsabilidades en tareas como las salidas de campo, etc.

Las estrategias para evaluar también son diversas, pero procuramos que éstas fomenten el trabajo colaborativo, por ello siempre que iniciamos un nuevo tema hacemos evaluaciones grupales con actividades amenas para recordar lo visto del tema anterior. Otras actividades que se pueden utilizar para evaluar incluyen: presentaciones individuales o grupales, elaboración de videos, comics, obras de teatro y enseñar un tema a otro grupo.

Evaluación final ¿Cómo compartir lo aprendido?

Un elemento importante de la evaluación del aprendizaje se puede observar cuando el aprendiz a su vez se vuelve tutor de otros procesos de aprendizaje. Como parte de esta formación, motivamos a que los participantes compartan lo que han aprendido, con otras personas de su comunidad o de comunidades cercanas.

Una de las estrategias para ello ha sido la realización de Ferias ambientales, en las que los estudiantes diseñan, elaboran y ejecutan actividades que lleven a un mejor conocimiento de la selva, de la relación entre seres humanos y los ecosistemas en los que viven o de los usos que se le da a los recursos naturales.

Estas ferias se han hecho al finalizar el taller e incluyen actividades para niños, jóvenes y adultos de la región. En la organización de la feria es posible observar cómo los estudiantes colaboran en trabajos grupales, presentan iniciativas, interactúan con otras personas y responden dudas sobre el tema que comparten, lo cual también sirve como criterio de evaluación de su aprendizaje.

Aquí te mostramos algunas actividades que puedes realizar con tus estudiantes:

Actividad: Lotería de personas

Esta actividad la puedes realizar cuando el grupo es nuevo y no se conocen entre sí. El objetivo del juego es que los estudiantes puedan hablar unos con otros y conocer algunos aspectos de la vida de sus compañeros.

Materiales:

- Hojas con el tablero de lotería
- Lápices o colores.

Procedimiento:

1. Elabora previamente un tablero de lotería como el que a continuación se muestra en media hoja tamaño carta. Puede ser con las casillas que tiene o puedes agregarle más. También puedes cambiar lo que está escrito dentro de las casillas.

2. Sal con tus estudiantes a un lugar amplio fuera del salón. Dale a cada uno una hoja con el tablero.

Alguien que sea el hijo menor de la familia	Alguien que conozca el mar	Alguien que sepa andar en bicicleta
Alguien que toque un instrumento musical	Alguien que sea bueno para hablar en público	Alguien que sepa hacer tortillas
Alguien que hable más de un idioma	Alguien que tenga el mismo número de hermanos que yo	Alguien que sea hijo de un ejidatario

3. Explícales que deberán completar el tablero, pero para hacerlo deberán buscar a los compañeros que cumplan con ese requisito, y pedirles que escriban su nombre y firmen en la casilla correspondiente.
4. El juego termina con los primeros que completen las casillas del tablero, al finalizar pueden gritar ¡Lotería!
5. Finalicen la actividad revisando cada una de las casillas para conocer entre todos qué personas del grupo cumplen con esos requisitos.

Actividad: Crucemos un río

El propósito de la siguiente actividad es fomentar la colaboración entre los integrantes de un equipo así como la identificación de liderazgos.

Materiales:

- 3 Tablas (duelas) de longitud entre 1 y 1.5 m

Procedimiento:

1. Traslada al grupo a un espacio grande, por ejemplo, una cancha de basquetbol.
2. Explica a tus estudiantes que el espacio de la cancha es un ancho río que deberán atravesar y en él hay cocodrilos, por lo que la única forma de cruzarlo es colocando las tablas una después de la otra hasta alcanzar la otra orilla.

3. Permite que entre ellos se organicen para cruzar, el único requisito es no bajarse de las tablas.
4. Si son muchos estudiantes puedes separarlos en dos equipos y competir por ver quiénes terminan primero. Si son pocos, puedes reducir el número de tablas y hacer la actividad varias veces para que lo hagan en el menor tiempo posible.
5. Al terminar reflexionen sobre lo que hicieron y cómo participaron cada uno de ellos en la actividad, comenten sobre el papel de quién coordinó y cómo aportó cada uno para cumplir el reto.



Actividad: Acuerdos de convivencia

Se sugiere que esta actividad se realice cuando se inicia la formación. Se trata de establecer acuerdos que permitan una buena convivencia. Se les llama acuerdos porque no son reglas que se dictan unilateralmente, sino que surgen de ambas partes que participan en la formación: el educador y el estudiante.

Materiales:

- Hojas de dos colores recortadas en tiras o trozos pequeños
- Rotafolio
- Cinta masking

Procedimiento:

1. Conversa con los estudiantes sobre la formación que van a realizar y que es necesario sentar las bases de la convivencia durante ésta. Si bien hay un educador, se trata también que todos los participantes propongan cómo quieren que se desarrolle la formación y hagan los acuerdos necesarios.
2. Reparte las hojas recortadas, a cada estudiante proporciónale dos hojas: una de cada color.
3. En las hojas de un color deberán escribir una cosa que ellos, de forma personal, pidan que se respete; y en las hojas de otro color, una cosa a la que se comprometen a hacer durante la formación. Pueden escribir más de una idea por persona, pero cada idea debe estar en una sola hoja.
4. Organiza a todos en un círculo con las hojas de cada uno. Coloca el rotafolio al frente y divídelo en dos columnas, la primera será para las cosas que piden y la segunda para las que se comprometen a hacer.
5. Pídeles que uno de los estudiantes inicie leyendo lo que ha escrito y que lo coloque en la columna que corresponde. Si alguno de sus compañeros tiene escrito algo similar, aprovecha para que también lo coloque junto al de su compañero. Puedes hacer comentarios sobre la pertinencia de ciertas ideas. Elige las que, a tu juicio, permitirán una buena convivencia en el salón.
6. Continúa con la lectura de lo escrito en las hojas, una por una, hasta terminar con el grupo. Una vez finalizado, haz un resumen de lo que se comentó.
7. Coloquen el rotafolio con los acuerdos establecidos en una de las paredes del salón. Deberá permanecer allí el tiempo que dure la formación.

Actividad: Historias de vida

Como parte del acompañamiento a un grupo de estudiantes, se hace necesario conocerlos de forma más cercana. Esta actividad consiste en hacer entrevistas de forma individual, conociendo cuáles son sus intereses y sus preocupaciones. El mejor momento para hacer esta actividad es a mediados de la formación, una vez que ya conozcas a cada uno de los estudiantes. De esta manera puedes conocer aspectos que no manifiestan cuando están en grupo.

Materiales:

- Hojas blancas
- Colores

Procedimiento:

1. Inicia haciendo preguntas que te puedan ayudar a conocerlos mejor, por ejemplo las siguientes:
 - ¿Por qué decidiste estudiar en este bachillerato?
 - ¿Qué es lo que más te ha interesado de lo que hemos visto? ¿Qué te gustaría aprender? ¿Cuáles son tus intereses?
2. Después pídeles que en una hoja dibujen cómo se visualizan en el futuro. Puedes decirles que piensen en cómo se ven ellos dentro de 5 años, y luego que dibujen cómo se ven a ellos mismos dentro de 10 años. Esta última actividad la puedes hacer en grupo, pero las entrevistas deberán ser individuales.
 - Cuenta sobre tu familia ¿A qué se dedican tus padres? ¿cuántos hermanos tienes?
 - ¿Después del bachillerato, qué te gustaría hacer?
 - ¿Qué te gustaría estar haciendo en 10 años?
 - ¿Hay alguna actividad en tu comunidad o ejido en la que te gustaría contribuir?
 - ¿Cuáles son tus preocupaciones sobre el futuro?

Actividad: Evaluación: serpientes y escaleras

Esta actividad es una adaptación del conocido juego Serpientes y escaleras, al que se le adicionan las preguntas y respuestas sobre los temas de esta formación:

Materiales:

- Tablero de Serpientes y escaleras
- Dados

Procedimiento:

1. Organiza al grupo en equipos pequeños y pídeles que elijan un nombre y dibujen un animal que los representará en el tablero.
2. Utiliza un tablero como el que se muestra más adelante, puedes reproducirlo en un rotafolio, o puedes proyectar la imagen sobre una pared.
3. Diseña una batería de preguntas y respuestas que estén relacionadas con los temas revisados. Puedes asignar un color de casilla a determinado grupo de preguntas.
4. Pide que, por turnos, cada equipo tire el dado. Al mover su ficha y llegar a una casilla, hazles una pregunta de tu batería de preguntas. En cada una de las rondas un integrante del equipo deberá ser quien responda, no siempre el mismo.

5. Si no aciertan en su respuesta, la respuesta puede pasar al siguiente equipo, que puede utilizar los puntos para avanzar sin perder su turno.
6. Avancen o retrocedan las casillas según las reglas del juego: las escaleras permiten que avancen más casillas, la serpientes hacen retroceder las casillas.
7. Gana el equipo que llegue primero a la meta.



PLAN TEMÁTICO

Tema I: Todo inicia con la materia y la energía



Tema I: Todo inicia con la materia y la energía

Todo lo que existe en la naturaleza, es decir, los fenómenos naturales y la vida de las sociedades humanas, se puede explicar como una relación entre la materia y la energía. Todo lo que existe es materia o es energía, y muchas veces una combinación de ambas. Por ejemplo, los planetas de nuestro Sistema Solar son cuerpos rocosos o gaseosos que están compuestos de distintos elementos químicos: hidrógeno, helio, carbono, oxígeno, metano, agua, etc., esto es, son materia. Mientras que la luz del Sol que irradia desde el centro de nuestro sistema planetario y que alcanza todos los planetas que se encuentran en él, es energía. Nuestro cuerpo es una combinación de materia (pelo, piel, huesos, nuestros órganos, ojos, etc) y la energía que nos hace funcionar (la glucosa y el ATP, energía química).

Por otro lado, las bacterias, los hongos, las plantas, los animales y los seres humanos estamos conformados por cuerpos que están hechos de muchísimos elementos y compuestos químicos, es decir, de materia. Y para que nuestros cuerpos puedan funcionar, crecer y reproducirse necesitan energía, la cual proviene de todo lo que nos alimenta, esto es, materia que puede transformarse en energía.

En esta primera lección aprenderemos cómo todo lo que existe en el Universo puede interpretarse como una relación entre la materia y la energía. Antes de comenzar a aprender cómo funcionan los seres vivos o por qué existen las plantas y los animales, tenemos que saber cómo fue que la materia y la energía dieron inicio a todo lo que existe.

Dinámica de la materia y la energía en el Universo

La interpretación científica del origen del universo establece que el origen del Universo sucedió aproximadamente hace 13 500 millones de años, cuando toda la materia que existía se concentró en un solo punto, lo único que existía era una inmensa concentración de partículas de materia que generaron una presión de energía tan grande que tuvo que explotar, y a esta explosión los científicos le llaman el “**Big Bang**” (gran explosión). En la medida en que estas partículas fueron expulsadas hacia todas direcciones con una energía inimaginable, se fue creando el espacio y los elementos químicos más sencillos como el **hidrógeno** y el helio. Se llegó a esta interpretación de la creación del Universo porque los astrónomos han detectado con sus telescopios que las galaxias que existen hoy en día aún siguen alejándose unas de otras, así que llegaron a la conclusión que en algún momento toda esa materia y energía tuvo que haber partido de un solo punto. Si piensas en el átomo más sencillo que existe, el del hidrógeno, que contiene un protón en el núcleo y un electrón girando alrededor, podrás imaginar que antes del Big Bang estas partículas no estaban ordenadas en átomos sino que estaban todas juntas sin espacio entre ellas. Quizá así es como podemos imaginar que toda la materia podía caber en un punto muy pequeño. Después de esta gran explosión que dio origen a todo el Universo, se formaron los átomos de hidrógeno y se comenzaron a acu-

mular en ciertas regiones del nuevo espacio que se había creado. Cuando una cantidad muy grande de átomos se acumulaba comenzaban a producir gravedad, es decir, la fuerza que produce la materia cuando se acumula en solo un lugar. Cuando los átomos de hidrógeno sumaban miles y miles de millones, la gravedad comenzó a unirlos entre sí, produciendo **helio**, el elemento químico que posee dos protones y 2 electrones (1 hidrógeno + 1 hidrógeno). Este proceso físico se llama fusión, y produce una cantidad de energía enorme, la cual genera luz, así fue como se crearon las **primeras estrellas** en el Universo. Este mismo proceso es el que se utiliza para algunas bombas atómicas, las armas más poderosas que ha creado el ser humano, las cuales a través de la fusión de átomos liberan una cantidad inmensa de energía que destruye todo a su alrededor. Las estrellas, como el Sol de nuestro Sistema Solar, están hechas de una masa gaseosa muy grande compuesta de átomos de hidrógeno y helio, la cual produce energía a través de la fusión.

En esta historia del Universo los científicos han ubicado en qué momento debieron haber ocurrido los distintos eventos de formación de todos los objetos que observamos en el espacio: las estrellas supernovas, las galaxias, los agujeros negros, los planetas y, mucho tiempo después, la vida en la Tierra.

Origen de la Tierra

Si el Universo tiene una edad de 13,500 millones de años, los científicos han estimado que la edad de nuestro planeta es de 4,500 millones de años, de acuerdo a la medición de la edad de algunos meteoritos y de las piedras lunares. La historia de la Tierra como planeta ha tenido muchos eventos importantes que han permitido la existencia de la vida. Como todos sabemos, hasta ahora no hemos descubierto que exista vida en otro lugar del Universo, excepto en la Tierra, así que resulta muy importante que aprendamos qué fue lo que pasó en este planeta para que surgieran las condiciones necesarias para la aparición de la vida.

El Big Bang generó los elementos químicos elementales que posteriormente dieron inicio a las primeras estrellas y los elementos químicos más sencillos. Posteriormente, las explosiones de las estrellas gigantes o supernovas produjeron elementos químicos más complejos. Esta producción de elementos y compuestos químicos fueron acumulando materia en distintas regiones del Universo, y debido a la energía que se había producido al inicio, toda esta materia se encontraba en constante movimiento, girando alrededor de estrellas, pues estas eran los objetos que más gravedad ejercían. Poco a poco esta materia fue formando conglomerados cada vez más grandes, a medida que seguía girando; y de acuerdo a la distancia que se encontraban de su estrella, se fueron formando planetas de distintos tamaños. Este es el caso de nuestro Sistema Solar, en donde se formaron 8 planetas que giran alrededor del Sol, cada uno con características distintas y solamente uno, la Tierra, con las condiciones necesarias para albergar vida. Pero antes veamos qué pasos previos fueron necesarios para que pudieran surgir los primeros seres vivos.

Origen y evolución de las plantas

Al igual que el Universo y la Tierra, las plantas también tuvieron una fecha de origen en nuestro planeta, los científicos han desarrollado varias hipótesis basados en distintas evidencias fósiles y en el análisis de los seres vivos más simples que existen, es decir, las bacterias.

Como aprendiste en el ejercicio anterior, muy poquito después de la formación de la Tierra se formó el agua líquida, y unos 1000 millones de años después surgió la vida. Se asume que el primer ser vivo era muy simple, solo poseía una membrana, un medio líquido en su interior y una cadena de ADN, exactamente como una bacteria de hoy en día; y se piensa que un tipo de bacteria inventó la fotosíntesis aproximadamente 500 millones de años después.

Entonces, como podrás imaginar, todavía no existían las plantas en la Tierra y ya se había inventado la fotosíntesis. Durante millones de años todas estas bacterias fotosintéticas estuvieron liberando oxígeno a la atmósfera primitiva, la cual era muy diferente a la que conocemos hoy en día. El oxígeno se fue acumulando cada vez más y esto favoreció la aparición de seres vivos más complejos, los siguientes seres vivos que evolucionaron fueron llamados eucariontes, porque eran organismos unicelulares que poseían un núcleo en su interior, recuerda que las bacterias, incluso las actuales, no tienen núcleo (son procariontes).

La ventaja de tener un núcleo radicó en que ahora las células podían reproducirse de manera más eficiente, pues su ADN estaba protegido y más ordenado. El siguiente paso evolutivo en esta larga historia fue la aparición de organismos formados por más de una célula, es decir, multicelulares. Esta característica ahora les permitiría realizar funciones especializadas, por ejemplo, algunas células se podían dedicar a producir energía mientras que otras podían especializarse en crear una membrana exterior y algunas otras se especializarían en hacer fotosíntesis. Los científicos creen que las primeras plantas, esto es, los organismos multicelulares que producen fotosíntesis, surgieron cuando un ser vivo multicelular primitivo se "tragó" a una bacteria fotosintética y le permitió vivir en su interior, el primero se beneficiaría con el alimento que se produce de la fotosíntesis mientras que la segunda encontraría un lugar más seguro para vivir.

La vida de los seres vivos es una eterna competencia para adquirir recursos como agua, alimento, sol, refugio, etc. Las primeras plantas que surgieron en la Tierra enfrentaron un escenario muy interesante cuando comenzaron a invadir la superficie seca del planeta. Ésta estaba vacía, no había ningún otro ser vivo así que aquellas especies que aprovecharan esa ventaja podrían multiplicarse y crecer por todo el espacio disponible. En la siguiente actividad te mostramos un juego en donde podrás apreciar cómo compiten las especies entre sí para poder dejar su descendencia y persistir en la Tierra.

Origen del ser humano

Así como el Universo y la Tierra, el ser humano también tuvo un origen que ha sido explorado por la ciencia. La historia de la evolución del ser humano se remonta aproximadamente hace 300 mil años, en la última parte de esta larga historia que inició con el Big Bang. No tenemos mucha información sobre la mayor parte de este camino porque sólo empezamos a dejar un registro de nuestra presencia en el planeta hace aproximadamente 30 mil años con las primeras pinturas rupestres, y sólo comenzamos a registrar los eventos por escrito hace apenas 2500 años, es decir, ¡menos del 1% del tiempo que hemos existido! Piénsalo así, si tienes 17 años sería como si sólo pudieras recordar lo que te ha pasado los últimos 3 meses de tu vida.

Las evidencias de los fósiles que se han encontrado en África nos dan muchas pistas sobre el lugar en donde habitamos por primera vez y cómo fueron nuestros antecesores. Hace aproximadamente 5 millones de años vivió en el continente Africano una especie de primate que, bajo el efecto de la selección natural, fue generando una descendencia que se fue adaptando a distintos ecosistemas y que dio como resultado el surgimiento de varias especies de homínidos (el grupo biológico al que pertenece el ser humano). Dependiendo de las distintas condiciones que enfrentaba cada población de nuestros ancestros, éstas iban cambiando y adaptándose a tales características del clima y del ecosistema. Fue así que surgieron varias especies similares de homínidos que convivieron durante muchos miles de años en África.

Con el tiempo, y la continua influencia de la selección natural, una de las especies de homínidos fue sobresaliendo en comparación de las demás, adquirió una posición erguida para caminar, comenzó a utilizar sus manos para manipular objetos, invadió los ecosistemas de pastizales que surgieron en ciertas regiones; fue desarrollando un cerebro cada vez más grande lo que le permitió ser más imaginativo y planear hacia el futuro; también fue desarrollando una forma de comunicación oral más avanzada que la de los demás y pudo formar grupos mejor organizados. Con todas estas características fueron capaz de superar a las otras especies de homínidos, es decir, se fue reproduciendo más y dejaron más descendencia. Con el tiempo desplazaron a las otras especies y, finalmente, esta especie de homínido que dominaba los ecosistemas africanos comenzó a parecerse en lo físico y en su comportamiento a una persona de hoy en día, esto es, al *Homo sapiens sapiens*.

La evolución biológica permitió el surgimiento del ser humano y después, fue la evolución cultural la que dio origen a todo el conocimiento que se ha generado en nuestra historia y que también fue transformando nuestra forma de vida; por ejemplo, nuestros antepasados descubrieron que podían utilizar el fuego, también descubrieron que podían domesticar animales salvajes, posteriormente aprendieron que había algunas especies de plantas que podían plantar y aprovechar sus frutos, etc. Estos cambios culturales fueron creando las distintas civilizaciones que han existido y que existen a lo largo y ancho de nuestro planeta.

La historia de la Tierra

Objetivo:

Representar gráficamente los momentos en que ocurrieron los eventos más importantes desde el origen del planeta Tierra hasta la aparición y evolución del ser humano, para apreciar la proporción de tiempo que ha ocurrido entre cada evento importante.

Materiales:

1. Rollos de papel higiénico de 400 hojas, uno por equipo
2. Plumas o plumones
3. Tabla de eventos de la historia de la Tierra (Hoja del estudiante)
4. Regla

Procedimiento:

1. Forma equipos de 3 o 4 estudiantes y a cada equipo entrégales un rollo de papel y una copia de la tabla de eventos que encontrarás en la Hoja del estudiante.

2. Explícales que en cada rollo deberán marcar una lista de eventos importantes manteniendo la proporción temporal entre cada uno de ellos, para lo cual deberán contar los cuadros del rollo de papel y colocar una marca con color para cada uno de los eventos indicados en la lista de eventos que se muestra en la tabla siguiente, así como el tiempo en que ocurrieron después del Big Bang.
3. Al finalizar, se debe extender en toda su longitud el papel de baño y deberá acompañar al equipo en su recorrido por la secuencia temporal, explicando y profundizando en los eventos más importantes. El objetivo fundamental de la discusión es que los estudiantes puedan apreciar la proporción de tiempo que ha ocurrido entre cada uno de los eventos importantes, como el origen de la Tierra, la aparición de la vida, el surgimiento de las plantas terrestres, la evolución de los mamíferos, etc., poniendo atención en que la aparición del ser humano en la Tierra sólo ocupa una pequeña porción al final del rollo de papel.

La historia de nuestro planeta

Objetivo:

Aprender sobre las distintas etapas que ha vivido nuestro planeta y qué eventos produjeron las características que facilitaron el surgimiento de la vida.

Procedimiento:

1. En la siguiente lista se enumeran los eventos más importantes que explican los cambios que sufrió nuestro planeta desde el momento de su creación y que le permitieron adquirir las características que hoy en día conocemos. Deberás formar equipos de 3 o 4 personas y cada uno deberá escoger un tema.
 - a. Formación de la Tierra a partir del disco protoplanetario. 4500 millones de años (m.a.).
 - b. Formación de agua en estado líquido. 4400 m.a.
 - c. Aparición del primer ser vivo. 4000 m.a.
 - d. Desarrollo de la fotosíntesis por las bacterias. 3500 m.a.
 - e. Acumulación de oxígeno en la atmósfera primitiva, derivado de la fotosíntesis bacteriana. 2500 m.a.

- f. Aparición de los primeros seres vivos con células complejas (eucariontes). 2000 m.a.
 - g. Surgimiento de las primeras plantas (organismos multicelulares que producen fotosíntesis). 800 m.a.
 - h. Explosión del Cámbrico (surgimiento de muchísimas especies de plantas y animales). 500 m.a.
 - i. Extinción de los dinosaurios. 65 m.a.
 - j. Surgimiento de los primeros homínidos (antecesores del ser humano). 3 m.a.
2. Pídeles que investiguen en internet la información sobre el evento que les tocó y que escriban en un párrafo cuáles fueron las características más importantes que lo describen.
 3. Entre todos los equipos elaborarán una figura en forma de columna en donde relaten, en orden cronológico, cada uno de los eventos que conformaron a la Tierra como la conocemos hoy en día. Pueden ilustrarla con dibujos o recortes y textos breves sobre cada una de las etapas.

El juego de la competencia por la supervivencia

Objetivo:

Explorar la dinámica de competencia y ocupación del hábitat entre poblaciones de distintas especies, bajo condiciones medioambientales cambiantes.

Materiales:

- Tablero para el juego (Hoja del estudiante)
- 1 Dado por tablero
- Fichas para el juego (20 por jugador)

Procedimiento:

1. Organiza al grupo en equipos de 6 integrantes y a cada equipo proporciónale un tablero de la Hoja del estudiante, un dado y un paquete de fichas.
2. Existen 6 tipos de fichas que representan a cada una de las siguientes plantas: alga verde, musgo, helecho, pino de montaña, ceiba y pasto. Cada planta tiene a su vez una limitante, que se corresponde con un número del dado (del 1 al 6). Estas fichas se reparten a los jugadores, un tipo de planta por cada jugador.
3. Antes de comenzar el juego, se colocan en el tablero cinco fichas por jugador. Por turnos, cada uno coloca sus fichas en cada uno de los espacios correspondientes (30 espacios) hasta llenar el tablero. En caso de ser menos de 6 jugadores, se inicia con más de cinco fichas para llenar el tablero.
4. En cada turno, el jugador correspondiente elegirá qué espacio del tablero quiere colonizar, lanzará el

dado y sólo tendrá éxito cuando el número del dado sea el mismo que la limitante de la planta que ataca. Si esto ocurre, se apoderará del espacio y el otro jugador deberá retirar su ficha. Cada jugador únicamente puede colonizar un espacio que sea adyacente a un espacio que ya ocupa.

Las limitantes son:

Número en el dado	Limitante	Pierde
1	Agua: No hay agua disponible.	Alga verde
2	Temperatura: La temperatura es alta. Hace mucho calor.	Musgo
3	Fertilidad: No hay los nutrientes necesarios.	Helecho
4	Salinidad: Hay un exceso de sal.	Pino de montaña
5	Polinizadores: No hay insectos que polinicen las flores.	Ceiba
6	Luz: Hay mucha sombra y no hay luz suficiente.	Pasto

5. El juego termina cuando un jugador ocupe la mitad de espacios del tablero, o cuando el facilitador decida suspender el juego, lo cual puede ser a los 20 min.
6. Después, discutan sobre las limitantes climáticas que permiten que una especie prospere sobre las demás.



Selección de especies agrícolas y el maíz

Objetivo:

Reconstruir el proceso de selección artificial del maíz y que construir la historia familiar de esta planta.

Materiales:

- Tarjetas de evolución del maíz (Hoja del estudiante)

Procedimiento:

1. Organiza a tus estudiantes en equipos de cuatro personas, y reparte a cada equipo un juego de tarjetas de la Hoja del estudiante.
2. En este ejercicio reproduciremos el proceso de selección artificial del maíz. Las tarjetas representan mazorcas con características muy distintas: silvestres, pequeñas, medianas, grandes, etc. Las tarjetas se agrupan en tres tipos: etapa temprana (borde rojo), media (borde amarillo) y final (borde verde).
3. Coloca todas las tarjetas boca abajo y acomódalas de acuerdo a su etapa, todas las de la etapa temprana juntas, luego todas las de la media y finalmente las de la etapa final.
4. Cada alumno voltea dos tarjetas de la etapa temprana y observa con atención las dos mazorcas que hayan salido. Entre las dos opciones debe seleccionar cuál le parece que tiene las mejores carac-

terísticas: tamaño de la mazorca, tamaño del grano, color, etc. Deberá conservar la mazorca seleccionada y la otra será desechada.

5. Otro alumno puede iniciar otra ronda, voltea una de las tarjetas restantes y la compara con la que su compañero eligió y escoge con cuál de las dos se queda, mientras que desecha la otra.
6. Ahora otro alumno deberá escoger una tarjeta de la etapa intermedia, y realizar el mismo procedimiento exactamente, es decir, comparar las dos tarjetas, escoger la mazorca que le parece que tiene mejores cualidades y desecharla la otra. Cada alumno repite este procedimiento hasta que se terminan las tarjetas de la etapa intermedia.
7. Finalmente, los alumnos deberán realizar este mismo procedimiento con las tarjetas de la etapa final hasta que sólo queden dos tarjetas. Comparen las tarjetas finales con aquellas de los otros equipos. También pueden repetir el ejercicio en varias ocasiones para ver si el resultado es el mismo en cada ocasión que repiten el procedimiento.
8. Comenta con tus alumnos cuáles fueron sus conclusiones después de terminar este ejercicio, reflexionando sobre los criterios que utilizaron para seleccionar las mazorcas en cada ocasión. Pregúntales si ya pueden imaginarse cómo fue la selección artificial que permitió la creación del maíz actual.

Observación y plática sobre la milpa

Objetivo:

Analizar la estructura de una milpa tradicional y las plantas que se cultivan en la región.

Materiales:

- Hojas de papel

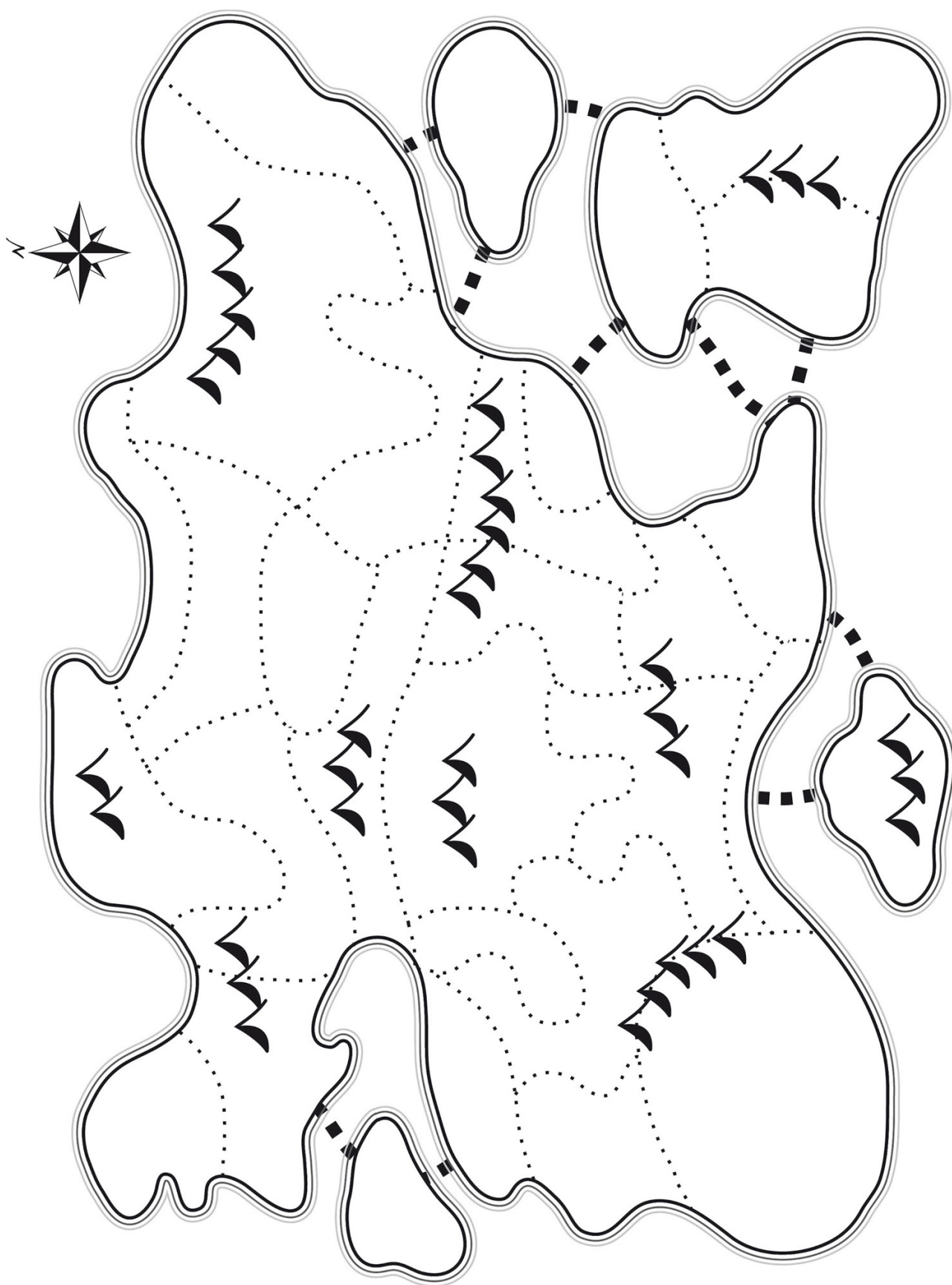
Procedimiento:

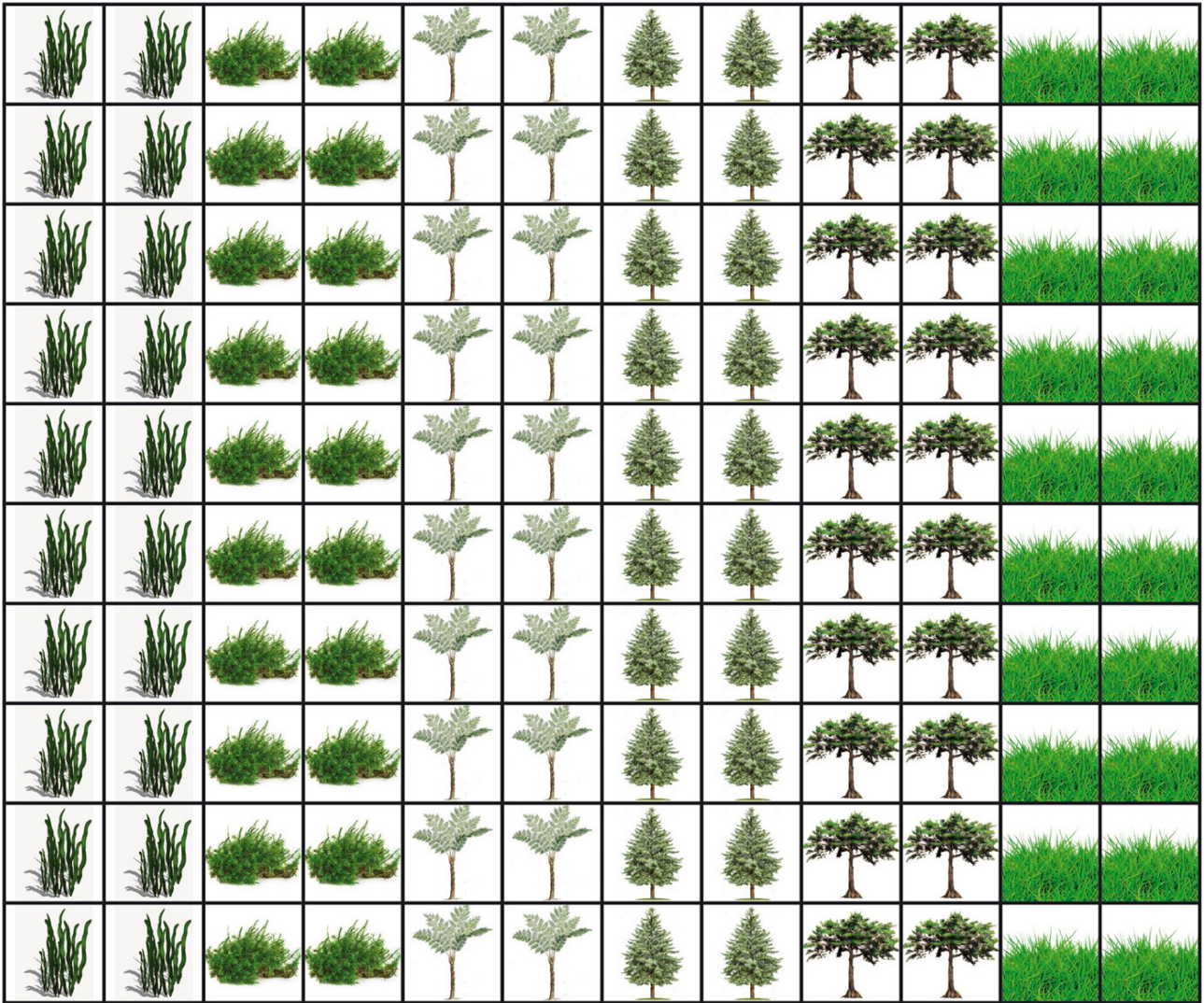
1. Antes de hacer esta actividad, indaga si existe una parcela en la comunidad donde se cultive una milpa tradicional, es decir, donde haya un policultivo de maíz y otras plantas. Esta indagación la puedes hacer con tus estudiantes, pues posiblemente ellos tengan alguna parcela con estas características. Una vez elegido el lugar, prepárense para la visita.
2. Si es posible, háganse acompañar del dueño de la parcela o quien la haya sembrado para que les pueda contar del proceso que llevó a cabo para tener la parcela con las plantas que observen.
3. Una vez en la parcela, pídanle al dueño de la parcela que les cuente cómo se creó la parcela y cuál es el ciclo de cultivo de las plantas que siembra. De no contar con la presencia de la persona que haya cultivado, pídele a tus estudiantes que comenten cómo es que ellos siembran o en qué se parecen sus parcelas a la que están visitando.
4. Pídeles que identifiquen en la parcela las plantas cultivadas, las que no son cultivadas y los usos que se le da a cada planta.
5. Ahora pídeles que en las hojas blancas hagan un esquema de la parcela, es decir, que dibujen cuál es la estructura vertical y horizontal de la milpa que observan.
6. Finalmente, pídeles que comparen la estructura de la milpa con otros tipos de vegetación cercanos: pastizales, acahuales, selvas, etc. Los elementos de comparación pueden ser: presencia de árboles, diversidad de especies, uso de las plantas en cada tipo de vegetación, etc.



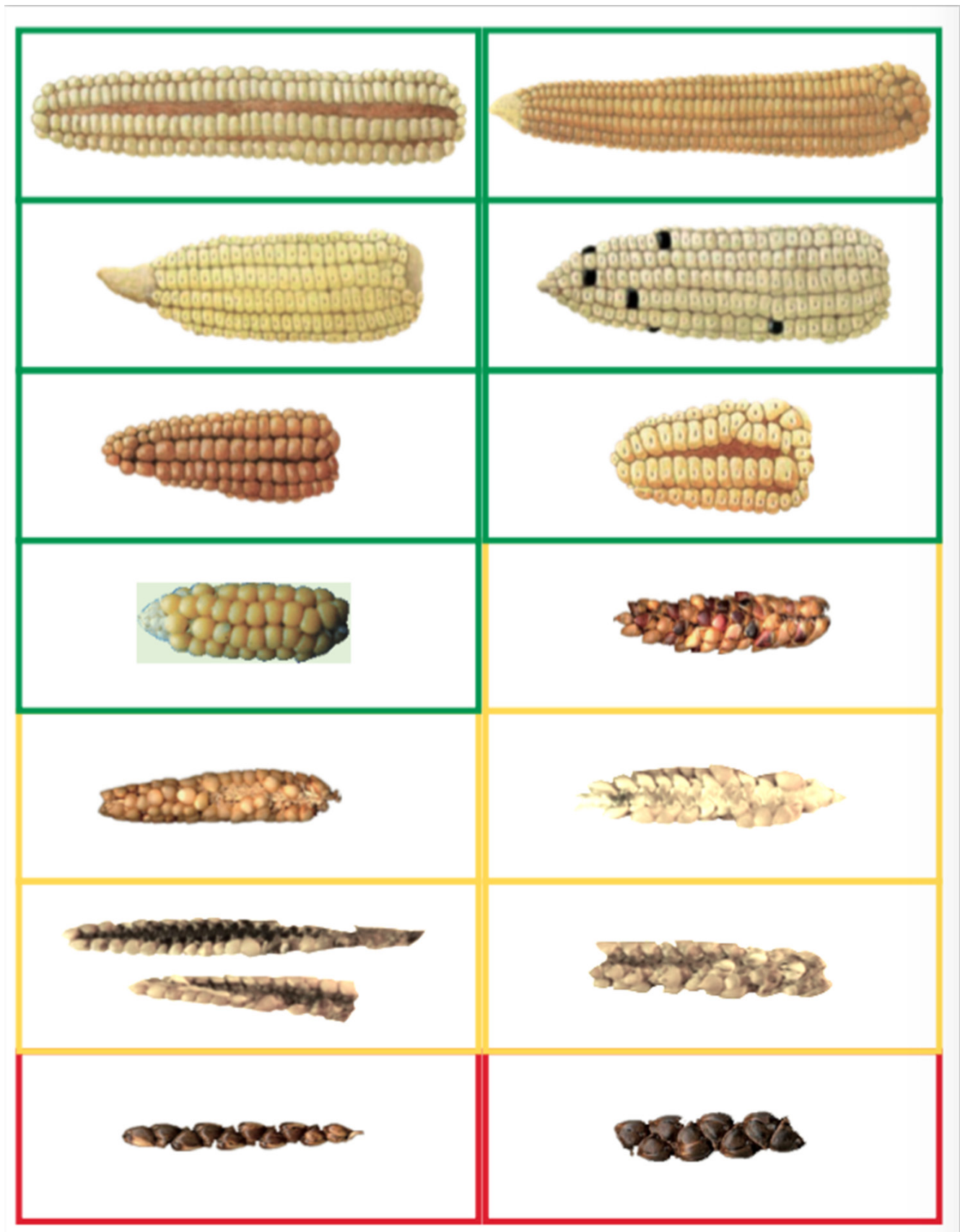
Hoja del estudiante. Tema I, Actividad 1

Evento	Años antes del presente	Hojas de papel
Presente	0	0.0
Llegada de Cristóbal Colón a América	527	0.00005
Poblamiento tardío de América	15,000	0.001
El hombre comienza su migración fuera de África	90,000	0.008
Aparición del hombre moderno, el Homo sapiens, en África	200,000	0.017
Primera vez que se usó el fuego	1,420,000	0.123
Se utilizan las primeras herramientas de piedra por el Homo habilis	2,500,000	0.217
El Australopithecus, ancestro del hombre actual, vive en África	4,000,000	0.348
Primeros primates	57,000,000	4.95
Extinción de los dinosaurios	65,000,000	5.65
Primeras plantas con flores	150,000,000	13.04
Primeras aves y mamíferos	180,000,000	15.65
Primeros dinosaurios	215,000,000	18.69
Primeros árboles	318,000,000	27.65
Primeros reptiles	340,000,000	29.56
Primeros insectos	400,000,000	34.78
Primeras plantas terrestres (musgos y helechos)	450,000,000	39.13
Primeros peces	490,000,000	42.60
Primeros organismos multicelulares	700,000,000	60.87
Primeros organismos de una sola célula compleja	1,200,000,000	104.34
La atmósfera ya tiene oxígeno	2,700,000,000	234.78
Surge la vida. Origen de las bacterias	3,500,000,000	304.34
Las rocas más antiguas	3,960,000,000	344.34
Formación de la atmósfera	4,200,000,000	365.21
Formación de la Luna	4,500,000,000	391.30
Origen de la Tierra	4,600,000,000	400





Hoja del estudiante. Tema I, Actividad 4



Tema II: Carbono y fotosíntesis



Tema II: Carbono y fotosíntesis

El carbono como fundamento de la vida

La vida es uno de los fenómenos más extraordinarios y complejos que han ocurrido en la historia del Universo, la ciencia ha buscado evidencias sobre su origen y se han creado muchas hipótesis para tratar de entender cómo fue el primer ser vivo en la Tierra. Lo que sí sabemos muy bien es de qué estamos hechos todos los seres vivos, cuál es el elemento químico que todos compartimos y que nos ayuda a entender de qué están hechas cada parte de nuestro cuerpo, las hojas y los troncos de las plantas, el pelo y los órganos de los animales, las bacterias o los hongos.

El elemento químico que está presente en todas las formas de vida en la Tierra es el carbono (C). El carbono es uno de los elementos que se creó con las primeras estrellas en el origen del Universo. Posee 6 protones en su núcleo y 6 electrones girando alrededor, 2 de ellos se encuentran cercanos al núcleo y 4 en su exterior.

En esta imagen podemos observar un modelo del átomo de carbono (C) en el que se observa el núcleo (compuesto de 6 protones y 6 neutrones), 2 electrones (e^-) cercanos al núcleo y 4 electrones hacia el exterior. Estos 4 electrones le permiten al carbono unirse con muchos otros elementos químicos y formar una cantidad enorme de compuestos orgánicos.

El carbono se puede combinar con hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P), magnesio (Mg) y potasio (K); forma una diversidad muy grande de compuestos orgánicos y con todos ellos la vida puede existir, ya que constituyen los ladrillos para construir todas las estructuras que conforman a un ser vivo, por ejemplo, el pelo, la sangre, los músculos, la clorofila, la piel, la madera, el cerebro, los nervios, el ADN, las paredes celulares, etc.

Si quisiéramos definir la característica más importante de la vida en la Tierra podríamos decir que la vida está basada en el carbono.

La fotosíntesis y la célula vegetal

Como revisamos previamente, la fotosíntesis es un proceso metabólico que surgió en nuestro planeta gracias a las bacterias, muchos miles de años antes de la aparición de las plantas. La innovación que sí desarrollaron las plantas a lo largo de su evolución como seres vivos fue la creación de una célula especializada para la fotosíntesis, la llamada célula vegetal.

La fotosíntesis le permite a los organismos que la realizan (bacterias, algas y plantas) producir carbohidratos (alimento) a partir de la luz del sol (energía), dióxido de carbono (fuente de carbono) y agua. La ecuación de la fotosíntesis que aprendemos en la escuela es la siguiente:



La forma de interpretar esta ecuación en términos de energía y materia es visualizándola como la capacidad que tienen los seres vivos fotosintéticos de transformar la **energía lumínica** (luz del sol) en **energía química** (carbohidratos). Esta fue la gran innovación que desarrollaron las bacterias hace miles de años, tomaron la luz del sol, una fuente de carbono (CO_2) y agua para crear una molécula que contuviera energía en forma química, esto es, para poder almacenarla dentro de las células:

FOTOSÍNTESIS =

ENERGÍA
LUMÍNICA

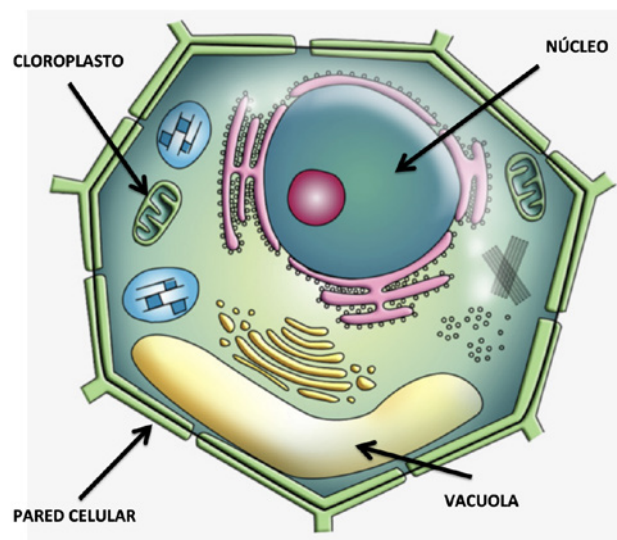


ENERGÍA
QUÍMICA

(luz del sol)

(glucosa)

Las plantas, a diferencia de las bacterias, realizan la fotosíntesis en una célula especializada que les permite realizar este proceso metabólico de manera muy eficiente. Las plantas poseen células eucariontes (con núcleo) de tal manera que pueden crear organelos especializados para realizar distintas funciones. En el siguiente esquema podemos observar los componentes que definen a la célula vegetal.



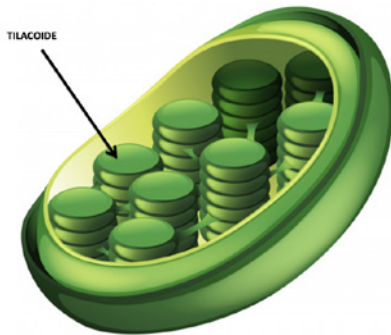
Núcleo: Esta estructura celular está especializada en contener todo el material genético (ADN) de la célula, el cual contiene la información necesaria para el funcionamiento de la célula y para poder reproducir nuevos seres vivos. Este organelo también lo tienen las células de los animales y los hongos.

Vacuola: Este organelo es exclusivo de la célula vegetal, y tiene la función específica de almacenar agua y otros compuestos, a través de la vacuola la célula vegetal puede mantenerse turgente y producir la tensión necesaria para que una planta pueda mantenerse erguida sin necesidad de poseer un esqueleto interno. Cuando observamos que una planta comienza a marchitarse significa que sus vacuolas están perdiendo agua y por lo tanto la planta pierde la capacidad de mantenerse erguida; si re-

gamos esa planta las vacuolas podrán volver a llenarse y cumplir su función.

Pared celular: Esta estructura celular es única de las plantas y tiene la función de crear una estructura rígida alrededor de la membrana que la proteja y que cumpla también la función de sostén para el organismo entero.

Cloroplasto: Este organelo también es exclusivo de la célula vegetal y está especializado para que la fotosíntesis suceda en su interior. El cloroplasto tiene una estructura interna llamada tilacoide en donde se acumula la clorofila, en las membranas del tilacoide se realiza la fotosíntesis. En la siguiente figura se puede observar la estructura interna de un cloroplasto.



Ciclo del carbono y cambio climático

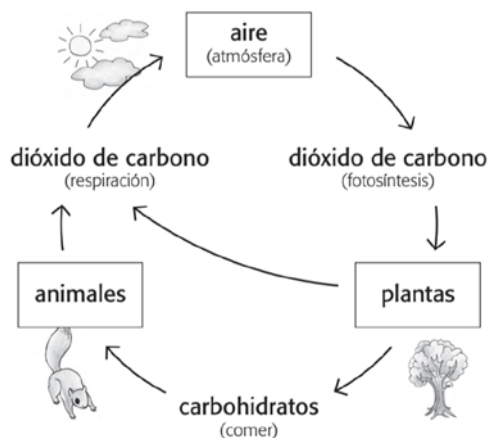
Previamente aprendimos que la vida en la Tierra se desarrolló alrededor del carbono, por ejemplo, casi el 20% de nuestro cuerpo está constituido de este elemento químico: carbohidratos, enzimas, hormonas, grasas, neurotransmisores, proteínas, ácidos nucleicos, aminoácidos, vitaminas, etc. La vida en la Tierra no podría entenderse sin el carbono.

La cantidad total de carbono como elemento químico en la Tierra es siempre la misma, es decir, el carbono no se crea ni se destruye, sólo se transforma. Todo el carbono que existe en el planeta está integrado en un complejo ciclo de uso por los seres vivos y de almacenamiento 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 (CO_2) 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 forman una unión química muy fuerte y generan el compuesto bióxido de carbono, formado por una molécula de carbono y dos moléculas de oxígeno. Este compuesto se encuentra en estado gaseoso y concentraciones muy bajas en el aire (alrededor del 0.04% del volumen total de la atmósfera).
2. Las plantas y los microorganismos fotosintéticos utilizan el CO_2 para producir su propio alimento a través de la fotosíntesis. Una planta toma CO_2 del aire, captura la luz del Sol (con esta energía divide la molécula de CO_2) y absorbe agua del suelo para proveerse de algunos iones esenciales. El residuo de esta reacción química es el oxígeno (O_2).

3. Además de producir su alimento, las plantas utilizan el carbono como su material de construcción para producir tejidos de soporte, por ejemplo, la madera es un compuesto biológico que está formado por celulosa, una molécula cuyo componente principal es el carbono. La celulosa proporciona la rigidez que requieren las plantas que tienen madera, de esta manera pueden crecer y sostenerse para alcanzar la luz del Sol.
4. El CO_2 que se encontraba en forma gaseosa en la atmósfera ahora pasa a formar parte de las plantas de varias formas, ya sea como material de soporte (madera), energía (azúcares), reservas de alimento (almidones) o las distintas moléculas de las que está hecho su organismo.
5. Existen muchos seres vivos que se alimentan de plantas para poder obtener energía y reservas, los llamados herbívoros, quienes a su vez son comidos por los carnívoros y omnívoros; y todos ellos al morir son aprovechados por los microorganismos descomponedores. De esta manera, el carbono que se encontraba en las plantas, pasa a través de distintos tipos de seres vivos en una cadena alimenticia.
6. Por otro lado, los procesos de respiración de los organismos vivos (plantas y animales) producen nuevamente bióxido de carbono en estado gaseoso que se reincorpora a la atmósfera. Con la respiración los seres vivos pueden romper las moléculas de glucosa y obtener la energía que tienen almacenada, 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.
7. Los descomponedores se alimentan de los organismos muertos (plantas y animales) y este proceso integra el carbono de sus cuerpos al suelo, el cual almacena el carbono temporalmente. A lo largo de millones de años, esta acumulación constante de carbono genera depósitos muy grandes en el subsuelo, los cuales pueden transformarse en carbón, gas o petróleo (hidrocarburos). El ser humano extrae estos hidrocarburos y produce energía a través de su combustión.
8. En los océanos y mares también se reincorpora el CO_2 a la atmósfera (a través de la respiración de los organismos marinos) y se absorbe en el agua (en las conchas de muchas especies, las cuales están hechas de carbonatos de calcio). Cuando los animales que producen conchas calcáreas se mueren, estas se acumulan en el lecho marino y producen depósitos muy grandes de carbono en forma de rocas.
9. Otros procesos abióticos como las erupciones volcánicas y el movimiento de las placas tectónicas, producen CO_2 en forma gaseosa y lo incorporan nuevamente a la atmósfera, en donde el ciclo del carbono reinicia.

10. 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 (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.



El carbono y el papel de los bosques

Las plantas utilizan el carbono como materia prima para todos sus tejidos, especialmente para los tejidos de soporte como la madera. A medida que los árboles crecen absorben el bióxido 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 al respirar, se les conoce como "sumideros" o almacenes de carbono.

Como recordarás, dentro del ciclo del carbono los bosques y las selvas son considerados como uno de los almacenes de carbono más importantes. Las plantas absorben el CO_2 del aire y con la energía que extraen de la luz solar separan esta molécula en sus componentes esenciales, de esta manera retienen el carbono y liberan el oxígeno hacia la atmósfera. Una vez aislado el átomo de carbono la planta puede elaborar todas las moléculas que requiere para vivir: carbohidratos, almidones, azúcares, celulosa, etc. Todas estas moléculas tienen una estructura básica de carbono, como la celulosa, el principal componente de la madera.

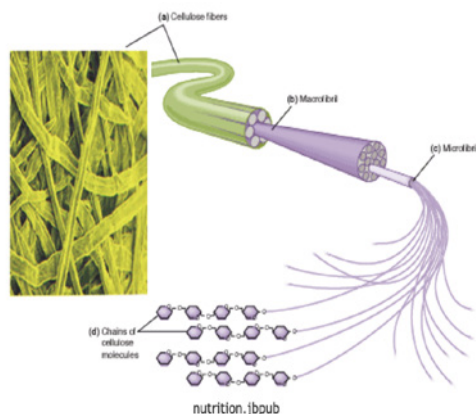


Figura. Diagrama que representa a las cadenas de celulosa que constituyen el componente fundamental de la madera.

La cantidad de carbono que cada árbol puede almacenar depende de la especie a la que pertenece, por ejemplo, si tiene madera suave tiene poco carbono y si es dura quiere decir que contiene mucho carbono. Los troncos más grandes contienen más carbono, al igual que los más viejos, pues han crecido durante más tiempo, aunque es importante considerar que los árboles jóvenes que están en crecimiento están incorporando constantemente carbono a sus tejidos para poder crecer.

Cuando quemamos leña, el carbono que está almacenado en ella regresa a la atmósfera. Así, es fácil visualizar a la deforestación como uno de los procesos que emite grandes cantidades de carbono hacia la atmósfera. Si este proceso se realiza de manera moderada, esta emisión de carbono puede ser regulada por el propio ciclo del carbono sin mucho problema. No obstante, cuando las actividades de destrucción de los bosques aumentan a lo largo de nuestro planeta, la regulación de este carbono se vuelve más complicada, porque tenemos que pensar que también la industria y el transporte están emitiendo grandes cantidades de CO_2 . La atmósfera comienza a acumular niveles de CO_2 peligrosos, ya que el efecto invernadero se vuelve más intenso, acumula mucho más calor y, en consecuencia, la temperatura del planeta aumenta.

Cuando las comunidades protegen a sus bosques y hacen uso moderado de ellos, están ayudando a mantener estables los niveles de CO_2 en el aire, pues mantienen los reservorios de carbono en buen estado. Esto quiere decir que 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), también tiene un papel esencial para cuidar 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, pues almacenan alrededor de 289 millones de toneladas métricas de carbono. El carbono total almacenado en los bosques —incluyendo los árboles, plantas, madera muerta, material en descomposición y el suelo, representa un volumen mayor que todo el carbono presente en la atmósfera. Los bosques almacenan más carbono que cualquier otro ecosistema terrestre, y más carbono que todos los depósitos de petróleo del mundo.

Una manera en que las personas podemos reducir o revertir la acumulación de CO_2 en la atmósfera terrestre —y el cambio climático global— es manteniendo o incrementando la superficie de los bosques, lo cual se puede lograr diseñando planes de manejo sustentable de los bosques, creando áreas protegidas, controlando los incendios estacionales, promoviendo la educación ambiental y la formación profesional de personas que fortalezcan y mejoren la industria forestal de las comunidades.

¿Qué es el cambio climático?

El concepto de cambio climático hace referencia a la ocurrencia de variaciones extraordinarias de las condiciones climáticas en una región, esto es, cambios muy evidentes que contrastan de forma clara con las características típicas del clima. Esta variación se da en distintos sentidos, es decir, el promedio de la temperatura puede aumentar o disminuir, así como la cantidad de lluvia, la frecuencia de las sequías, etc. Dado que una de las amenazas más inminentes que los científicos han detectado es el calentamiento de la atmósfera, es que popularmente el término de cambio climático se asocia implícitamente al calentamiento global.

Este tema está desarrollado con profundidad en la Guía para el Educador Conservación de los bosques y cambio climático: el papel de las comunidades locales, Rainforest Alliance (2014); la cual está disponible en la siguiente dirección electrónica: <https://www.rainforest-alliance.org/lang/es/curriculum/climate>

A continuación sólo se revisarán los elementos básicos para comprender este fenómeno.

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 regresa hacia el espacio cuando se refleja en ciertas superficies, como en los polos congelados o en los glaciares; dado que la atmósfera es transparente, esta radiación reflejada escapa nuevamente al espacio.



La porción de energía absorbida por la tierra y los mares se libera lentamente en forma de calor y los gases del efecto invernadero (bióxido de carbono o CO₂, óxido nítrico, metano, vapor de agua) evitan que escape al espacio. Si estos gases no existiesen esta energía 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 como la nuestra, y a pesar de reciben los rayos del sol, no pueden retener el calor; así sucede en Marte, por ejemplo. También se da el caso de que la composición química del aire favorece la concentración del calor, por ejemplo en Venus, cuya atmósfera posee muchos gases del efecto invernadero, y por lo tanto existen temperaturas muy altas en su superficie, de alrededor de 900° C.

A este fenómeno se le llama **efecto invernadero** porque este mismo fenómeno es el que calienta el aire dentro de los invernaderos en donde se cultivan plantas. La luz del sol penetra por el vidrio o el plástico transparente que recubre un invernadero, esta radiación es absorbida por el suelo y se libera lentamente en forma de calor; pero el material del invernadero ya no permite que el calor se escape, así es que mantiene el aire del interior a una temperatura mayor que el exterior en donde las plantas pueden crecer mejor.

La concentración de CO₂ en la atmósfera es importante porque regula la temperatura del aire, a mayor concentración de CO₂ el efecto invernadero es mayor, y viceversa. Gracias al efecto invernadero nuestro planeta a mantenido temperaturas cálidas que han permitido el desarrollo de la vida. Los niveles de CO₂ en la atmósfera de la Tierra han permanecido bastante estables durante miles de años (alrededor de 280 partes por millón, ppm), pues hay fenómenos naturales que emiten este gas y procesos naturales que lo absorben. Sin embargo, con la Revolución Industrial, que inició en el siglo XVIII, los niveles de CO₂ empezaron a incrementarse progresivamente. En 1958, los niveles de CO₂ pasaron 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 CO₂ es la causa principal del incremento de las temperaturas globales, es decir, del cambio climático.

El uso de hidrocarburos para producir energía, como el carbón, el petróleo y el gas, han provocado este aumento del CO₂ atmosférico. En la actualidad seguimos dependiendo de estos combustibles para producir electricidad para nuestros hogares y la industria, para cocinar y para transportarnos. Asimismo, existen otras actividades humanas que provocan la liberación de CO₂, como la quema de la vegetación para introducir la agricultura o la ganadería.

Es importante entender el papel que realiza el CO₂ 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.

Mitigación y adaptación al cambio climático

La respuesta que las sociedades humanas pueden adoptar frente al complejo fenómeno del cambio climático se puede visualizar de dos maneras, la sociedad puede generar procesos que tengan como objetivo reducir la magnitud del aumento de la temperatura, es decir, mitigar el cambio climático; o pueden realizar acciones para adaptarse a las nuevas condiciones de la temperatura de la atmósfera y el cambio climático. Estos dos tipos de acciones son necesarias y cada sociedad debe evaluar qué tipo de acciones de mitigación y de adaptación son las más adecuadas para ella.

En la siguiente lista de acciones identifica qué tipo de acción corresponde a cada una, mitigación o adaptación. Explica tu respuesta.

Acción	Tipo	¿Por qué?
Construir muros de contención en la costa para evitar que el nivel del mar afecte a las casas y los edificios.		
Aumentar la producción de energía a través de fuentes renovables como la luz solar, la energía eólica, la geotérmica, etc.		
Crear especies agrícolas a través de ingeniería genética que sean capaces de resistir las sequías.		
Mejorar y ampliar los sistemas de transporte público en las ciudades para reducir el uso de automóviles particulares.		
Reducir la tasa de deforestación de los bosques y selvas y promover la reforestación.		
Sembrar árboles y crear parques en las ciudades.		

¿Qué contiene y qué no 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 (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 (vidrio o metal).
- Lazos
- Letreros 'Con carbono' y 'Sin carbono'

Procedimiento:

1. Divide al grupo en dos equipos, y organiza a los integrantes por parejas. A cada pareja se le proporciona un lazo para que con él se amarren un pie cada uno. 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.

2. Cada pareja toma un objeto y corre hacia un sitio en donde se encuentran dos letreros que dicen: 'Con carbono' y 'Sin carbono', vuelve con su equipo y le proporciona el lazo, el equipo siguiente hará lo mismo hasta terminar de clasificar los objetos. Para saber dónde deben colocarlo pueden consultar con su equipo cada vez que salgan.
3. Al finalizar se identifica al equipo que finalizó en menos tiempo y cometió menos errores y se revisa la ubicación adecuada de cada una de las cosas que tienen carbono y de manera general, se explica por qué. Cada equipo deberá ajustar los conjuntos que había hecho.



La balanza de carbono

Objetivo:

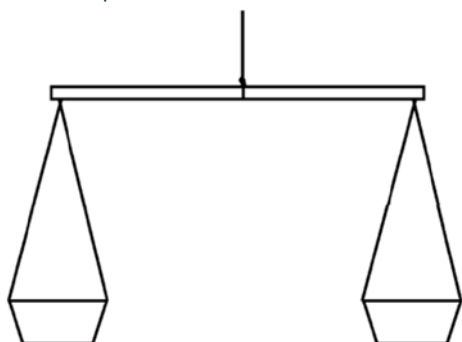
Observar el cambio en la masa de un objeto hecho de celulosa al quemarse.

Materiales:

- Una regla o una vara de madera
- Cuerda
- Tijeras
- Dos trozos de papel aluminio
- Media hoja de papel
- Cerillos
- Dos vasos de plástico

Procedimiento:

1. Fabrica una balanza con la vara de madera, el hilo y los vasos de plástico.



2. Recorta dos trozos de papel aluminio para hacer dos charolas que puedas introducir dentro de los vasos.
3. Divide a la mitad la hoja de papel, recórtala en trozos y coloca cada mitad en la charola de aluminio. La balanza debe quedar equilibrada.
4. Extrae una de las charolas, con el papel dentro y pregunta a tus estudiantes ¿qué sucederá con la balanza si quemamos este papel? Una vez que expongan sus predicciones, enciende el papel dentro de la charola y esperen hasta que finalice la combustión.
5. Una vez que el fuego se apague, con cuidado vuelve a introducir la charola en el vaso que la contenía y verifica si la balanza continúa en equilibrio.
6. Discute con el grupo: ¿De qué está conformada la hoja de papel? ¿Qué es la combustión? ¿Qué residuos quedan después de la combustión? ¿Se modificó la masa del papel? ¿A qué se debe este fenómeno?

Cromatografía de pigmentos vegetales

Objetivo:

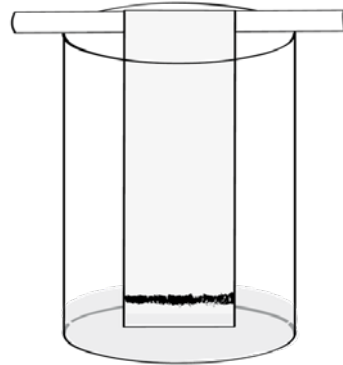
Observar la separación de los pigmentos fotosintéticos de una hoja.

Materiales:

- Alcohol
- Un vaso transparente
- Papel filtro, papel absorbente o papel kleenex
- Una hoja tierna de alguna planta
- Cinta adhesiva – diúrex
- Vara corta
- Un mortero o molcajete
- Marcadores de agua

Procedimiento:

1. Recortar el papel filtro en tiras de 4 cm de ancho, sujetar con cinta adhesiva a una vara corta de tal forma que la tira quede suspendida al colocarla sobre el vaso.
2. Macerar la hoja de la planta con alcohol hasta que adquiera los pigmentos verdes de la hoja.
3. Utilizar una porción del líquido con pigmento para trazar una línea en la base del papel filtro, a 1 cm de la orilla.
4. Colocar alcohol en el vaso y acomodar el papel de forma que quede suspendido sobre la boca del vaso y con la parte inferior en contacto con el alcohol.
5. Dejar reposar por algunas horas o durante la noche y observar si ha ocurrido o no la separación de los pigmentos, que debe manifestarse en que el papel tendrá porciones de distinto color.
6. Simultáneamente, puede realizarse el experimento utilizando otras tiras de papel filtro con líneas pintadas con marcadores de agua.



Morfología vegetal y Observación de estomas

Objetivo:

Observar las estructuras macroscópicas y microscópicas de las hojas, así como la variedad de formas que las plantas tienen para esta estructura.

Materiales:

- Hojas con formas variadas de distintas plantas
- Microscopio estereoscópico o lupas
- Microscopio óptico
- Pegamento blanco
- Portaobjetos y cubreobjetos

Procedimiento:

Primera parte. Morfología vegetal

1. Reúnan la mayor cantidad de tipos de hojas que puedan encontrar en su entorno.
2. Observen con detalle cada hoja y hagan una clasificación de las mismas con base en su morfología: tamaño, forma, bordes, color, grosor, estructuras adicionales.
3. Si disponen de un microscopio estereoscópico, observen con mayor detalle las partes que integran cada hoja y anoten si observan la presencia de otras estructuras. Si no tienen este microscopio pueden utilizar lupas para observar las hojas.

Segunda parte. Observación de estomas

4. Para realizar la actividad de esta sección será necesario contar con microscopio óptico.
5. Elijan una hoja y colóquela con el envés (la parte de debajo de la hoja) hacia arriba, sobre una superficie plana.

6. Unten una capa de pegamento blanco en todo el envés. Esta capa no debe ser gruesa pero sí debe cubrir toda la hoja. Dejen que el pegamento se seque.
7. Una vez que el pegamento se ha secado, despeguen con cuidado la hoja.
8. En la impresión de la hoja que ha quedado en el pegamento, seleccionen un cuadro de 2 x 2 cm y recórtelo. Colóquenlo sobre el portaobjetos, luego coloquen encima el cubreobjetos y con cuidado colóquenlo en el microscopio óptico.
9. Enfoquen esta preparación y observen en la impresión cómo han quedado los estomas, las estructuras de la hoja encargadas del intercambio gaseoso entre la hoja y la atmósfera.
10. Practiquen con distintas hojas para comparar las formas que tienen los estomas en cada planta.



Figura. Vista de los estomas de una hoja en una preparación para microscopio óptico.



Juego de las estaciones del ciclo del carbono

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 Hoja del estudiante, ya sea a mano o fotocopia. 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:

1. 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.
2. 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.
3. 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 dónde se dirigen a continuación.
4. 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.
5. 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.
6. 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....”
7. 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 cuáles 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?



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
- Tabla para estimar contenido de carbono (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.
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 estudiantes qué pasaría si todos midiéramos los árboles a diferentes alturas. (Cada uno obtendría diferentes resultados.)
6. Ayude a los estudiantes a medir la circunferencia a 1.3 metros, que anoten sus mediciones en sus cuadernos. Solicite a los estudiantes que comparen sus mediciones reales con sus mediciones calculadas.
7. 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 $140 \times 6 = 840$ cm.
8. Los estudiantes pueden anotar las mediciones en sus cuadernos. Que las parejas comparen sus cálculos de la altura del árbol. ¿Qué tan parecidas son? ¿Qué podría explicar la diferencia?
9. 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.
10. 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. Averigüe cómo los trabajadores forestales en su comunidad miden los árboles y para qué usan las medidas de los árboles.



La cascada de humo

Objetivo:

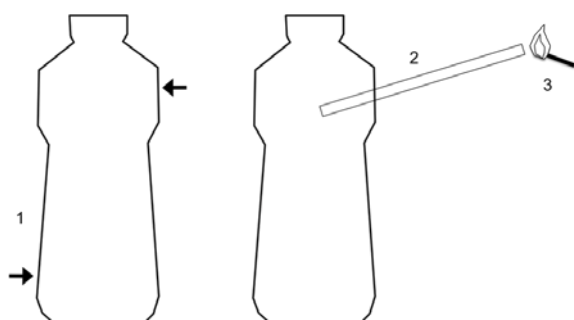
Observar la combustión del papel y la conversión del carbono de estado sólido a bióxido de carbono gaseoso.

Materiales:

- Una botella de plástico transparente
- Una hoja de papel
- Tijeras
- Cerillos

Procedimiento:

1. Esta actividad puede realizarse en equipos de 5 o 6 integrantes, procure hacerla en un lugar ventilado pero sin mucho viento.
2. 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.
3. 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.
4. Con cuidado se encenderá con un cerillo el otro extremo y se observa lo que sucede.



5. Una vez finalizada la actividad, discutan:
 - ¿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?

La explicación física del fenómeno observado es la siguiente:

La combustión del papel enrollado provoca la emisión de humo cuya única vía de escape es el otro extremo del papel, el cual se encuentra en el interior de la botella. Mientras el humo viaja en la dirección de salida, el papel absorbe un poco del calor que contiene el humo y reduce su temperatura, así que las moléculas de gas pierden calor y aumentan su densidad, provocando que el peso del gas sea mayor al peso del aire que contiene la botella, por esta razón el humo se acumula en el fondo (pesa más que el aire). En condiciones normales, el gas que produce la combustión de la celulosa produce humo caliente, compuesto por un gas pesado pero que tiene poca densidad, es decir, pesa menos que el aire atmosférico, por esta razón tiende a elevarse.

Entrevista a un adulto

Objetivo:

Conocer las percepciones de las personas mayores sobre los cambios en el clima que han ocurrido en la comunidad.

Procedimiento:

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?
- ¿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, ¿qué es lo que podría estar causando dichos cambios?

Pueblos indígenas y sus estrategias en un clima cambiante

Objetivo:

Conocer los casos de pueblos indígenas alrededor del mundo que están experimentando los efectos del cambio climático.

Materiales:

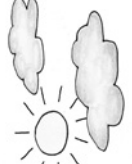
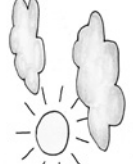
- Copias de las Hojas del estudiante

Procedimiento:

1. Forma equipos de 4 o 5 personas y a cada equipo asignales una de las fichas de la Hoja del estudiante sobre alguna de los pueblos indígenas del mundo.
2. Cada equipo debe leer con atención el relato y organizar una representación del relato. En su representación deben recrear la vestimenta, sus costumbres y la problemática que están enfrentando.
3. Cada equipo debe realizar una presentación frente al grupo de 5 a 8 minutos.

Hoja del estudiante. Tema II, Actividad 5

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

Estación de la atmósfera (aire)		
Número	¿Qué ocurre?	¿A dónde voy?
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

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

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

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

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

Estación del animal			¿A dónde voy?
Número	¿Qué ocurre?		
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

Hoja del estudiante. Tema II, Actividad 6

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

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

Hoja del estudiante. Tema II, Actividad 9

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 Britannica. (<http://global.britannica.com/EBchecked/topic/153116/Dayak>)

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

Fotografía: www.bubblews.com

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 caribús 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 recolectar 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.

Fotografía: <http://mztopics.com/inuit%20people/>

Lapones 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 una planta que crece a muy bajas temperaturas que se llama líquen y tienen que caminar mucho para ir encontrando las planicies donde se encuentra esta planta. 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 cómo 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. Beive 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 Beive-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 Beive 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 Beive pudiera comer y así comenzar su viaje una vez más. Esto se llama el Festival de Beive. 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.

Fotografía: magical-mystical.blogspot.com

Polinesios de Tuvalu



El archipiélago de Tuvalu consta de 9 islas dispersas en el Océano Pacífico (Funafuti, Nanumea, Nanumanga, Niutao, Nui, Niulakita, Nukufetau, Nukulaelae y Vaitupu), en la región Polinesia situada entre Hawai y Australia. Es una nación de 11800 habitantes, cuyos antepasados llegaron hace 3000

años procedentes de las islas cercanas. En el idioma local (Tuvaluano), el nombre del país significa 8 islas.

Los españoles llegaron a las islas en 1569, y los evangelizadores ingleses arribaron en 1865, completando la conversión a la religión protestante en la década de 1920, aunque se ha mezclado con algunos elementos de las religiones indígenas. El sistema de gobierno de Tuvalu reconoce a la monarquía de Inglaterra, y es representada en el país por un Gobernador. Cada isla tiene su propio jefe o Ulu-Aliki y varios subjefes (Aliiki), además de los ancianos que forman un consejo o Genua te sina. El Ulu-Aliki es seleccionado con base en su ascendencia familiar.

El sistema tradicional de comunidad sobrevive en Tuvalu. Cada familia tiene su propia ocupación o salanga que llevar a cabo para la comunidad, como la pesca, la construcción de viviendas o la defensa. Las habilidades que tiene cada familia se transmiten de padre a hijo.

Ambiente de Tuvalu

Las islas de Tuvalu se encuentran prácticamente al nivel del mar, ya que la altura máxima es de 5 metros. El clima es tropical con temperaturas uniformes entre 25 y 32 °C, con elevada humedad, abundantes lluvias y huracanes ocasionales. La vegetación típica está compuesta de palmeras (cocoteros) que crecen en tierras muy pobres. En Tuvalu no hay agua potable y la tierra para agricultura es escasa.

La economía de Tuvalu está basada en la ganadería de cerdos y aves de corral y la agricultura de subsistencia, siendo los principales cultivos las palmeras y el taro. El cultivo de taro se desarrolla en agua encharcada y es ex-

tremadamente sensible a la sal, pues un ligero incremento en la salinidad puede destruir la cosecha. La pesca tiene una importancia creciente, aunque el único producto de exportación es la copra, que es la médula del coco utilizada para la extracción de aceite.

Debido a que la altura máxima es de 5 metros sobre el nivel del mar, las islas están amenazadas por cualquier eventual elevación del nivel del mar como consecuencia del cambio climático. De ocurrir así, la población tendría que ser evacuada a otras islas. El Primer Ministro de Tuvalu afirma que el país se halla amenazado y piden responsabilidad a los países contaminantes y a las Naciones Unidas, pues las islas viven en continua alerta debido a los ciclones y otros fenómenos meteorológicos y corren riesgo de inundarse. De hecho, durante las mareas altas acompañadas de tormentas, gran parte del país queda sumergido. El aumento del nivel del mar no sólo se refiere a que las olas invadan la orilla de las islas, sino que debido a que las islas se componen de rocas muy porosas, el nivel del mar aumenta tanto fuera como dentro de las islas. El agua salada va creciendo a través del suelo poroso en las zonas interiores. Esto representa una seria amenaza para la plantación de taro, alimento de primera necesidad para muchas culturas isleñas.

La salinización de las aguas internas tiene implicaciones en el suministro de agua dulce de varias naciones insulares. El crecimiento del mar pone en peligro el agua de los pozos subterráneos. Por ello, la falta de agua dulce puede ser la razón de que muchas islas dejen de ser habitables antes que desaparezcan sumergidas bajo el mar.

Con información de:

Sibuya, Eric. 2006. *Principales amenazas medioambientales para los estados insulares del Pacífico*. Anuario Asia Pacífico. 243-250.

Paape, Sootaga. 2000. *Education for all, Assessment country report: Tuvalu*. UNESCO.

Fotografía: www.english.people.com.cn

Tema III – El Trópico



Tema III – El Trópico

Las condiciones del clima en el Trópico

Cuando se habla del “Trópico” pensamos en calor, humedad, vegetación abundante y muchos animales; si bien es cierto que estas características se pueden encontrar en las regiones tropicales, es necesario comprender de dónde se origina este término y qué características geográficas y climáticas se encuentran en tales regiones. “El Trópico” hace referencia a la región de nuestro planeta que está comprendida dentro de los dos “Trópicos”, es decir, las dos líneas imaginarias paralelas al Ecuador (la línea imaginaria que parte a la Tierra en dos hemisferios) y que delimitan las regiones de nuestro planeta en donde la luz solar incide, en general, de manera perpendicular (en un ángulo de 90° o muy cercano a dicho valor). Esta característica provoca que la energía recibida del Sol se concentre en un área menor, relativamente al resto de la superficie terrestre, esto es, mayor energía solar por unidad de área. La energía solar es absorbida por su superficie, y posteriormente el calor que emite calienta el aire que está a su alrededor. En los Trópicos la existencia de una mayor cantidad de energía calienta el aire a temperaturas cálidas, en promedio 16°C, a lo largo de todo el año. Esta energía solar también la reciben los océanos y los mares, lo cual favorece una mayor evaporación y, por lo tanto, una mayor cantidad de lluvia. Es así, que el Trópico posee temperaturas cálidas y abundantes lluvias a lo largo de todo el año.

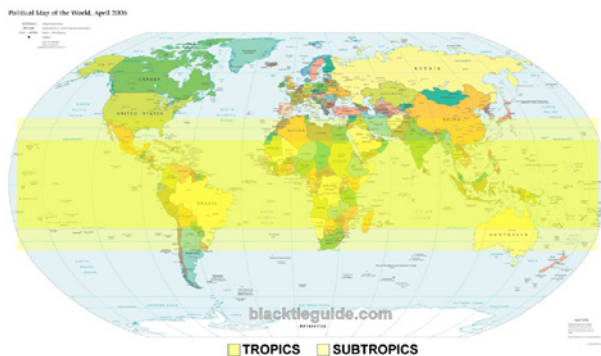


Figura. A la superficie terrestre comprendida entre los dos trópicos, el de Capricornio y el de Cáncer, se le denomina el “Trópico”.

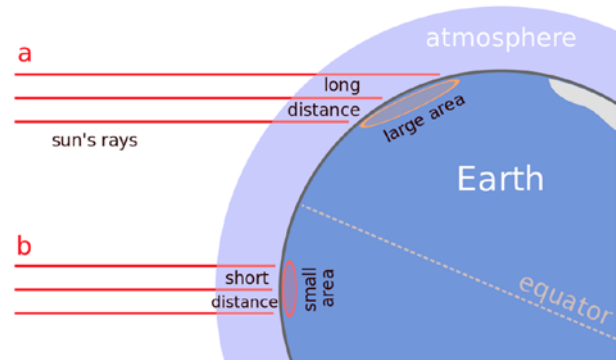


Image modified from *Oblique rays* by Peter Halasz CC BY-SA 2.5. The modified image is licensed under a CC BY-SA 2.5 license

Figura. En las regiones cercanas al Ecuador los rayos solares se concentran en una superficie menor en comparación con lo que sucede en latitudes superiores, de tal manera que la energía solar es absorbida por una porción menor de la superficie, la cual calienta un volumen de aire menor. Por el contrario, en latitudes superiores los rayos solares se dispersan sobre una área mayor y el volumen de aire que calientan también es mayor, alcanzando temperaturas mucho más bajas en comparación con los Trópicos.

Estas condiciones climáticas (temperaturas cálidas, alta humedad y precipitación) crean las condiciones ideales para que la vida florezca, pues las plantas encuentran mucha energía solar y agua, mientras que los animales y hongos encuentran una abundancia de alimento y refugios. En general, las relaciones entre las distintas especies de seres vivos se vuelven complejas, como las cadenas alimenticias, la competencia entre especies, la depredación, los parásitos, etc. Esta es la razón por la que los ecosistemas tropicales son fuentes de biodiversidad.

Formas de crecimiento de las plantas

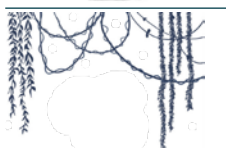
La evolución de las plantas ha sido una de las historias de éxito más importantes de la vida en la Tierra, a partir de su origen en el mar lograron salir a tierra firme y comenzar a colonizar ese nuevo espacio que estaba totalmente libre. La tierra firme era un espacio de oportunidad que las primeras plantas supieron aprovechar muy bien, tienes que imaginar que durante esa época, hace miles de millones de años, la vida sólo se encontraba en el mar y la tierra estaba totalmente desierta. No tenemos la explicación completa de cómo pasaron del agua a la tierra firme, pero los científicos afirman que hoy en día todavía podemos conocer a algunos parientes de aquellas plantas primitivas, se trata de los **musgos o briofitas**; estas plantas son pequeñas y no tienen hojas y tallos como tal, sino que sus cuerpos son como pequeños sacos de clorofila que crecen pegados al suelo y las rocas, las cubren como si fueran una alfombra. El siguiente tipo de plantas que evolucionó fueron los **helechos**, los cuales en su gran mayoría son pequeños o medianos, no poseen hojas sino una especie de lámina ondulada, requieren de mucha humedad para poder crecer y se reproducen por esporas, que son pequeñas cápsulas que contienen su información genética y que se esparcen a través del viento.

Poco a poco fueron surgiendo nuevas especies que experimentaban con nuevas estrategias para colonizar la tierra firme, en algún momento en esta historia surgieron plantas que ya poseían hojas y tallos, la característica más importante de un tallo es que además de servir como sostén a la planta también contiene un sistema de conducción de agua y nutrientes, como una especie de tubería interna. Estas dos características les permitió a este tipo de plantas alcanzar un mayor tamaño, y esta ventaja les permitiría competir mejor por la luz del sol. Este tipo de plantas las podemos reconocer por su forma y tipo de crecimiento: hierbas, arbustos, árboles y lianas. Todas estas especies poseen hojas y tallos pero utilizan distintas estrategias para aprovechar los recursos como luz, agua y nutrientes.

Las **herbáceas** son plantas que tienen tejidos relativamente suaves en todo su organismo, es decir, no pueden producir madera. Debido a esta característica no pueden crecer a grandes alturas, sino que crecen cerca del suelo y pueden alcanzar hasta 2 o 3 metros de altura nada más. Entre las hierbas podemos encontrar hierbas, pastos y trepadoras.

Los **arbustos** son especies de plantas que ya producen tejidos duros, especialmente en sus tallos, y se distinguen porque no poseen un tallo principal sino que su estructura está formada por muchísimos tallos delgados. Como poseen madera pueden alcanzar un mayor tamaño.

Los **árboles** son el conjunto de plantas que producen madera y que poseen un tallo principal a partir del cual surgen ramas que sostienen a las hojas. Finalmente podemos identificar a un grupo de plantas que poseen madera pero que no crecen a partir de un eje principal sino que aprovechan las copas de los árboles para crecer y producir ramas y raíces que cuelgan hacia el suelo, las **lianas**.

	HELECHOS
	HERBÁCEAS
	ARBUSTOS
	ÁRBOLES
	LIANAS

Las selvas

Las asociaciones vegetales que comúnmente asociamos a una selva tropical entran en la definición formal de "bosque", y se les llama también "bosques tropicales" o "bosques húmedos", pues es un tipo de vegetación que está compuesta principalmente por árboles mayores de 5 m y cuyo dosel cubre un porcentaje significativo del área. Sin embargo, existen distintos elementos únicos en las selvas o bosques tropicales que nos permiten diferenciarlas de otros tipos de bosques, como los bosques templados, por ejemplo. Las características que nos permiten diferenciar a una selva de, por ejemplo, un bosque templado, son las siguientes:

- La comunidad de árboles dominantes está compuesta por un número muy alto de especies distintas (por ejemplo, las selvas más diversas del mundo poseen hasta más de 200 especies distintas de árboles por ha).
- La estructura de la vegetación está compuesta de varias capas o estratos: 1) sotobosque, 2) estrato de arbustos y árboles jóvenes, 3) estrato de árboles medianos, 4) dosel y 5) árboles emergentes.

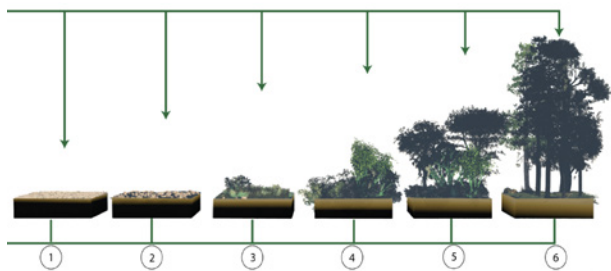


Figura. En este esquema se muestran los distintos estratos que puede poseer una selva, cada estrato está definido por la altura que alcanzan las especies de plantas en cada uno de ellos. El sotobosque es el nivel inferior, seguido del estrato de arbustos y árboles jóvenes, le sigue el estrato de árboles medianos y finalmente el del dosel dominante. [https://en.wikipedia.org/wiki/Stratification_\(vegetation\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Stratification_(vegetation))

Dinámica de las selvas húmedas

Las selvas o bosques tropicales son asociaciones de plantas que ocupan un mismo espacio y tiempo, sin embargo, las especies que integran esta sociedad de plantas pueden cambiar de manera muy importante en un período muy corto; por ejemplo, la caída de un árbol grande del dosel, el paso de un huracán, los incendios naturales o la apertura de un área para cultivar. El disturbio puede ser intenso o ligero, sin embargo, una vez que pasa el evento que provocó dicho cambio, inicia un proceso de regeneración natural de la vegetación que tiene una secuencia particular, dependiendo si el suelo quedó totalmente limpio de plantas o si quedaron árboles jóvenes y plantas pequeñas.

Veamos el primer caso, como el que se ilustra en la siguiente figura:



Si el suelo queda libre de cualquier planta, como por ejemplo después de haber cultivado maíz durante 3 o 4 años (1), las primeras plantas que empiezan a crecer en ese espacio son hierbas pequeñas que crecen muy rápido, a las cuales se les llama pioneras (2, 3). Estas plantas resisten muy bien el calor directo que provoca la luz del sol y comienzan a crear un poquito de sombra. Poco a poco las semillas de otras especies de arbustos o árboles pequeños pueden llegar a ese espacio y comienzan a germinar (4, 5), estas especies crecen muy rápido y crean una sombra más intensa, la cual reduce la exposición a la luz del sol y le permite crecer a otras especies de plantas, cuyas semillas no podrían sobrevivir en otras condiciones, ya sea porque los animales se las comerían o porque la luz intensa del sol las mataría. En esta etapa de la regeneración existen algunas especies de árboles que crecen muy rápido, y que en 3 o 4 años pueden alcanzar una altura importante y crean un dosel que se parece a la vegetación original. Esta etapa se conoce también con el nombre de acahual y puede durar varios años; aquí es en donde las especies de árboles que crecen más lento comienzan a aparecer y poco a poco van elevándose a través de los años. Estas especies son las que crean la vegetación madura que asociamos de manera general con una selva (6), es decir, especies con maderas duras, de troncos muy anchos y altos, muchas de las cuales se aprovechan para su madera, como la caoba, el cedro, el zapote. El proceso natural de regeneración de una selva puede tomar de 30 a 50 años, después del cual las condiciones originales de la vegetación se recuperan.

Cuando el disturbio es pequeño, como en la caída de un árbol, este proceso se reproduce de forma más rápida; mientras se abre el espacio en el dosel que ocupaba un árbol muy grande, la luz del sol penetra en ese espacio y llega hasta el suelo. Esta energía es aprovechada por árboles pequeños, hierbas, las plántulas y las semillas que se encuentren en el suelo, y comienza un período de crecimiento muy rápido, en donde los árboles más jóvenes aprovechan para tratar de alcanzar mayores tamaños, las hierbas se esparcen y se reproducen, y las semillas de muchos árboles de lento crecimiento aprovechan para iniciar su largo ciclo de vida. Algún tiempo después, ese claro se vuelve a tapar gracias a los árboles jóvenes y se restauran las condiciones típicas de la selva madura. Este tipo de eventos ocurren todo el tiempo en distintas regiones de una selva. La caoba es una especie de árbol de lento crecimiento que aprovecha esta apertura de claros para crecer, se estima que el ciclo de crecimiento de una caoba, de semilla a un árbol adulto, toma alrededor de 50 años.

Los seres humanos pueden aprovechar estos procesos de regeneración natural y modificarlos para acelerar el proceso de recuperación de un área forestal, por ejemplo, introduciendo individuos jóvenes de árboles de lento crecimiento, limpiando las hierbas para reducir la competencia durante esta etapa y seleccionar especies de árboles comerciales para enriquecer el bosque, desde una perspectiva de aprovechamiento.

Contexto histórico y cultural de la Península de Yucatán

La Península de Yucatán ha tenido presencia humana desde hace varios milenios; en las cuevas sumergidas de los alrededores de Tulum, Quintana Roo, se han encontrado restos humanos que se remontan al periodo inicial de ocupación humana en el continente americano, hace aproximadamente 14,000 años.

Varios siglos después, en lo que se conoce como periodo Preclásico (2500 a.C – 200 d.C) diversos pueblos hablantes de lenguas mayas comenzaron a fundar poblaciones en la parte sur de la Península, que con el tiempo formarían grandes centros urbanos con una organización compleja. Estas ciudades-estado tendrían su apogeo en el periodo Clásico (200 d.C. – 900 d.C.), época de la que permanecen muchos sitios arqueológicos en toda la Península. Finalmente, en el periodo Posclásico (900 d.C. – 1521 d.C) las ciudades del periodo previo serían abandonadas, pero otras grandes ciudades se desarrollaban al norte y oriente de la Península.

A la llegada de los españoles en 1521 existían numerosas comunidades y ciudades mayas en toda la Península de Yucatán, pero la instauración de la Colonia modificó el modo de vida de dichas poblaciones, aunque muchos aspectos permanecieron sin cambio en las comunidades mayas. Durante la Colonia y posteriormente a inicios de la vida de México como país independiente ocurrieron numerosos cambios territoriales y poblacionales: amplias zonas se deshabitaron, se registraron numerosos desplazamientos de población y se fundaron varias ciudades y pequeñas localidades, aunado a varios momentos de inmigración.

Más recientemente, en el siglo XX, una nueva migración de personas provenientes de distintas regiones de México se añadió a la población ya existente en la península. Esta migración fue intensa sobre todo en la parte sur, y contribuyó a completar el mosaico de poblaciones que hoy viven en la Península de Yucatán.

Climogramas

Objetivo:

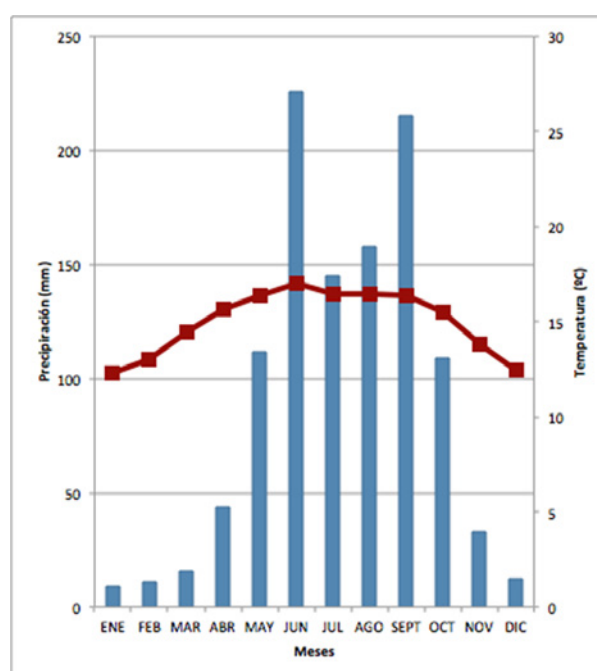
Aprender a realizar un climograma (temperatura media y precipitación) con base en los datos de las variables climáticas de tres localidades distintas; y analizar la información que nos proporciona sobre el clima de tales sitios.

Materiales:

- Hojas milimétricas
- Reglas
- Tabla de datos de precipitación y temperatura (Hoja del estudiante)

Procedimiento:

1. Se forman equipos de 4 personas y se les asigna un conjunto de datos de dos variables climáticas (temperatura media y precipitación) de tres localidades: San Cristóbal de las Casas, Chiapas; Ensenada, Baja California; y Calakmul, Campeche. Los datos se encuentran en la Hoja del estudiante.
2. De forma adicional deberán buscar en un mapa la ubicación de estas localidades en el país.
3. Cada equipo deberá realizar una figura que represente los valores promedio de las dos variables en cada mes a lo largo del año; la variable de temperatura media deberá representarse con una gráfica de puntos y la de precipitación con una gráfica de barras, ambas integradas en una misma figura pero con dos ejes distintos, como se muestra a continuación. Tengan en cuenta que la escala utilizada debe ser la misma en las tres gráficas.
4. Al finalizar las figuras, se deberán presentar los resultados por parejas de equipos, el facilitador deberá resaltar los puntos más importantes que puedan ayudar a entender la dinámica climática a lo largo del año y cómo esta se compara entre los tres sitios.



Climogramas

Objetivo:

Realizar un ejercicio de pensamiento crítico para clasificar objetos y repasar el tema de formas de vida vegetales. Identificar los criterios que se utilizan para clasificar las plantas, desde los morfológicos, los utilitarios y los ecológicos.

Materiales:

- Tarjetas con imágenes de plantas (Hoja del estudiante)

Procedimiento:

1. En la Hoja del estudiante encontrarás tarjetas que contienen una especie de planta cada una, a partir de un grupo amplio de especies (herbáceas, arbustos y árboles) con distintos usos para el ser humano. Reproduce las imágenes para los equipos que sean necesarios y repárteles un juego de tarjetas a cada uno.
2. Forma equipos de 5 personas y se pídeles que realicen 3 clasificaciones distintas de todo el conjunto de especies, los criterios de clasificación se dejarán a su consideración.
3. Posteriormente cada equipo presenta sus clasificaciones a otro equipo y viceversa, apoyados por un facilitador para dirigir la discusión de los resultados.
4. Finalmente, identifiquen cada una de las plantas de las tarjetas y clasifíquenlas por sus formas de vida.

Observación de las formas de vida de las plantas

Objetivo:

Identificar todas las formas de crecimiento distintas de plantas que pueden observar en un recorrido por una zona arbolada natural.

Materiales:

- Libreta de campo, lápiz
- Hojas tipo póster o cartulinas
- Pegamento

Procedimiento:

1. Formar equipos de 4 personas. Identificar previamente a la salida una zona arbolada, de preferencia una zona conservada o con un dosel denso. Debe estar accesible a la escuela, ya sea caminando o con un desplazamiento corto en transporte.
2. Cada equipo deberá realizar un recorrido independiente por la zona delimitada y deberá identificar y registrar todas las formas de crecimiento distintas de plantas que pueda identificar. Primero deben registrarlas en sus libretas de campo, incluyendo un esquema, tamaño, características externas como color, textura, forma de las hojas, características del tallo, etc.
3. Después de este registro se debe construir un esquema en forma de árbol de la vida que represente el nivel de complejidad de los distintos organismos observados, es decir, las plantas más simples hacia la base del árbol y las más recientes en la historia evolutiva, en las ramas superiores del esquema. Los equipos pueden construir sus esquemas con muestras de las plantas identificadas.



¿Qué es un bosque?

Objetivo:

Elaborar una definición personal del concepto “bosque” e identificar las definiciones formales del término, con el objetivo de aprender los distintos tipos de vegetación que están comprendidas dentro del término “bosque”.

Procedimiento:

1. A cada participante se le pide que escriba una definición personal del término “bosque”, a partir de su conocimiento propio y de su análisis personal.
2. En una discusión grupal se les pide a los participantes que comenten sus definiciones y que un relator vaya identificando los elementos comunes de todas las definiciones que les permitan ir construyendo una definición común, en la que todos estén de acuerdo.
3. Una vez que han elaborado una definición grupal de la palabra “bosque” compárenla con la siguiente definición de la FAO:

“Un bosque es un ecosistema dominante terrestre que se distribuye a lo largo de una superficie mayor a 0.5 ha compuesto principalmente por árboles mayores a 5 metros, y cuyo dosel cubre al menos el 10% de la superficie.”
4. Identifiquen las similitudes y las diferencias entre ambas definiciones. ¿Cómo sería la definición de bosque que manejan las comunidades rurales?

La estructura de la selva

Objetivo:

Analizar la estructura de una asociación vegetal de acuerdo a las distintas formas de vida que componen sus distintos estratos.

Procedimiento:

1. Previamente, busquen una zona de selva en los alrededores de la comunidad que sea accesible para que el grupo se traslade a realizar la actividad.
2. Se forman equipos de 5 personas y a cada participante se le pide que escoja una función específica que deberá realizar de acuerdo a sus preferencias personales: identificador de especies, colector de especímenes, ilustrador, redactor y expositor.
3. Una vez en el campo, se realiza una introducción a las características generales de cada forma de crecimiento de las plantas (herbáceas, arbustivas, leñosas y epífitas) y a su ubicación dentro de los distintos estratos estructurales (sotobosque y los distintos niveles del dosel).
4. Posteriormente se explican las responsabilidades de cada una de las funciones de los participantes de cada equipo, resaltando los productos que debe obtener cada uno de ellos y como equipo en su conjunto: una colección de los especímenes de plantas dominantes en cada estrato vegetal; un esquema en donde se representen los estratos identificados en el tipo de vegetación analizado y las especies más abundantes de cada uno de ellos, una descripción escrita del trabajo realizado; y finalmente una presentación oral que resuma el trabajo realizado por el equipo.



La regeneración de la caoba

Objetivo:

Explorar algunos aspectos de la biología reproductiva de la caoba (*Swietenia macrophylla*) a través de la realización de prácticas de toma de datos de individuos de esta especie y discutir la importancia de un proyecto de conservación de este tipo en un ejido forestal.

Materiales:

- Una cuerda de 50m, cinta métrica o cinta diamétrica, libreta, lápiz, calculadora.

Actividad 1

Estructura poblacional

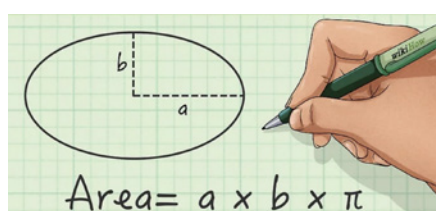
- Se marca una parcela de 50 m por lado, dentro de la cual se identificarán todos los individuos adultos de caoba que posean un diámetro a la altura del pecho (DAP) de al menos 10 cm.
- Para cada individuo adulto de caoba ubicado dentro de la parcela, se mide el DAP.
- De acuerdo al número de equipos que participen en esta actividad, se pueden establecer 1, 2 o 3 parcelas experimentales.
- Una vez que se tiene la medida de todos los individuos, se establecen categorías de tamaño de 10 cm, es decir: categoría 1) 10 a 20 cm; 2) 20 a 30 cm; 3) 30 a 40 cm; 4) 40 a 50 cm; y 5) > 50 cm.
- Se cuentan cuántos individuos medidos están incluidos en cada una de las categorías de tamaño, para cada parcela experimental.
- Se realiza una gráfica de barras, en el eje X se establecen las categorías de tamaño y en el eje Y el número de individuos por cada categoría.

Actividad 2

Cantidad de semillas producidas

- En las parcelas establecidas de 50m x 50m, se identifican los árboles adultos de caoba que tengan un DAP mayor de 40 cm.
- Para cada árbol identificado se le debe medir el área de la copa, esto se hace identificando los 2 radios mayores que puedan identificarse bajo la copa (ver esquema). Con la siguiente fórmula se calcula el área de cada elipse:

$$\text{Área de la copa} = \text{radio mayor} \times \text{radio menor} \times \pi$$



Procedimiento:

- Ubicar una parcela que contenga una población significativa de árboles adultos de caoba y planear una salida de campo con duración de una mañana. Formen equipos de trabajo de 4 integrantes, cada equipo deberá tener todos los materiales necesarios.
- Dependiendo del número total de equipos, se dividen equitativamente entre las siguientes 3 actividades: 1) estimación de la estructura de tamaños de la población de caoba; 2) estimación de la cantidad de semillas de caoba producidas en una parcela; y 3) estimación de la regeneración de la caoba.

- Dentro de cada área de copa, se deben identificar todos los restos de frutos que se encuentren sobre el suelo. El fruto de la caoba está conformado por 5 secciones o gajos, bajo la copa se pueden encontrar los restos de frutos, y el objetivo es contar cada resto de frutos bajo la copa y estimar el número de semillas producidas por cada árbol, bajo la suposición de que en una copa más amplia se encontrarán más frutos, en donde cada fruto tiene en promedio 50 semillas.

Actividad 3

Reclutamiento

- Se establecen 5 transectos de 10 m cada uno dentro de la parcela marcada y 5 transectos en una zona fuera de la parcela.
- A lo largo de cada transecto se deben contabilizar el número total de plántulas de caoba que se encuentren a medio metro del transecto, considerando ambos lados.
- Se compara la tasa de reclutamiento en la parcela arbolada y la zona exterior.

Al finalizar la toma de datos en las parcelas y transectos experimentales, se llevan al salón de clases para su análisis y discusión.

- El resultado principal de los equipos que realizaron la actividad 1 será la descripción de la estructura poblacional de la caoba, y la discusión se deberá centrar en si las categorías de tamaño presentan una distribución natural, es decir, mayor número de individuos en las categorías pequeñas y un menor número de individuos en las categorías de tamaño más grandes.
- El resultado principal que se analizará en la actividad 2 será la cantidad de semillas producidas por unidad de área.
- El resultado principal de análisis de la actividad 3 será la cantidad de plántulas de caoba reclutadas en un sitio arbolado comparado con un sitio alterno.

Visita a una zona arqueológica

En la Península de Yucatán existen numerosas zonas arqueológicas de los distintos periodos de la cultura maya que están abiertas al público, las cuales están a cargo del Instituto Nacional de Antropología e Historia. Para conocer parte de la historia de la península, se recomienda visitar alguna de ellas, la más próxima a tu localidad.

Objetivo:

Conocer una zona arqueológica de la cultura maya.

Materiales:

- Una cuerda de 50m, cinta métrica o cinta diamétrica, libreta, lápiz, calculadora.

Procedimiento:

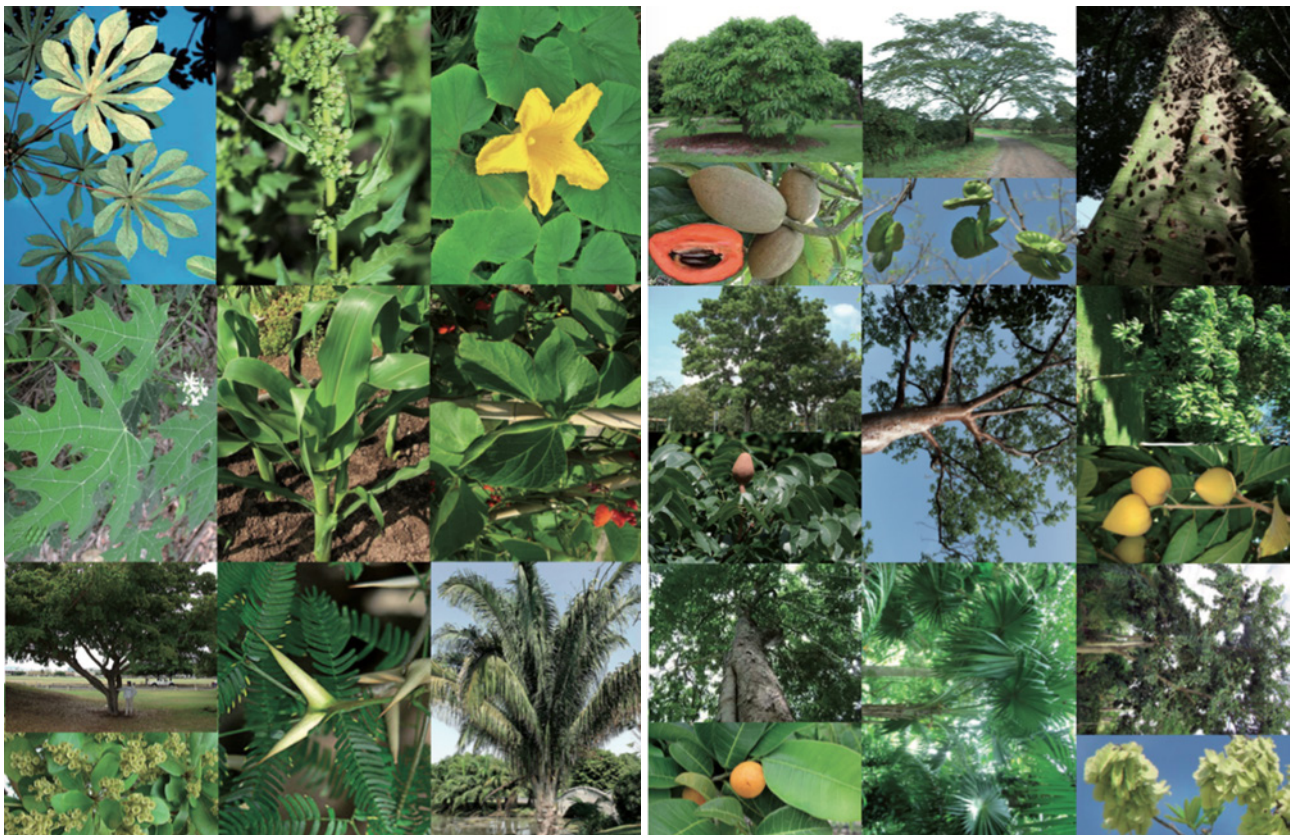
1. Indaga cuál o cuáles son las zonas arqueológicas más cercanas a la población.
2. Una vez que sepas el nombre de la zona, busca información sobre el periodo histórico en el que estuvo habitada dicha zona. También es importante conocer datos interesantes como: ¿por cuánto tiempo estuvo habitada? ¿quiénes la habitaron? ¿de qué tamaño era la ciudad? ¿cuántos habitantes tuvo en su momento de máximo apogeo? ¿era una ciudad capital o estaba sujeta a otras ciudades? ¿cómo vivían los dirigentes? ¿cómo vivía el resto de la población? ¿de qué se alimentaban? ¿qué idioma hablaban? ¿cómo era su escritura? ¿participó en alguna guerra? ¿con quienes comerciaba? ¿cuáles fueron las razones por las que fue abandonada?
3. Una vez que conozcas esta información, pide a tus estudiantes que busquen la información más relevante de dicha zona.
4. Planea la visita con tus estudiantes. Organicen el tiempo que le van a dedicar al traslado, la entrada a la zona arqueológica, la alimentación requerida y el retorno.
5. Una vez en la zona arqueológica, puedes organizar la visita de tal manera que puedan realizar retos dentro de la zona, siempre respetando el reglamento del sitio y cuidando el patrimonio histórico. Los retos pueden ser tareas que deban cumplir dentro de la zona arqueológica para que puedan conocerla por completo, por ejemplo: fotografías en las pirámides, registro de flora o fauna que habita en el sitio, representación de alguna escena histórica, interacción con otros visitantes, etc.
6. Si la visita es con otros profesores, también puedes organizar una serie de estaciones por las que deban pasar los estudiantes para que cumplan determinadas tareas. En cada estación podrían aprender sobre algún rasgo del sitio o sobre alguna característica de la cultura maya de esa época, por ejemplo, podrían identificar los árboles que se encuentran en la zona arqueológica, escribir con la escritura logográfica prehispánica o representar alguna escena de la vida en la ciudad antigua. Estas estaciones también podrían estar a cargo de algunos estudiantes.
7. Al volver al aula, reflexionen y discutan sobre los siguientes puntos: ¿qué elementos del ambiente son determinantes para construir una ciudad de las dimensiones que visitaron? ¿cómo se alimentaban los habitantes de esa época? ¿qué recursos de la selva utilizaban? ¿cuáles son las posibles razones de su abandono? ¿hay motivos para pensar que tuvieron que ver los cambios ambientales? ¿a dónde se fueron los habitantes de dichas ciudades al caer?



Hoja del estudiante. Tema III, Actividad 1

Mes	San Cristóbal		Ensenada		Calakmul	
	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)
Enero	9	12.3	45	13.7	48	21.4
Febrero	10.9	13	59.2	13.5	25.8	22.2
Marzo	16	14.5	28.2	14.5	20.5	24
Abril	43.8	15.7	14.2	15.5	40.3	25.7
mayo	111.9	16.4	4.8	17.3	91.8	26.7
Junio	226.3	17	1.8	19	129.1	26.2
Julio	145.3	16.5	0.6	21.5	115.2	25.7
Agosto	157.9	16.5	0.7	21.9	120.9	25.6
Septiembre	215.4	16.4	1.4	20.9	179.5	25.3
Octubre	109	15.5	22.5	18.4	119.3	24.2
Noviembre	32.8	13.8	23.7	16	58	22.4
Diciembre	12.2	12.5	44.6	13.3	46.2	21.4

Hoja del estudiante. Tema III, Actividad 2



Tema IV – Los sistemas productivos de la selva



Tema IV – Los sistemas productivos de la selva

Recursos forestales y cadenas de valor

El trópico es una región con ecosistemas de los que se obtienen muchos beneficios. La selva y los ecosistemas asociados a ella son ricos en recursos potencialmente aprovechables. A lo largo de la historia, los pueblos que han habitado la Península de Yucatán han hecho uso de estos recursos, aprovechando sus múltiples beneficios para su sobrevivencia y para el desarrollo de sus comunidades.

Los recursos forestales de las selvas y bosques se suelen dividir en **maderables** y en **no maderables**. Los recursos maderables se refieren a aquellos que se derivan de la vegetación leñosa de la selva o bosque en forma de troncos o ramas, en tanto que los recursos no maderables son todos aquellos que no se derivan de la vegetación leñosa de un ecosistema forestal.

El aprovechamiento de **los recursos maderables** en el trópico está ligado a la historia humana, pues la madera constituye uno de los principales elementos de construcción de viviendas así como la fuente principal de combustible para el hogar en forma de leña y carbón. Los múltiples usos de la madera en la construcción y en la elaboración de muebles hacen de éste un recurso forestal muy valioso, en especial de aquellas especies cuya dureza de madera las hace resistentes a través del tiempo. Esta es la característica de muchas maderas de especies tropicales, motivo por el cual son apreciadas en el mundo.

El aprovechamiento de las maderas tropicales tiene una larga historia en la Península de Yucatán. Desde hace varios siglos se realiza la extracción de maderas preciosas, como la caoba (*Swietenia macrophylla*) y el cedro (*Cedrela odorata*), en las selvas en las que crecen estas especies en el centro y sur de la península. Por mucho tiempo, esta extracción se realizó sin participación de las comunidades que habitan la península, incluso con un periodo en el que se hacían concesiones a empresas externas a las comunidades sin que estas tuvieran beneficios mayores. No obstante, poco a poco esta actividad ha comenzado a hacerse por las mismas comunidades mediante empresas forestales comunitarias que cumplen con la normativa ambiental respectiva.

El aprovechamiento de la madera, y del resto de los productos forestales, se organiza en una **cadena de valor** que comienza desde la identificación del recurso hasta su uso o comercialización final. El concepto de cadena de valor se refiere a la secuencia de actividades que le dan valor a un producto; en esta cadena, a medida que aumentan las actividades, el valor del producto se incrementa así como los beneficios económicos derivados. En el caso de la madera, en la Península de Yucatán existen ejemplos de cadenas de valor sencillas hasta las que han incrementado enormemente su complejidad.



Cadena productiva de muebles. Comisión Nacional Forestal.

Por otro lado, los **recursos no maderables** que ofrecen las selvas de la península son muy variados. En esta categoría se incluyen no solo las plantas sino también otros organismos como la fauna, los hongos e incluso el suelo. Algunos ejemplos de recursos no maderables susceptibles de aprovechamiento son: palmas, plantas medicinales, plantas ornamentales (orquídeas, bromelias, bejucos, etc.), frutos, resina, chicle, tintes, musgos, tierra de monte y animales. Al igual que la madera, el uso de estos recursos ha estado ligado al desarrollo de la historia humana en la península, y las comunidades que en ella viven tienen un amplio conocimiento de los usos que estos recursos tienen.

En la historia de la Península de Yucatán, algunos productos forestales no maderables han llegado a ser de gran importancia económica, tal es el caso del palo de tinte o palo de Campeche (*Haematoxylum campechianum*) y del chicozapote (*Manilkara zapota*). Del primero se obtiene un colorante usado para teñir textiles y del segundo la goma base para elaborar el chicle. Otros productos no maderables no son de gran importancia comercial pero su extracción y comercialización a nivel local contribuyen a los ingresos o al autoconsumo de las familias rurales.

Sistemas de producción agrícola

Otro de los usos de la selva es para la implementación de sistemas **agrícolas**, ya sea en sitios destinados exclusivamente para determinado cultivo, o como parte de un sistema agroforestal. El método de cultivo que predomina en las zonas rurales es el de roza-tumba-quema, que es un sistema de milpa itinerante en el que la parcela de cultivo va cambiando de sitio a lo largo de los años. Para sembrar, se debe remover la cubierta forestal en los sitios que se han elegido para establecer el cultivo, después se quema dicha parcela y finalmente se siembra; después de dos o tres ciclos de cultivo, la parcela se traslada a otro sitio, y el lugar se cubre nuevamente de vegetación, lo que va creando un mosaico de parcelas, acahuales y áreas de selva madura.

En muchos casos, este tipo de agricultura puede considerarse como un **sistema agroforestal**, debido a que se dejan árboles de utilidad dentro de las parcelas, o se siembran especies arbóreas benéficas dentro o a un costado de la parcela donde haya cultivos. Las especies arbóreas pueden ser naturales o intencionalmente sembradas y pueden tener propósitos de producción de alimentos (frutos), madera o protección.

Servicios ambientales y ecoturismo

Finalmente, la selva también proporciona una serie de servicios no tangibles que también son aprovechables. Estos entran en la categoría de **servicios ambientales** que son todos aquellos que los ecosistemas proporcionan a la humanidad y de los cuales dependemos en menor o mayor medida, como: la captación y filtración del agua, la regulación del microclima, la generación de oxígeno, la captura y almacenamiento de carbono, la polinización, el control de parásitos y la belleza escénica entre otros. Estos servicios dependen directamente del grado de conservación de los ecosistemas, por lo que su degradación influye directamente en la calidad de los servicios que tienen los ecosistemas.

La apreciación de los paisajes naturales, hecha por personas que visitan áreas naturales para recreación o convivencia con la naturaleza, es una actividad que también puede generar recursos económicos a los habitantes de la selva en forma de **ecoturismo**, una actividad que ha tenido un crecimiento gradual en los últimos años. En la Península de Yucatán existen varios proyectos ecoturísticos que se han desarrollado en sitios con alguna singularidad, entre las que se incluyen los cuerpos de agua (ríos, lagunas, cenotes), las selvas conservadas, o plantas o animales únicos, como las aves. Otras formas de turismo asociadas al ecoturismo son el turismo de aventura, el turismo rural y el turismo cultural, derivados del interés por conocer las formas de vida y actividades de las personas o pueblos o que habitan en la selva, o que guardan estrecha relación con ella.

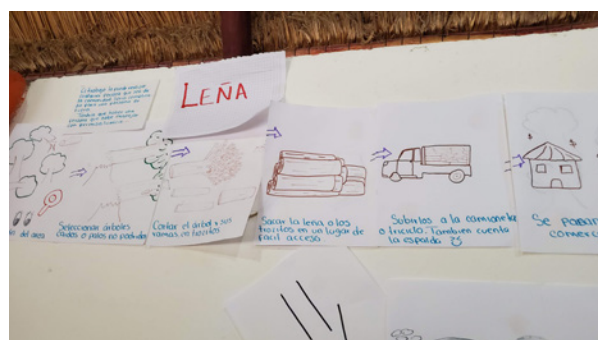
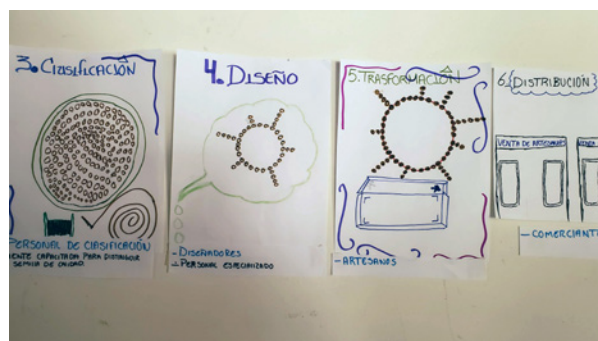
¿Qué productos obtenemos de la selva?

Objetivo:

Que los estudiantes reflexionen sobre los productos que obtienen en su comunidad de las selvas cercanas, y que conozcan el concepto de cadena de valor.

Procedimiento:

1. Pide a tus estudiantes que, de forma individual o por equipos, elaboren una lista de productos o recursos que su comunidad obtiene de la selva.
2. Organicen el listado e identifiquen cuáles son productos maderables y cuáles son no maderables, identifiquen también cuáles se identifican como servicios ambientales de la selva.
3. Del listado hecho, identifiquen también qué productos se comercializan en la comunidad o fuera de ésta.
4. De estos últimos productos, elijan algunos para trabajar en grupos de tres. En cada grupo deberán identificar e ilustrar en una hoja cada uno de los pasos que se requieren para extraer el producto desde la selva hasta llegar al consumidor final. Deben ilustrar una hoja por cada paso, anoten en ella el nombre de la actividad.
5. Pide a tus estudiantes que presenten la secuencia de actividades del producto elegido. A continuación explícales el concepto de **cadena de valor** y reflexionen sobre cómo, a medida que se añaden más pasos, un producto va adquiriendo más valor.
6. Si la lista de productos y servicios es extensa, pueden hacer el ejercicio en distintas etapas, por tipo de producto o de forma individual.
7. Pueden complementar la actividad identificando qué tipo de labores se realizan en cada paso, si estas labores requieren de personal especializado o qué formación se requiere para efectuar cada paso. También pueden mencionar si alguno de los estudiantes está interesado en algún paso de dicha cadena.
8. Asimismo, si la cadena de valor de cierto producto se encuentra incompleta, pueden identificar qué pasos se requieren para que un producto adquiriera más valor en la comunidad.



La cadena de valor de la madera

Objetivo:

Que los estudiantes conozcan un caso de aprovechamiento de la madera en la Península de Yucatán y reflexionen sobre las actividades forestales en su comunidad.

Procedimiento:

1. Pide a tus estudiantes que ubiquen en un mapa la localidad de Noh Bec, Quintana Roo. Pueden también hacer una investigación bibliográfica previa acerca de dicha localidad.
2. A continuación, pídeles que lean el estudio de caso que se encuentra en la Hoja del Estudiante, sobre el aprovechamiento forestal del ejido Noh Bec.
3. Una vez hecha la lectura, puedes pedirles que, por equipos, discutan las siguientes preguntas o que ha-

gan una presentación al resto del grupo sobre los siguientes aspectos:

- a. ¿Cuáles son los antecedentes del aprovechamiento forestal en el ejido y qué factores determinaron que se dedicara a esta actividad?
- b. ¿Cuál es la cadena de valor de la madera que se halla en el ejido Noh Bec?
- c. ¿Cómo es la organización local del ejido y cómo se relaciona con otras instituciones locales, nacionales e internacionales?
- d. ¿En qué aspectos se asemeja el aprovechamiento forestal de Noh Bec con el de tu localidad y en qué aspectos es distinto?

Visita a una comunidad donde se realice aprovechamiento de la madera

Objetivo:

Conocer parte del proceso de aprovechamiento de la madera.

Procedimiento:

1. Indaga si en la comunidad en la que vives existe aprovechamiento de la madera o si en alguna comunidad cercana se dedican a esta actividad.
2. Organiza la visita a dicha comunidad y elige alguna o varias de las actividades de la cadena de valor de la madera, puede ser: visitar el área de corta, el área de reforestación, el vivero de reforestación, el aserradero, el área de transformación de la madera, el área de comercialización, etc.
3. Durante la visita, procura que tus estudiantes observen todas las partes del proceso y que puedan conversar con los encargados de cada paso sobre las habilidades que se requieren para cumplir con dicha actividad, sobre la organización de la comunidad o sobre los empleos que se generan con la actividad forestal.
4. Al regresar, pídeles que ilustren la cadena de valor de la madera, con los pasos que presenciaron y que reflexionen sobre si, en su comunidad realizan algunos de los pasos de esta cadena de valor y si se requieren más pasos para tener un producto final.

5. Reflexionen sobre los siguientes puntos: ¿Esta comunidad tiene todos los pasos de la cadena de valor que los estudiantes habían identificado previamente? ¿cuáles faltan y por qué? ¿hay algunas que no habían contemplado? ¿qué decisiones importantes ha tomado la comunidad para realizar su aprovechamiento forestal?



Sistemas agroforestales en mi comunidad

Objetivo:

Analizar la estructura vegetal de un sistema agroforestal en su comunidad.

Procedimiento:

1. Ubica, junto con el grupo, una parcela dentro de la comunidad en la que haya un sistema agroforestal, es decir, donde haya cultivos anuales y árboles perennes.
2. Realiza una visita al sitio con tus estudiantes, si es posible, acompañados del dueño de la parcela o de quien la trabaja.
3. Una vez en la parcela, pídele al dueño de la parcela que les cuente cuál es la historia de trabajo del sitio, es decir, cuál era la vegetación original, qué cultivos introdujo primero, cuáles después, cuáles son los cultivos actuales.
4. Pide a tus estudiantes que, en una hoja elaboren un diagrama de la parcela, señalando los elementos vegetales que en ella se encuentran: los cultivos anuales y los árboles dentro de la parcela. Pídeles que conversen con el dueño de la parcela para conocer qué beneficios se obtienen de un sistema así y qué tipo de servicios ambientales proporciona este tipo de sistema agroforestal.
5. También pueden elaborar un perfil de vegetación de la parcela, para ello deberán trazar con una cuerda una línea de un extremo a otro de la parcela e ir ubicando los tipos de plantas que se encuentran, identificando la distancia en la cuerda, la altura, el diámetro de cada planta y el nombre de las plantas. Los perfiles de vegetación pueden ser útiles para comparar con otras parcelas donde haya un solo tipo de cultivo, con un acahual o con la selva.

Actividades ecoturísticas

Objetivo:

Que los estudiantes conozcan un caso de aprovechamiento de la selva como sitio ecoturístico en la Península de Yucatán y que reflexionen sobre esta actividad en su localidad.

Procedimiento:

- Entre todo el grupo repasen los conceptos de **ecoturismo** y **turismo cultural**. Puedes leerle al grupo la siguiente definición, de la Sociedad Internacional de Ecoturismo y que discutan sobre sus implicaciones: "El ecoturismo es el viaje responsable a áreas naturales que conserva el ambiente y contribuye al bienestar de las comunidades locales."
- A continuación, pídeles que lean el estudio de caso de la Hoja del estudiante sobre el proyecto ecoturístico en el ejido Felipe Carrillo Puerto.
- Una vez hecha la lectura, pídeles que por equipos discutan las siguientes preguntas o que hagan una presentación al resto del grupo:
 - ¿Cuáles son los antecedentes del proyecto ecoturístico en el ejido y cómo se relaciona con la actividad forestal?
 - ¿Cuáles son las características del proyecto ecoturístico, cuáles son los principales atractivos, con qué infraestructura cuenta?
 - ¿Cómo es la organización local del ejido y cómo se relaciona éste con otras instituciones locales, nacionales e internacionales?
 - ¿Conocen otros ejemplos de ecoturismo en la región? ¿En qué se asemejan y en qué son distintos al del ejido Felipe Carrillo Puerto?
- Píde a tus estudiantes que elaboren una lista de los sitios de su comunidad con potencial ecoturístico y el tipo de ecoturismo que se podría llevar a cabo en dicho sitio.
- Vuelvan a analizar el concepto inicial de ecoturismo y reflexionen sobre cómo se procura el *bienestar de las comunidades locales* con este tipo de actividad.



Hoja del estudiante. Tema IV, Actividad 2

Estudio de caso

El aprovechamiento forestal en el Ejido Noh Bec

El aprovechamiento forestal tiene varias décadas de haber comenzado en el estado de Quintana Roo, siendo principalmente de caoba, cedro y recolección de chicle. En el centro sur del estado se encuentran varios ejidos que se dedican al aprovechamiento forestal de la selva, uno de ellos es el ejido Noh Bec, ubicado al sur del municipio de Felipe Carrillo Puerto.

A inicios del siglo XX, un grupo de personas provenientes del norte del estado de Veracruz que se dedicaban a la recolección de chicle solicitaron una dotación de tierras que les fue concedida mediante resolución presidencial en 1937, ellos serían los fundadores de Noh Bec. En la actualidad, el ejido tiene 24,122.89 hectáreas y está conformado por 219 ejidatarios. Su estructura organizacional es como la del resto de los ejidos, con un Comisariado Ejidal que a su vez es el representante legal del ejido.

El núcleo poblacional del ejido se halla alejado de las tierras parceladas y de uso común. En el núcleo poblacional de Noh Bec viven 2045 habitantes, que incluyen a los ejidatarios de Noh Bec, los ejidatarios del ejido Cuauhtémoc e indígenas tsotsiles y tseltales provenientes de Chiapas. El poblado está comunicado por carretera pavimentada, tiene servicios de agua potable, energía eléctrica, telefonía y centro de salud. Los centros educativos van desde el preescolar hasta el nivel superior, pues hay una unidad del Instituto Tecnológico de la Zona Maya.

La actividad forestal es la principal actividad económica del ejido, de las selvas se extraen principalmente maderas preciosas. Otras actividades económicas son la agricultura de subsistencia, principalmente de maíz, calabaza y frijol, además de frutales. También existe ganadería, la que, al igual que la agricultura se fomenta en áreas cercanas a lagunas o bajos.

Cuando se fundó el núcleo poblacional y se les dio la dotación ejidal, la economía rural estuvo basada en el aprovechamiento del chicle y la madera por más de 70 años. Durante los primeras décadas de existencia, el aprovechamiento forestal estuvo en manos privadas, el corte de la madera se hacía sin orden espacial, se cosechaban grandes troncos con fines de exportación y los ejidatarios eran peones de los contratistas. Entre 1957 y 1983 las tierras del ejido estuvieron bajo el régimen de concesión a la empresa Maderas Industriales de Quintana Roo (MIQRO), se hizo un inventario forestal regional en el que Noh Bec fue considerado una unidad de planificación forestal y los ejidatarios eran trabajadores de campo de la MIQRO.

A partir de 1984 el ejido Noh Bec tomó en sus manos el manejo de sus recursos forestales. De su dotación agraria determinó que 18,000 hectáreas se destinaran como área

forestal permanente para la producción forestal maderable y no maderable. Entre 1984 y 1998 el ejido estuvo como parte del Plan Piloto Forestal, un programa del gobierno estatal para instruir y organizar a los ejidos para que manejaran de forma sustentable sus selvas, crearan empresas forestales comunitarias y llevaran a cabo inventarios forestales participativos. En ese periodo el ejido organizaba la operación forestal y vendía la madera, también compró maquinaria de extracción y aserrío.

Entre 1999 y el 2007 comienza la autogestión forestal del ejido, crea su propia oficina de manejo forestal e inicia la certificación del manejo forestal y la exportación de madera al mercado internacional. Sin embargo, en el año 2007 Noh Bec sufrió el impacto del huracán Dean, lo que dejó a la selva en un estado crítico por la gran cantidad de arbolado dañado por la intensidad de los vientos. El ejido estaba por cumplir su primer ciclo de corta de sus aprovechamientos iniciados en 1983 durante el Plan Piloto Forestal.

A partir del 2011, el ejido Noh Bec y otros ejidos comenzaron a gestionar la creación de una alianza de ejidos forestales, la que poco después se concretaría en la Alianza Selva Maya de Quintana Roo, la cual está integrada por los ejidos Noh Bec, Felipe Carrillo Puerto, Petcacab, Bacalar y X-Hazil. La Alianza se conforma por una asamblea de delegados, que son los presidentes de los cinco comisariados ejidales. El impacto del huracán trajo consigo la suspensión automática de la certificación forestal Rainforest Alliance con la que contaba. No obstante, en el 2012 el ejido se sometió a una nueva evaluación para recuperar la certificación de buen manejo forestal y su cadena de custodia.

En la selva de Noh Bec hay árboles de todas las edades. Las especies comerciales son la caoba, el tzalam, el chechén, el chacteviga, el katalox, el sccha, el chaca rojo, el chicozapote, el ramón y el zapotillo.

El más reciente Programa de Manejo Forestal, autorizado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) a través de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), abarca el periodo que va del 2016 al 2024, y es el instrumento de planificación para el uso y conservación de los recursos forestales maderables. Su área forestal permanente es de 18,548.89 hectáreas, donde se extrae la cosecha anual permitida, que consiste en "madera en trozas para abastecer a la empresa ejidal, la venta al mercado nacional, madera rolliza para la construcción y leña para la producción de carbón vegetal".

En su programa de Manejo forestal se mencionan las siguientes actividades como parte de la cadena de aprovechamiento de la madera: ubicación y trazo del área de

corta, ubicación preliminar de caminos secundarios, monte del arbolado cortable, recepción del monte, marcaje del arbolado a derribar, mapeo del arbolado cortable, trazo y construcción de caminos secundarios y bacadillas, trazo y apertura de carriles de arrime, derribo de arbolado, arrime de fustes, cubicación y saneo de trocería, carga y transporte, documentación, plantaciones de enriquecimiento forestal, informe de paso de año.

El ejido cuenta con una industria de transformación para su madera, que consta de dos aserraderos, por lo que de manera general la mayor parte de los volúmenes de madera son comercializados en tabla. Esto permite generar muchos empleos durante la mayor parte del año. Las ganancias de la empresa forestal se distribuyen entre los ejidatarios. En el último año, también se ha instalado, gracias a la Alianza, un Taller de transformación de la madera, en el que se elaboran muebles para su comercialización. En el ejido también tienen dos superficies destinadas a la conservación, localmente llamadas Reserva ejidal "El Huasteco" y "La Isla". En el Huasteco se encuentran árboles sobresalientes por su edad y su tamaño. Estos abarcan una superficie cercana a las 1000 hectáreas, y han recibido apoyo de los programas de Pago por servicios ambientales y biodiversidad de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

Para conocer más:

Programa de Manejo Forestal del ejido Noh Bec. Consultado en el blog del ejido: <http://ejidonohbec.wordpress.com>



Hoja del estudiante. Tema IV, Actividad 5

Estudio de caso

Ecoturismo en Sijil Noh Há, ejido de Felipe Carrillo Puerto

En el estado de Quintana Roo existen numerosas empresas ecoturísticas, alrededor del 17% de las que están registradas en México. De ellas, la mayoría son empresas comunitarias, como el caso de Sijil Noh Há “Donde brota el agua”, la empresa turística del ejido maya de Felipe Carrillo Puerto.

El ejido Felipe Carrillo Puerto se ubica en el municipio del mismo nombre, en el centro sur del estado de Quintana Roo. En su origen fue incluido como anexo del ejido X-Hazil, pero a inicios de la década de 1940 se le reconoció como ejido independiente. Al igual que otros ejidos, se organizan en una asamblea ejidal donde nombran al comisariado ejidal y al consejo de vigilancia. Las actividades de los habitantes del ejido se han diversificado pues la población del mismo nombre es una cabecera municipal con más de 20,000 habitantes.

En sus inicios, las actividades del ejido estaban orientadas al aprovechamiento forestal, rentando sus montes a contratistas madereros que extrajeron de forma selectiva la madera de caoba y cedro. Después participó en el proyecto Plan Piloto Forestal que promovió el Gobierno del estado y la Subsecretaría Forestal, hasta lograr la autogestión forestal. Actualmente parte de los ingresos del ejido continúa siendo la venta de madera, así como el aprovechamiento de otros recursos naturales, como los que tuvieron al crear su empresa forestal comunitaria dedicada a la extracción de chicle.

En el 2005, se elaboró el Estudio de Ordenamiento Territorial, en el que destinaron una porción del ejido para su conservación, esta zona de reserva está ubicada al este del ejido y colinda con la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an. En el 2007, acordaron crear otra zona de conservación al sur del ejido llamada Much' Kanan K'áax, que significa

“Juntos cuidemos el monte”, con una superficie de 1230 hectáreas. El objetivo inicial de esta segunda zona era fomentar la regeneración de la selva para establecer parcelas de captura de carbono. Esta reserva fue certificada en el 2010 por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) como un Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC).

Es en esta reserva que decidieron crear un proyecto ecoturístico llamado Sijil Noh Há. En el año 2008 se creó el centro ecoturístico con el apoyo de instituciones nacionales como la Comisión para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), e internacionales como el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); el centro ecoturístico fue inaugurado el 27 de junio de 2009.



Sijil Noh Há se encuentra a 10 kilómetros al sur de la población de Felipe Carrillo Puerto, en la reserva Much' Kanan K'áax, la cual tiene selva en buen estado de conservación. El atractivo principal son las lagunas que forman parte de esta reserva, un cenote y un ojo de agua del que brota agua todo el año, alimentado por ríos subterráneos. A orillas de una de estas lagunas se encuentra la infraestructura ecoturística.



Los atractivos que ofrece el proyecto ecoturístico son los recorridos en kayak o lancha eléctrica, nado en la laguna y el cenote, un sendero interpretativo de 1500 metros en la selva, en el que se puede observar flora y fauna de la región, y observación de aves desde un mirador de 16 metros de altura. Cuenta con cabañas ecológicas, restaurante, área de acampado, tecnologías alternativas como filtros de agua, cultivo de hortalizas en llanta, estufas ahorradoras de leña, baños secos, trampas de grasa, energía solar, etc.

La administración del sitio está a cargo del Comisariado ejidal, quien nombra a un gerente general para las cuestiones operativas del centro. El proyecto está diseñado para generar recursos alternativos y fuentes de empleo para los pobladores del ejido Felipe Carrillo Puerto. Aunque el centro ecoturístico no genera una cantidad significativa de dinero en comparación con otras actividades, es importante porque brinda empleos de tiempo completo a algunas personas del ejido durante la semana, y algunas más durante los fines de semana y las temporadas altas, en vacaciones de semana santa y en las de junio-agosto. Es así como el ecoturismo se ha convertido en una actividad complementaria al resto de las actividades económicas que se realizan en el ejido.

Para conocer más:

Eduardo García Frapolli. 2015. *Con y sin el mercado. Diversificación de iniciativas de conservación comunitaria en el ejido de Felipe Carrillo Puerto, México. Otra economía* 9(17): 151-163.

Portal web del centro ecoturístico Sijil Noh Há: <https://sijil-nohha9.webnode.mx>



Tema V – La tenencia de la tierra y la organización ejidal



Tema V – La Tenencia de la tierra y la organización ejidal

La configuración actual de la tenencia de la tierra en la Península de Yucatán está determinada por tres elementos principales: dos de tipo histórico y uno natural. El primero son las comunidades indígenas mayas, que ya habitaban la península desde antes del surgimiento de México como país independiente, el segundo son las comunidades que se crearon en el siglo XX como parte de un proyecto nacional de colonización de la selva y el tercero es la existencia de ecosistemas notables por albergar una importante diversidad de organismos.

Los dos primeros elementos coinciden en compartir la estructura de organización y tenencia de la tierra llamada **ejido**, una entidad legal cuyas raíces se encuentran en la época colonial, y que en la actualidad se halla reconocida y reglamentada en las leyes mexicanas. El tercer elemento se encuentra en su mayoría en otra estructura legal llamada **Área Natural Protegida**, aunque en los últimos años también se ha integrado a la estructura de ciertos ejidos.

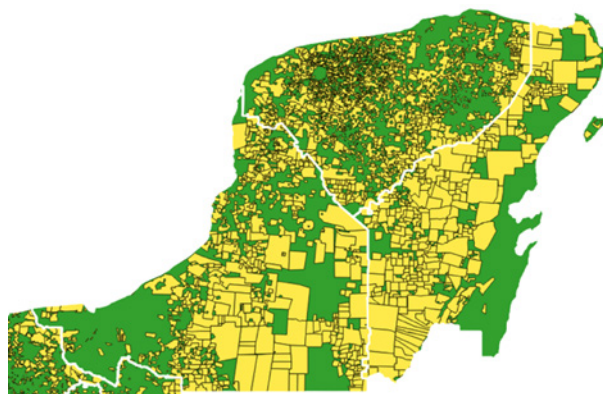
Los ejidos

El ejido es un tipo de **propiedad social**, reconocida en la Constitución política de México, al igual que la **comunidad agraria**, salvo que esta última no existe en la Península de Yucatán. Los otros tipos de propiedad según las leyes mexicanas son la **propiedad privada** y la **propiedad pública**.

En la época previa a la conquista, la unidad básica en la organización territorial de la Península era el kuchkabal, un señorío maya a cargo de un halach winik o señor. Al iniciar la Colonia surgió la propiedad privada, cuando se les dio tierra a los españoles que llegaban a la península. Mientras tanto, en las tierras de las comunidades indígenas había desaparecido el kuchkabal y ahora se poseían y se utilizaban de manera comunal y no podían venderse o donarse. En esa época los ejidos eran las tierras de uso público alrededor de las comunidades, es decir, montes y pastizales.

No fue sino hasta el fin de la Revolución que en el **Artículo 27** de la Constitución Política de 1917 se plasmaron las regulaciones actual de la tenencia de la tierra, particularmente la llamada **propiedad social**, es decir, tierras comunales y ejidales. La diferencia entre las tierras comunales y las ejidales es que las primeras son el reconocimiento al derecho de las comunidades agrarias indígenas de poseer y administrar bienes raíces, es decir es una **restitución** de lo que históricamente les pertenecía. En cambio, las tierras ejidales son **dotaciones** de tierra a poblaciones que no poseían documentación de la época colonial que acreditara la propiedad de la misma o a nuevos núcleos de población que hicieran la solicitud de terrenos al Estado, como ocurrió al sur de la Península a mediados del siglo XX.

La importancia de las tierras ejidales en la Península de Yucatán es tal que éstas cubren más del 50% del territorio de los tres estados. Muchos de estos ejidos son poseedores de extensas superficies de selvas y otros ecosistemas, de los cuales realizan aprovechamientos forestales, agrícolas, pecuarios, de ecoturismo, entre otros.



Mapa de superficies ejidales en la Península de Yucatán

Todos los ejidos se rigen por el ya mencionado artículo 27 y por la **Ley Agraria**. En ellos se estipula que la máxima autoridad de un ejido es la **Asamblea de ejidatarios**, la cual está conformada por los ejidatarios, hombres y mujeres titulares de derechos ejidales. La asamblea está representada a su vez por el **Comisariado ejidal**, elegido democráticamente entre los ejidatarios, los cuales también eligen al **Consejo de vigilancia**, encargado de supervisar las actividades del comisariado.

Las tierras de los ejidos se dividen por su uso en: **tierras de uso común**, tierras parceladas y tierras para el asentamiento humano. En ejidos de gran extensión, las tierras de uso común están aún cubiertas por selvas y por ello allí se realizan actividades de extracción forestal mediante permisos de aprovechamiento. Otros ejidos han destinado, en sus tierras de uso común, superficies exclusivas para conservación, es decir que debido a la existencia de hábitats o especies únicas han destinado porciones de su territorio para la conservación de selvas con muy poca o baja perturbación humana.

La importancia de las zonas de conservación dentro de los ejidos es mayor pues en ellos se mantienen árboles notables, aves únicas y otros organismos en peligro de extinción; asimismo, cuando estas zonas están contiguas unas con otras, forman corredores de vegetación que permiten el movimiento de la fauna, especialmente de mamíferos grandes. Algunas de estas áreas han sido registradas en programas federales como las **Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC)**, un esquema de manejo y conservación de la biodiversidad para predios pequeños.

La organización institucional alrededor de los ejidos

En la Península de Yucatán también opera la figura oficial de conservación de México: las **Áreas Naturales Protegidas o ANP**, que son superficies destinadas a la conservación de especies y ecosistemas importantes. Las ANP varían en su tamaño y en el tipo de actividades que está permitido hacer en ellas; sobresalen por su extensión las Reservas de la Biósfera como las de Calakmul, Ría Celestún, Ría Lagartos o Sian Ka'an. Todas las ANP del país están bajo el cuidado de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) o de secretarías estatales encargadas del área ambiental.

En algunos casos, la superficie de las ANP se superpone con la de los ejidos, por lo que ambas instancias han debido construir acuerdos que permitan la conservación de los paisajes, ecosistemas y especies de la Península. De esta manera, los ejidos establecen relaciones con las instituciones gubernamentales encargadas de la protección del ambiente, como la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), pero también con otras relacionadas con el uso y aprovechamiento de los ecosistemas como la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) o la Comisión para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), los asuntos territoriales como el Registro Agrario Nacional (RAN), o las relacionadas con el desarrollo de las comunidades rurales como la Secretaría del Bienestar.

Finalmente, existe una serie de **Organizaciones No Gubernamentales** u **ONG** que también trabajan en la península en temas de conservación, aprovechamiento forestal, educación, desarrollo local, turismo, etc., con las que los ejidos también han debido interactuar, sobre todo en las últimas décadas.

La historia de mi ejido

Objetivo:

Conocer la historia de su ejido

Procedimiento:

1. Pídele a tus estudiantes que entrevisten a las personas mayores de su comunidad y que respondan:
 - ¿Qué tan antigua es la comunidad? ¿En qué año se fundó el ejido?
 - ¿Por qué se fundó la comunidad en el sitio en el que se encuentra ahora?
 - ¿Cuáles han sido los principales acontecimientos que han ocurrido en la historia de la comunidad?
 - ¿Cómo era el modo de vida de la comunidad antes y en qué ha cambiado al día de hoy?
2. Con las fechas que hayan obtenido pídeles que por equipo elaboren una línea del tiempo con los principales acontecimientos de la historia reciente del ejido. En ella deberán anotar también sus fechas de nacimiento para tener un punto de comparación.
3. Pídele que cada equipo relate al grupo las respuestas que obtuvieron de las personas mayores y que muestren la línea del tiempo que elaboraron.
4. En grupo, reflexionen sobre las cosas que han cambiado en la comunidad y qué perspectivas tienen a futuro sobre su comunidad, cómo la visualizan a corto y a mediano plazo.

Mapa mental del ejido

Objetivo:

Elaborar un mapa mental del territorio de la comunidad.

Procedimiento:

1. Antes de comenzar, indaga si en la localidad o ejido tienen algún mapa del polígono del ejido o si existe algún ordenamiento territorial que te pueda servir de referencia.
2. Comienza comentando con tus estudiantes sobre cómo se organiza los ejidos. Pídeles que compartan entre ellos la información que tienen sobre la estructura del ejido: la Asamblea, el Comisariado ejidal y el Consejo de vigilancia. Pregúntales si los conocen y las actividades a las que se dedican.
3. Después, pídeles a tus estudiantes que, en una hoja blanca, dibujen cómo se imaginan la forma que tiene su ejido.
4. Pídeles que ubiquen en ese dibujo dónde se encuentra su localidad, con qué otros ejidos limita, dónde se encuentran las áreas de cultivo, cuerpos de agua y la selva.
5. Si el ejido se dedica a actividades forestales, pídeles que ubiquen en el mapa las diferentes áreas de cada actividad: zonas de aprovechamiento, zonas de reforestación y restauración, zonas de conservación, etc.
6. Una vez elaborado el mapa, pídeles que se reúnan en equipos de cinco personas para elaborar un mapa que integre la información de cada uno.
7. Si dispones de un mapa del ejido, puedes mostrarles el mapa al final, ubicando las áreas de asentamiento humano, las tierras parceladas y las áreas de uso común, explicando también lo que significa cada uno de estos conceptos.

Las Áreas de conservación en un ejido

Objetivo:

Que los estudiantes conozcan un caso de un área destinada a la conservación en una comunidad de la Península de Yucatán y que reflexionen sobre la conservación de la selva y las especies que habitan en ella.

Procedimiento:

1. Pide a tus alumnos que ubiquen en un mapa la localidad de Nuevo Bécál, Campeche, y que indaguen la información general sobre el sitio.
2. A continuación, pídeles que lean el siguiente estudio de caso en la Hoja del Estudiante sobre el Santuario de zopilote rey en Nuevo Bécál.
3. Una vez hecha la lectura, pídeles que por equipos discutan las siguientes preguntas o que hagan una presentación al resto del grupo:
 - ¿Cuáles son los antecedentes del proyecto de conservación en el ejido y cómo se relaciona con la actividad forestal?
 - ¿Cuáles son las características del proyecto de conservación, cuál es el principal atractivo, con qué infraestructura cuenta?
 - ¿Cómo es la organización local del ejido y cómo se relaciona éste con otras instituciones locales, nacionales e internacionales?
 - ¿Conocen otros ejemplos de conservación en la región? ¿En qué se asemejan y en qué son distintos al del ejido Nuevo Bécál?
4. Pide a tus estudiantes que elaboren una lista de los sitios de su comunidad que podrían destinarse a la conservación y discutan cómo la conservación puede ser compatible con otro tipo de actividades del ejido.



Mapa institucional alrededor de mi comunidad

Objetivo:

Que los estudiantes conozcan el panorama de las instituciones que operan en su comunidad.

Procedimiento:

1. Antes de iniciar, repasen los conceptos de *institución gubernamental* y *organización no gubernamental*.
2. Pídele a tus estudiantes que hagan una lista de las organizaciones que hayan oído hablar o que recuerden que tienen incidencia en su comunidad en el área ambiental.
3. Después pídeles que, de esa lista, recuerden a qué se dedica cada una de ellas. Pueden hacer una búsqueda en internet de las más relevantes.
4. Organicen la lista en instituciones gubernamentales de tipo local o municipal, estatal y federal y en organizaciones no gubernamentales de tipo nacional o internacional.
5. Si es posible, visiten alguna oficina de una organización gubernamental y una no gubernamental e indaguen cómo funciona cada una..

Hoja del estudiante. Tema V, Actividad 3

Estudio de caso

El Santuario del zopilote rey en el ejido Nuevo Béal

El ejido Nuevo Béal se ubica en el centro de la Península de Yucatán, en el municipio de Calakmul, al oriente del estado de Campeche. El poblado está habitado por 393 personas cuyas actividades productivas incluyen la agricultura y el aprovechamiento forestal. El ejido tiene una superficie de 52,800 hectáreas, lo que lo convierte en el ejido con la mayor dotación en la región de Calakmul.

Una superficie importante del ejido está conformado por selva en buen estado de conservación. Su importancia radica en el hecho de estar contiguo a la Reserva de la Biosfera de Calakmul, uno de los sitios con mayor biodiversidad de México. Las selvas del ejido permiten la conectividad entre esta Reserva y otras de la península, que en una escala mayor se integran en el Corredor Biológico Mesoamericano, una región que permite la conectividad de la selva entre varios estados del sureste mexicano y los países centroamericanos.

A diferencia de otros ejidos, las actividades forestales en Nuevo Béal no tienen una larga historia, pero han tenido una importancia creciente en los últimos años. El ejido destina 25,000 hectáreas como área forestal permanente, donde se permite el aprovechamiento forestal. También hacen aprovechamiento de especies no maderables y actividades de conservación.

Como parte del proceso de certificación de su manejo forestal por parte del Forest Stewardship Council (FSC), el cual obtuvieron en el 2016, el ejido se comprometió a tener un área de conservación, debido a ello destinó una superficie de 500 hectáreas como Bosque de alto valor de conservación, en una zona con echaderos de zopilote rey (*Sarcoramphus papa*). El área elegida lleva por nombre Santuario del zopilote rey, una especie en peligro de extinción en México, de acuerdo a la Norma oficial 059 de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

El zopilote rey es el ave carroñera más grande del sureste mexicano. Habita en las selvas y se alimenta exclusivamente de organismos en descomposición, por lo que cumple una importante labor de limpieza de los ecosistemas, evitando que se desaten epidemias o plagas derivadas de los cadáveres en descomposición. La destrucción de las selvas y la caza de estas aves está disminuyendo su población, por lo que para conservarla se requiere la protección de grandes superficies de selva con suficiente alimento para los zopilotes.

De forma paralela, el ejido registró alrededor de 50,000 hectáreas como un Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC), esta última un tipo de Área Natural Protegida establecida mediante un certificado emitido por la SEMARNAT a través de la Comisión Nacional de Áreas

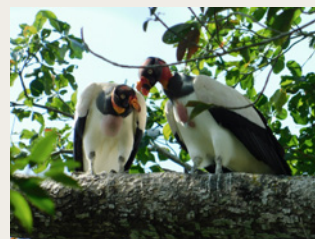
Naturales Protegidas (CONANP). Mediante este esquema y a través del programa de Pago por Servicios Ambientales de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), el ejido Nuevo Béal ha obtenido recursos para la protección de flora y fauna silvestre, así como la rehabilitación de los caminos forestales, el establecimiento de un vivero comunitario, la reforestación y la prevención de incendios.

Otras acciones de conservación incluyen la construcción de una torre de vigilancia, la colocación de nidos para tucancillo verde (*Aulacorhynchus prasinus*), la apertura de brechas cortafuego, el mantenimiento de senderos interpretativos así como el monitoreo de fauna silvestre mediante cámaras de fototrampeo, con las que se han registrado otras especies importantes para la selva como el faisán, el venado cola blanca, jaguares y pumas.

Para conocer más:

Portal web: Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). <https://advc.conanp.gob.mx/>.

López-Santiago, G. 2008. Ficha técnica de *Sarcoramphus papa*. En: Escalante-Pliego, P. (compilador). "Fichas sobre las especies de Aves incluidas en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-ECOL-2000. Parte 2". Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W042. México, D.F.



GUÍA DE ACTIVIDADES PARA DOCENTES

NUESTRA SELVA, NUESTRO FUTURO: APRENDIENDO DE BOSQUES COMUNITARIOS

RAINFOREST ALLIANCE

Se agradece a nuestro aliado Centro de Bachillerato Tecnológico Forestal No. 07

PHOTOS

Maria Ghiso

Rodolfo Juárez

Michael Toolan

Graciela Zavala

Jóvenes participantes de NSNF

DERECHOS RESERVADOS 2020

Se autoriza el uso total o parcial del contenido de este compendio de materiales de propiedad de Rainforest Alliance, Inc., toda vez que, sea utilizado para propósitos educativos sin fines de lucro y se cite la fuente. Usted puede acceder a los Términos y Condiciones de uso del compendio, en el siguiente link: <https://www.rainforest-alliance.org/lang/es/curriculum/terminos-condiciones>

United States:

125 Broad Street, 9th Floor
New York, NY 10004
tel: +1 212.677.1900

The Netherlands:

De Ruyterkade 6
1013 AA, Amsterdam
tel: +31 20 530 8000

rainforest-alliance.org

