

ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

CON ENFOQUE POR COMPETENCIAS

Este libro está habilitado con
recursos digitales para la
investigación.

Busca tu código
al final del libro.

RAÚL CALIXTO FLORES
LUCILA HERRERA REYES
VERÓNICA D. HERNÁNDEZ GUZMÁN

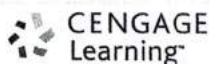
Ecología y medio ambiente

Raúl Calixto Flores

Lucila Herrera Reyes

Verónica Daniela Hernández Guzmán

Material para uso didáctico por...



Australia • Brasil • Corea • España • Estados Unidos • Japón • México • Reino Unido • Singapur

Ecología y medio ambiente



BLOQUE I

Aplica los conocimientos básicos de la ecología

Objetivo

- En este bloque conocerás las interacciones de los organismos vivos con el medio ambiente, a partir de tus conocimientos fundamentales de ecología, para lo cual identificarás factores bióticos y abióticos, las características básicas de las poblaciones y las comunidades ecológicas, así como los ciclos biogeoquímicos y las cadenas alimentarias que fluyen en el desarrollo de los ecosistemas. Con lo anterior, fomentarás competencias que repercutan en la región, el país y el mundo en que vives y permitan la consolidación de tu educación ambiental.

Durante el presente bloque se busca desarrollar los siguientes atributos de las competencias genéricas:

- | | |
|---|---|
| 1.1 Enfrenta dificultades que se le presentan y es consciente de sus valores, fortalezas y debilidades. | 3.2 Toma decisiones a partir de la valoración de las consecuencias de distintos hábitos de consumo y conductas de riesgo. |
| 1.3 Elige alternativas y cursos de acción con base en criterios sustentados y en el marco de un proyecto de vida. | 4.1 Expresa ideas y conceptos mediante representaciones lingüísticas, matemáticas o gráficas. |



© Fannyoldfi.../Dreamstime.com

- 4.5 Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y expresar ideas.
- 5.1 Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva, comprendiendo cómo cada uno de sus pasos contribuye al alcance de un objetivo.
- 5.2 Ordena información de acuerdo a categorías, jerarquías y relaciones.
- 5.3 Identifica los sistemas y reglas o principios medulares que subyacen a una serie de fenómenos.
- 5.4 Construye hipótesis y diseña y aplica modelos para probar su validez.
- 5.6 Utiliza las tecnologías de la información y comunicación para procesar e interpretar información.
- 6.1 Elige las fuentes de información más relevantes para un propósito específico y discrimina entre ellas de acuerdo a su relevancia y confiabilidad.
- 6.3 Reconoce los propios prejuicios, modifica sus propios puntos de vista al conocer nuevas evidencias, e integra nuevos conocimientos y perspectivas al acervo con el que cuenta.
- 6.4 Estructura ideas y argumentos de manera clara, coherente y sintética.
- 7.1 Define metas y da seguimiento a sus procesos de construcción de conocimientos.
- 7.3 Articula saberes de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana.
- 8.1 Propone formas de solucionar un problema y desarrolla un proyecto en equipo, definiendo un curso de acción con pasos específicos.
- 8.2 Aporta puntos de vista con apertura y considera los de otras personas de manera reflexiva.
- 8.3 Asume una actitud constructiva, congruente con los conocimientos y habilidades con los que cuenta dentro de distintos equipos de trabajo.
- 11.1 Asume una actitud que favorece la solución de problemas ambientales en los ámbitos local, nacional e internacional.
- 11.2 Reconoce y comprende las implicaciones biológicas, económicas, políticas y sociales del daño ambiental en un contexto global interdependiente.
- 11.3 Contribuye al alcance de un equilibrio entre los intereses de corto y largo plazo con relación al ambiente.

COMPETENCIAS DISCIPLINARES BÁSICAS

- Establece la interrelación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente en contextos históricos y sociales específicos.
- Fundamenta opiniones sobre los impactos de la ciencia y la tecnología en su vida cotidiana, asumiendo consideraciones éticas.
- Identifica problemas, formula preguntas de carácter científico y plantea las hipótesis necesarias para responderlas.
- Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.

- Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones.
- Valora las preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos naturales a partir de evidencias científicas.
- Hace explícitas las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos.
- Explica el funcionamiento de máquinas de uso común a partir de nociones científicas.
- Diseña modelos o prototipos para resolver problemas, satisfacer necesidades o demostrar principios científicos.
- Relaciona las expresiones simbólicas de un fenómeno de la naturaleza y los rasgos observables a simple vista o mediante instrumentos o modelos científicos.
- Analiza las leyes generales que rigen el funcionamiento del medio físico y valora las acciones humanas de riesgo e impacto ambiental.
- Decide sobre el cuidado de su salud a partir del conocimiento de su cuerpo, sus procesos vitales y el entorno al que pertenece.
- Relaciona los niveles de organización química, biológica, física y ecológica de los sistemas vivos.
- Aplica normas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo en la realización de actividades de su vida cotidiana.

UNIDAD DE COMPETENCIA:

- Comprende y utiliza los conceptos de ecología, y establece su relación con otras ciencias, para analizar la estructura del medio ambiente, así como las características de las poblaciones y comunidades, para demostrar la función de los ecosistemas y biosfera, infiriendo y argumentando la importancia del equilibrio ecológico de su entorno, país, mundo, para re-orientar su relación de respeto y pertenencia con la naturaleza.

- Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones.
- Valora las preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos naturales a partir de evidencias científicas.
- Hace explícitas las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos.
- Explica el funcionamiento de máquinas de uso común a partir de nociones científicas.
- Diseña modelos o prototipos para resolver problemas, satisfacer necesidades o demostrar principios científicos.
- Relaciona las expresiones simbólicas de un fenómeno de la naturaleza y los rasgos observables a simple vista o mediante instrumentos o modelos científicos.
- Analiza las leyes generales que rigen el funcionamiento del medio físico y valora las acciones humanas de riesgo e impacto ambiental.
- Decide sobre el cuidado de su salud a partir del conocimiento de su cuerpo, sus procesos vitales y el entorno al que pertenece.
- Relaciona los niveles de organización química, biológica, física y ecológica de los sistemas vivos.
- Aplica normas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo en la realización de actividades de su vida cotidiana.

UNIDAD DE COMPETENCIA:

- Comprende y utiliza los conceptos de ecología, y establece su relación con otras ciencias, para analizar la estructura del medio ambiente, así como las características de las poblaciones y comunidades, para demostrar la función de los ecosistemas y biosfera, infiriendo y argumentando la importancia del equilibrio ecológico de su entorno, país, mundo, para re-orientar su relación de respeto y pertenencia con la naturaleza.

EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA

Nuestro hogar el planeta es no sólo nuestro sino también el de millones de organismos que viven en él. Lee con atención cada una de las siguientes preguntas y subraya la opción que consideres correcta. Al final del bloque revisa las respuestas y evalúa los conocimientos previos que tenías acerca de los contenidos del bloque.

1. Ciencia que estudia científicamente las relaciones entre los organismos y su medio ambiente:
 - a) Biología
 - b) Ecología
 - c) Autoecología
2. Biólogo que utilizó por primera vez el término de *ecología*:
 - a) Jean-Baptiste de Monet de Lamarck
 - b) Charles Darwin
 - c) Ernst Haeckel
3. Factores que pueden ejercer efectos físicos y químicos en el ambiente:
 - a) Abióticos
 - b) Bióticos
 - c) Antropogénicos
4. Tipo de educación que emerge ante la problemática ambiental y pretende la formación de sujetos críticos y participativos:
 - a) Educación ecológica
 - b) Educación conservacionista
 - c) Educación ambiental
5. Grupo de individuos de la misma especie que ocupan un área determinada y realizan intercambio de genes:
 - a) Comunidad
 - b) Población
 - c) Especie
6. Especies consumidoras que se alimentan de otros seres vivos:
 - a) Autótrofos
 - b) Fotosintéticos
 - c) Quimiosintéticos
7. Tendencia de un ecosistema a regresar al estado de equilibrio:
 - a) Biocenosis
 - b) Homeostasis
 - c) Clímax

ESTUDIO DE CASO 1

El cambio climático global

A continuación te presentamos una nota periodística para que la leas con mucha atención.

Efectos de cambio climático durarían siglos

Un nuevo estudio prevé que grandes áreas del norte de África se convertirán en desiertos y la temperatura de los océanos causará el colapso de la capa de hielo occidental de la Antártida

EFE *El Universal*

Lunes 10 de enero de 2011

El aumento de las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) tendrá previsiblemente un impacto sobre las temperaturas de la Tierra en los próximos mil años y elevará en al menos 4 metros el nivel de las aguas del mar, según las conclusiones de un estudio publicado hoy en la revista científica *Nature*.

La investigación, dirigida por el profesor Shawn Marshall, de la Universidad de Calgary (Canadá), prevé que el calentamiento global de la atmósfera provoque un "colapso catastrófico" de la placa de hielo occidental de la Antártida en torno al año 3000.

La nada halagüeña previsión es "el mejor de los casos posible", según el estudio, asumiendo que cese el uso de los combustibles fósiles y la emisión masiva de dióxido de carbono a la atmósfera.

La investigación, la primera que se hace con predicciones tan a largo plazo, fue realizada con programas de simulación de ordenador que exploraron los diferentes escenarios posibles en una situación de emisión cero de CO_2 a partir de los años 2010 y 2100.

El resultado fue que las regiones del hemisferio norte saldrán mejor paradas que las del sur, aunque la proyección es que los patrones del clima en lugares como Canadá cambien por completo.

Grandes áreas del norte de África se convertirán en desiertos y el calentamiento hasta en un 5% de la temperatura de los océanos causará el colapso de la capa de hielo occidental de la Antártida, una superficie de 2.2 millones de kilómetros cuadrados, es decir, cuatro veces el tamaño de un país como España.

Marshall afirmó que "las aguas oceánicas y parte del hemisferio sur tienen una inercia mucho mayor [de calentamiento]" y que los efectos actuales del cambio climático en estas regiones a causa de las emisiones de CO_2 en el último siglo son "la punta del iceberg".

"La simulación demuestra que el calentamiento continuará antes de detenerse o ser revertido cuando tomamos 10 siglos como escala de tiempo", explicó Marshall, quien añadió que "las corrientes de viento en el hemisferio sur también podrían tener un impacto."

"Los vientos meridionales tienden a fortalecerse y a permanecer con fuerza antes de remitir. Esto incrementa el intercambio térmico y la mezcla de agua y corrientes en el océano, llevando más calor desde la atmósfera al océano", indicó el experto, cuyo próximo trabajo consistirá en precisar el tiempo que pasará hasta que la placa de hielo occidental antártica se desintegre.

Después de leer esta noticia y revisar los conceptos que se utilizan, ¿qué opinas?

- ¿El cambio climático global es un problema real para nuestro planeta?
- ¿Qué podemos hacer para revertir este cambio?
- ¿Sólo las empresas y/o los gobiernos son los responsables?
- ¿Cómo ciudadanos del mismo planeta, ¿qué podemos hacer?
- ¿Cómo podemos ser educadores ambientales en nuestra comunidad?

Ecología

La ecología surge en la segunda mitad del siglo XIX, por ello decimos que es una ciencia muy joven. Sin embargo, la crisis ambiental actual hace que esta disciplina adquiera una importancia especial y se busquen en ella explicaciones científicas y soluciones que puedan resolver la problemática ambiental.

La *crisis ambiental* se refiere al conjunto de condiciones que disminuyen, deterioran o destruyen el medio ambiente natural. Esto da origen a la contaminación, la extinción de especies y/o el rompimiento de los ciclos naturales.

Para explicar el objeto de estudio de la ecología, tomemos por ejemplo la situación actual de la Selva Lacandona que se encuentra en Chiapas. Dicha selva tenía una extensión original de aproximadamente 1 300 000 hectáreas, y para el 2004, se estimaba que apenas llegaba a 331 000 hectáreas. La ecología estudia los beneficios que se obtienen de la selva, pero también, por supuesto, las causas y consecuencias de su destrucción.

Entre los beneficios que proporciona la Selva Lacandona se encuentran la producción de oxígeno, la captación y retención de agua, la generación y mantenimiento del suelo, la contribución a la estabilidad climática regional y global, el aporte y reciclaje de nutrientes, la oxigenación y filtración del agua, así como la riqueza de la biodiversidad misma y con ella, el desarrollo de especies silvestres con potencialidades medicinales, genéticas, industriales o agrícolas que todavía no han sido descubiertas o desarrolladas, entre otras más. En esta selva se han registrado al menos 2 723 especies de plantas y animales, y constituye el hábitat más importante para numerosas especies consideradas como amenazadas o en peligro de extinción; entre éstas, se puede mencionar desde animales emblemáticos como el quetzal el tapir (*Tapirus bairdii*), el pécari de labios blancos (*Tayassu pecari*), el jaguar (*Panthera onca*), el ocelote (*Felis pardalis*), el mono araña (*Ateles geoffroyi*), el mono aullador o saraguato (*Alouatta pigra*) y la tortuga blanca (*Dematemys mawii*). Entre las plantas se puede mencionar a la única cícada registrada, *Zamia sp.*; y a las euforbiáceas *Euphorbia dentata* y *E. lancifolia*. Consideradas como vulnerables, son también de particular interés la flor de corazón (*Talauma mexicana*), las 49 especies de orquídeas hasta ahora registradas en el área, y el xate cola de pescado (*Chamaedorea ernesti-augustii*).

Las principales causas de la destrucción de la Selva Lacandona se relacionan con la actividad humana, la invasión poblacional a la zona, el uso de la roza, tumba y quema de los árboles y el tráfico de animales, principalmente especies en peligro de extinción como jaguares, quetzales, serpientes de distintas especies; monos araña, saraguatos, mariposas, arañas, jabalíes e insectos como escarabajos.



Figura I.1. Julia Carabias Lillo ha promovido el desarrollo de la ecología en México. En Osaka, Japón, recibió el Premio Internacional Cosmos 2004, por sus investigaciones y logros en el campo de la defensa del medio ambiente y simultáneamente la lucha contra la pobreza.

Glosario

Germoplasma

Entre las consecuencias de la destrucción de la Selva Lacandona se encuentran la pérdida de biodiversidad, la extinción de especies, la falta de renovación del **germoplasma**, la disminución de fuentes de oxígeno; a causa de la quema de los bosques, la liberación a la atmósfera de grandes volúmenes de carbono, lo que contribuye al sobrecalentamiento del planeta por el llamado efecto de invernadero, y un impacto negativo en la formación de bancos de agua; en esta zona se encuentra la cuenca del Usumacinta.

Definición de ecología

A partir del ejemplo anterior, podemos delimitar el objeto de estudio de la ecología como la ciencia que realiza el estudio de las relaciones entre los organismos vivos y su medio ambiente, lo que implica una forma de pensamiento complejo, ya que el medio ambiente se refiere no sólo a los recursos naturales, comprende el conjunto de factores físicos, biológicos, tecnológicos y sociales que influyen en la vida de los organismos, así como el impacto de las actividades humanas sobre estos factores. Los seres humanos somos capaces de modificar y transformar el medio ambiente de acuerdo con nuestras necesidades, e incluso de crear medios artificiales.

El estudio de la ecología permite dar respuesta a preguntas como:

- ¿Cuáles son los límites de la distribución de los organismos?
- ¿Qué factores controlan la distribución de los organismos?
- ¿Por qué se integran los organismos a su medio ambiente?
- ¿Cuáles son las relaciones funcionales entre los distintos organismos?
- ¿Cuáles son los efectos de las actividades humanas sobre el medio ambiente?

Además de otras preguntas, cuyas respuestas nos dan la posibilidad de comprender mejor los distintos procesos que ocurren cada día en el planeta y que hacen posible la existencia de una gran variedad de formas de vida.

Existen distintas definiciones de la ecología, una de las más completas es la de Charles Krebs (1985) que dice que la ecología:

Estudia científicamente las interacciones que regulan la distribución y la abundancia de los organismos, tratando de explicar dónde, en qué cantidades y por qué los organismos se encuentran en un lugar determinado.

Las comunidades de organismos y las condiciones físicas y biológicas en que se desenvuelven son el objeto de estudio de la ecología; en conjunto, la comunidad y su ambiente físico recibe el nombre de ecosistema.



Valores ambientales

Un valor es un conjunto de normas que las personas de una sociedad establecen con el propósito de regular sus relaciones.

Los valores son características morales que cada uno de nosotros es capaz de construir y desarrollar. Estos valores pueden ser el respeto, la responsabilidad, la humildad, el sentido de pertenencia, la paz, la libertad, la tolerancia, la honestidad, el amor, la amistad, la solidaridad, la igualdad social, etcétera.

Sin embargo, existen valores que nos hacen actuar mejor frente al ambiente: son aquellos que en adelante llamaremos valores ambientales.

Historia de la ecología

Uno de los pensadores más importantes de la humanidad ha sido, sin duda, Aristóteles, quién en el siglo IV a.C., escribió la "Teoría de las plantas", "Tratado sobre el principio general del movimiento en los animales", "Tratado de la longevidad y de la brevedad de la vida", "Tratado de la juventud y de la vejez, de la vida y de la muerte", "Tratado de la respiración" y otros textos. Las ideas de Aristóteles sobre la naturaleza y los organismos tuvieron tal trascendencia, que hoy es considerado como uno de los precursores de la biología y la ecología. Según Aristóteles, la ciencia natural no es especulativa, pues sólo la observación rigurosa plantea una explicación finalista de los fenómenos de la naturaleza, esto es, a la naturaleza le confiere una finalidad y le atribuye un proyecto. A este tipo de pensamiento se le conoce como **teleológico**, y predominó en la explicación de la ciencia por varios siglos.

En el Renacimiento (siglo XVI), surge una forma diferente de explicar los fenómenos naturales.

En el siglo XVII, las ideas de René Descartes (1596-1650) y Francis Bacon (1561-1626) proponen una forma diferente de relacionarse con la naturaleza, a partir de dos perspectivas.

Francis Bacon fundamenta el conocimiento a partir de la experiencia sensorial, de la experimentación científica. René Descartes plantea que sólo se conoce a través de la razón, a partir de las operaciones y razonamientos mentales. Surge la explicación causal de la realidad. Galileo Galilei (1564-1642) e Isaac Newton (1642-1727) logran combinar ambas perspectivas, de las conceptualizaciones racionales con la experimentación científica. En esta época, la biología y la ecología no existían como tales, se estudiaba entonces a los seres vivos y a la "vida" como fenómenos particulares; predominaba el estudio de la historia natural.

Por otra parte, las teorías de la geografía, la botánica, la zoología y la antropología, tuvieron una influencia enorme, y junto con las ideas de Descartes y Bacon influyeron para que surgieran las bases de lo que hoy se conoce como biología moderna.

Alexander von Humboldt (1769-1859) realizó exploraciones a distintas regiones del mundo, en América del Sur, América Central y México, en las que obtuvo información acerca de la geografía, el ambiente natural y los seres vivos. Fue uno de los principales naturalistas de esa época, ya que planteó una actitud totalizante

Glosario

Teleológico



Figura 1.2. Alexander von Humboldt, Carlos Linneo y Jean-Baptiste Lamarck.

e integradora de la naturaleza; denominó geografía de las plantas a la ciencia que considera a las mismas en función de su asociación local en los diferentes climas.

En esa época, Carlos Linneo (1707-1778) estableció una clasificación de los organismos, inexistente hasta entonces. De 1749 a 1789 se publicó la *Histoire naturelle*, obra dirigida por Buffon, que se ocupaba de la historia de la Tierra, historia natural del hombre, luego de los cuadrúpedos, las aves y por último de los minerales.

En 1802, en una obra de Gottfried R. Treviranus (1776-1837), titulada *Biologie oder die Philosophie der lebenden Natur*, se utiliza por primera vez el término de biología para estudiar las diversas maneras de vivir de los seres orgánicos, tanto vegetales como animales, los fenómenos de la propia vida, condiciones en que se desenvuelve, leyes que la rigen y causas que la originan.

Unos años después, Jean-Baptiste Lamarck (1774-1829) escribió *Philosophie zoologique*, en la que explicaba las características de los organismos. Se inicia el pensamiento transformista, que constituye una forma de explicación más propia de la biología. Lamarck definió el término "biología" en 1802, en un trabajo no publicado titulado: "Recherches sur l'organisation des corps vivants", como "el estudio de los seres vivos". Con la teoría de la selección natural, de Charles R. Darwin (1809-1882), se consolidó el pensamiento evolucionista en la biología. En el libro *El origen de las especies*, de Darwin, la evolución aparece estrechamente unida a lo ecológico. El pensamiento evolucionista ha tenido una enorme influencia en el surgimiento de la ecología.

En 1866 Ernst Haeckel (1834-1919), biólogo alemán, utilizó por primera vez el término ecología (*ökologie*) para definir las relaciones entre los seres vivos y sus hábitats. La palabra *ökologie* proviene de los vocablos griegos *oikos* (casa, hábitat) y *logos* (razón, estudio, discurso). Haeckel fue un darwiniano, y el principal responsable de la difusión de la teoría de la evolución en Alemania y en otros países.

La ecología, como nueva ciencia, surge a partir de los trabajos interdisciplinarios (biología, paleontología, geografía, oceanografía, geología, etc.) realizados en la segunda mitad del siglo XIX, por ejemplo la expedición del *Challenger* (1872-1876), patrocinada por el almirantazgo británico.

A finales de ese siglo, Henry Ch. Cowles, en 1899, incorporó la idea de sucesión ecológica en la cual propuso que en las comunidades se da una sucesión en el espacio y en el tiempo, con ello se inició la polémica sobre las características de una comunidad.



Figura 1.3. Ernst Haeckel fue el primer biólogo en utilizar el término ecología.

La ecología en la primera mitad del siglo XX

A finales del siglo XIX, la ecología se constituyó en una nueva ciencia biológica y se vio favorecida por el pensamiento evolucionista predominante de la época y porque se manifestaron otras teorías, en otras ciencias, interesadas en la problemática de las poblaciones. Los biólogos de principios de siglo XX cambiaron su visión en el organismo único a un punto de vista en el que los organismos están conectados por sus lazos reproductivos. Así, la población pasó a ser el referente de estudio y se constituyó la ecología de poblaciones o demoecología.

A principios del siglo XX, los resultados de las investigaciones de otras ciencias, como la física, apuntalaron el campo de estudio de la ecología, así como los resultados de otras ciencias de la propia biología, como la botánica y la zoología.



Figura 1.4. El *Challenger* recorrió todos los mares conocidos y recogió muestras de todas las latitudes, obteniendo un valioso material de investigación. John Murray [1841-1914] dirigió la publicación de las memorias científicas en una extensa obra *Las profundidades del océano* [1912].

También se publican las primeras revistas científicas de ecología, entre ellas: *Journal of Ecology* en 1913; *Ecology* en 1920, y *Zeitschrift für Morphologies und Ökologie* en 1924.

Hacia la década de los años veinte, se empieza a hablar de comunidades ecológicas mixtas y de bioecología, pero se prefiere esta nueva expresión a las tradicionales de ecología vegetal y ecología animal. Es a partir de esta década cuando la ecología empieza a tener un mayor reconocimiento como ciencia independiente de la biología. Frederic E. Clements (1874-1926) publica, en 1916, *Plant succession: An analysis of development of vegetation*, introduce el concepto de bioma e incorpora la idea de comunidad clímax. Charles Elton, en 1927, escribe *Animal ecology*, en donde se reconoce cómo se estructura una comunidad animal por sus hábitos de alimentación. Julian Huxley (1887-1975) popularizó el concepto de nicho (introducido originalmente en 1913 por Joseph Grinnell), para referirse a las actividades propias de una especie, su modo de vida particular.

Los primeros tratados de ecología general se publican durante la tercera década del siglo XX, aunque los escritos más significativos serán posteriores a la Segunda Guerra Mundial. En la tercera década del siglo XX comienzan las primeras concepciones de la "sinecología". E. Birge y C. Juday establecen el concepto de producción primaria.

Por otra parte, se plantean nuevos conceptos para explicar las relaciones de los organismos con el medio, es así como Arthur George Tansley (1871-1955), en 1935, propone el concepto de "ecosistema". Este término fue posteriormente desarrollado por Lindeman (1941), quien lo concibió a partir de los intercambios de energía, atendiendo la necesidad de conceptos que vincularan diversos organismos a sus ambientes físicos. El ecosistema es la unidad funcional básica de la ecología. Incluye tanto organismos como al ambiente abiótico, cada uno de los cuales influye en las propiedades del otro. Este concepto es crucial para la ecología, ya que permite analizar con estos aspectos cualquier tipo de ecosistema.

No obstante que los primeros estudios de ecología humana se remontan a principios del siglo XX, su evolución es posterior a la Segunda Guerra Mundial, con dos líneas de trabajo perfectamente diferenciadas: la etnológica, que estudia las comunidades humanas, los procesos mediante los cuales un grupo humano o una sociedad global se adapta a su medio ambiente, tanto físico como social, y la ecología urbana, que estudia las comunidades humanas en las ciudades.

Debido a la introducción de nuevas formas de producción se han derivado diversos problemas sociales. A partir de la Revolución Industrial del siglo XIX se generaron cambios ambientales importantes que han involucrado el uso extensivo del medio ambiente. Hacia la mitad del siglo XX se inicia la ecología política, que conlleva la movilización social ante los problemas ambientales. La ecología política pretende traducir al campo político los múltiples aspectos y realidades que comprende la ecología.

La ecología en la segunda mitad del siglo XX

En la década de los años cincuenta se llegó a establecer de forma definitiva que la ecología es una ciencia diferente de la biología. La ecología estudia la influencia del medio sobre los organismos, analiza las relaciones intraespecíficas de los in-

dividuos de la misma especie que forman una determinada población, y considera las relaciones interespecíficas que regulan el equilibrio dinámico de las comunidades naturales, constituidas por la integración armoniosa de un conjunto de especies vegetales y animales en un lugar determinado. Además, la ecología estudia las leyes que regulan la existencia de estas comunidades, e intenta descubrir y cuantificar la productividad del sistema.



Valores ambientales

Nuestra guía para actuar

Un valor nos hace actuar frente a distintas situaciones, nuestras decisiones tienen consecuencias en distintos contextos: personal, comunitario, nacional e internacional.

Por ejemplo:

- ¿Qué efectos tiene para el cambio climático global consumir muchos productos que no necesitas y que generan basura?
- ¿Qué pasa si tiras esa basura en la calle?
- ¿Qué sucede cuando no separamos la basura?
- ¿Qué pasa cuando la capacidad de los rellenos sanitarios se ve rebasada?
- ¿Qué sucede en el subsuelo cuando hay un relleno sanitario?
- ¿Y la basura en los ríos, lagos, lagunas, mares y océanos en qué nos afecta?

Aparece la autoecología (ecología del individuo) con el propósito de estudiar las relaciones recíprocas de las especies individuales con su medio ambiente, es decir, con el resto de los organismos y los factores físicos que componen el entorno; también surge la sinecología (ecología de la población), que estudia las relaciones interespecíficas de las comunidades desde una perspectiva de productividad dinámica.

En la década de los años sesenta, los conceptos sobre teoría de sistemas, comunicación y cibernética comienzan a dar solidez a la ecología y se llegan a constituir los conceptos de ecosistema, sustentabilidad, retroalimentación y continuidad, entre otros.



Figura 1.5. La ecología estudia el equilibrio entre las comunidades. ¿Qué relaciones existen entre el estudio de la ecología y el cambio climático global?

Eugene P. Odum (1913-2001), en 1971, descubrió los mecanismos homeostáticos en los ecosistemas, a partir de los cuales son capaces, lo mismo que sus poblaciones y organismos componentes, de la autoconservación y de la autorregulación. En su obra *Ecology* (1971), se refiere a la cibernética como una "ciencia de los sistemas que se controlan (o que regulan sus propias funciones)", con una importante aplicación en la ecología.

En las últimas décadas del siglo xx, los estudios de la termodinámica dieron paso a la idea de estabilidad de las condiciones del ecosistema, que implica la fluctuación y el no equilibrio. La fluctuación ocurre en todos los parámetros que puedan componer un ecosistema a favor de mantener la estabilidad y el no-equilibrio, como condición por estar alejados de los regímenes termodinámicos lineales. De la misma manera, numerosos grupos de científicos siguen contribuyendo con investigaciones que realizan acerca del medio ambiente. Asimismo, durante esos años se organizaron reuniones y propusieron acuerdos internacionales que impulsaron el desarrollo de la ecología y la educación ambiental.



Personajes

Rachel Carson (1960)

En su libro *Silent Spring* alerta sobre los efectos de los pesticidas en la salud de las personas y también de los ecosistemas, despertando la conciencia sobre esta problemática ambiental.



Personajes

Enrique Beltrán (1903-1994)

El doctor Enrique Beltrán fue considerado uno de los principales precursores de la educación ambiental en México; publicó numerosos artículos sobre recursos naturales y su conservación.



La educación ambiental aparece también como una respuesta a la problemática ambiental generada por la actividad humana, y es una propuesta cuyo objetivo es formar sujetos responsables, críticos, reflexivos y participativos. Algunas de las reuniones que se llevaron a cabo desde la segunda mitad del siglo xx hasta el presente son las siguientes: Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, en Estocolmo, Suecia (1972), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (1973), Reunión Intergubernamental sobre Educación Ambiental, Tbilisi, ex Unión Soviética (1977), Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo (UNCED). Cumbre de Río de Janeiro (1992), Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sustentable de Johannesburgo (2002), Decenio de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sustentable (2005-2014).

La educación ambiental genera y mantiene nuevos valores, usos y creencias que fomentan una relación sustentable de la humanidad con el medio ambiente. Dicha educación tiene un papel fundamental, no obstante es limitado cuando en diversos escenarios sociales a las personas se les orienta a la militarización y a la dependencia tecnológica y científica. En estos tipos de sociedades, las personas son vistas sólo como consumidores.

Revertir este modelo de sociedad requiere que la educación ambiental implique un sentido axiológico de las relaciones con la naturaleza, con el fin de construir diversas alternativas de desarrollo humano.

En México se han realizado diversas acciones para atender la problemática ambiental y apoyar el desarrollo de la ecología y la educación ambiental. Como las siguientes:

Cuadro 1.1. Algunas de las principales acciones relacionadas con la ecología y la educación ambiental en México.

Año	Acción
1959	Creación de la Dirección de Higiene Ambiental en la Secretaría de la Salubridad y Asistencia
1971	Promulgación de la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental
1972	Promulgación de la Ley General de Aguas y de la Ley Federal para el Fomento de la Pesca. Se crea la Subsecretaría de Mejoramiento Ambiental
1975	Ley Federal para la Prevención y Control de la Contaminación
1976	Promulgación de la Ley General de Asentamientos Humanos y de la Ley General para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruidos
1978	Creación de la Comisión Intersecretarial de Saneamiento Ambiental
1980	Surgen diversas organizaciones no gubernamentales (ONG) que abordan la problemática ambiental
1981	Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México
1982	Surge la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (Sedue)
1983	Se crea la Dirección de Educación Ambiental y la Subsecretaría de Ecología
1984	Promulga la Ley Federal de Protección al Ambiente
1985	Inicia el Programa Universitario del Medio Ambiente (PUMA)
1986	Se crea el Programa Nacional de Educación Ambiental (PRONEA)
1988	Se promulga la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente
1993	La educación ambiental es normada por el artículo tercero constitucional y la Ley General de Educación
2006	Se firma la Estrategia de Educación Ambiental para la Sustentabilidad en México

En la década de los ochenta se inicia formalmente la educación ambiental en nuestro país; no obstante organizaciones campesinas y grupos académicos, como el encabezado por el Dr. Enrique Beltrán, antes habían realizado acciones a favor de la conservación de los recursos naturales.

La ecología en el siglo XXI

En las sociedades contemporáneas existe la necesidad de replantear las formas de relación que se han establecido con el medio ambiente. Esto implica cuestionarse la lógica artificial de la economía y el criterio prioritario del beneficio inmediato que se proponen como la mejor y, en ocasiones, la única alternativa para nuestra civilización.

En esta forma de relación dominante se acepta que exista armamento nuclear en varios países, que haya una disminución nutricional en los alimentos, se tolera que persistan esquemas de explotación entre los seres humanos, entre otras formas alarmantes de degradación del medio ambiente. Este impacto negativo sobre el ambiente no es sólo local o regional, sino implica una escala planetaria, como lo ha sostenido la ecología.

Por ejemplo, a pesar de que se tiene la certeza de que la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera acentúa los cambios en su composición y provoca el calentamiento del clima, no todos los países se han comprometido con la disminución de estos gases. En la actualidad, el calentamiento está dentro de los límites de fluctuaciones pasadas, pero de continuar con una emisión igual o mayor de gases de invernadero, se prevé que a mediados del siglo XXI el aumento de la temperatura podría establecerse en dos grados por encima de los rangos actuales, lo que generaría cambios muy perniciosos en el medio ambiente. Así, la ecología puede proporcionar información relevante para proponer cambios en las formas de relaciones dominantes del ser humano con el medio ambiente, pero también para identificar los efectos y consecuencias, a mediano y largo plazos, que tendrá la vida del planeta.

La mayoría de los países han asumido los acuerdos internacionales relacionados con la protección del medio ambiente, y se han propuesto diversos días del año para celebrar y recordar el compromiso con esta causa. Entre otros, los días que ya se han institucionalizado en varios países son:

Día	Evento
8 de marzo	Día de las Naciones Unidas para los Derechos de la Mujer y la Paz Internacional
22 de marzo	Día Mundial del Agua
23 de marzo	Día Forestal Mundial
23 de marzo	Día Meteorológico Mundial
25 de marzo	Día Mundial de no Fumar
22 de abril	Día de la Tierra.
Último domingo de mayo	Día del Árbol
31 de mayo	Día Mundial sin Tabaco
5 de junio	Día Mundial del Medio Ambiente
8 de junio	Día Mundial de los Océanos
11 de julio	Día Mundial de la Población
26 de junio	Día Internacional de la Preservación de los Bosques Tropicales.
16 de septiembre	Día Internacional para la Protección de la Capa de Ozono.
17 de septiembre	Día de la Paz
29 de septiembre	Día Mundial de los Mares
7 de octubre	Día Mundial del Hábitat
16 de octubre	Día Mundial de la Alimentación
18 de octubre	Día de la Protección de la Naturaleza
23 de octubre	Día Internacional para la Erradicación de la Pobreza
25 de noviembre	Día Internacional contra la Violencia Ejercida sobre las Mujeres
25 de noviembre	Día Mundial del no Consumo de Plaguicidas
1 de diciembre	Día Mundial del SIDA



Personajes

Édgar González Gaudiano

Es uno de los principales educadores ambientales en México.



En el siglo XXI, la ecología y la educación ambiental nos ayudan a conocer la gran diversidad de relaciones que los organismos vivos han establecido con el medio. La ecología y la educación ambiental son disciplinas que nos ayudan a enfrentar mejor los nuevos retos que emergen en un mundo complejo.

En el año 2002, en Johannesburgo, Sudáfrica, se celebró la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable, ahí se plantearon como temas principales la erradicación de la pobreza, la modificación de las pautas de producción y consumo, y la conservación de la calidad del medio ambiente.

Las ramas actuales de la ecología, que ya se han descrito en párrafos anteriores y que nos dan la posibilidad de conocer mejor al medio ambiente, son:

- **Autoecología.** Estudia las relaciones de los diferentes organismos con el medio ambiente.
- **Ecología de las poblaciones o demoecología.** Estudio de todos los individuos de una misma especie en una determinada zona o región.
- **Sinecología.** Estudia la totalidad de un hábitat, abarca las relaciones tróficas, los ciclos elementales y los flujos de energía del ecosistema.

A partir del reconocimiento de los problemas ambientales, la ecología se ha relacionado con otras ciencias como la biología, la química y las matemáticas.

- Y la **educación ambiental** como un campo emergente y complementario a la ecología, orientado a la formación de habilidades y actitudes responsables y éticas, para comprender y armonizar las relaciones del ser humano con el medio ambiente.

La ecología como ciencia integradora e interdisciplinaria

Existe una enorme complejidad en las interacciones que se establecen en un ecosistema, es por eso que se tiene que recurrir a distintas ciencias, la ecología como ciencia se desarrolla a partir de trabajos y enfoques interdisciplinarios.

Debido a que la ecología estudia las relaciones de los organismos vivos con su medio ambiente, necesita el auxilio de otras disciplinas para comprender mejor el complejo entramado de interacciones que se establecen en los distintos niveles de organización de la biosfera.

Por ejemplo, en el estudio de las plantas se necesita el auxilio de la fisiología para comprender cómo se lleva a cabo el intercambio de CO_2 y cómo se libera el agua cuando se evapora. Si quisiéramos saber cómo se distribuyen a lo largo y ancho del planeta, tendríamos que recurrir a la biogeografía, si además nos interesara conocer cómo se han modificado las especies podemos recurrir a la genética,

si también queremos identificar interacciones entre los organismos y su ambiente podemos encontrar auxilio en la meteorología, hidrología, la bioquímica, la física, la química, la geología, entre muchas otras.

Cada una de estas disciplinas nos ayuda a comprender cómo se desarrollan y se desenvuelven los organismos en un ambiente determinado. Es por eso que la ecología es un área de estudio integradora e interdisciplinaria.



Actividad 1

Enfriamiento o descongelamiento de los hielos

Uno de los efectos del calentamiento global es el derretimiento de los glaciares en los polos. ¿Por qué crees que se derriten los polos? Te invitamos a que realices la siguiente actividad.

1. Coloca seis cubitos de hielo en un tazón, después mide su temperatura y regístrala.
2. Pon una cucharadita de sal sobre los cubitos de hielo.
3. Toma otra vez la temperatura y observa.

El hielo necesita absorber calor para fundirse, pero la sal no se lo proporciona. Por tanto, el hielo tiene que absorber su propio calor y esto hace que su temperatura baje aún más.

- ¿Hubo algún cambio en la temperatura?

- ¿Qué sucedió al poner la sal sobre el hielo? Explícalo.

- Averigua por qué el hielo tiene que absorber su propio calor y así evitar el derretimiento. Explícalo.

- ¿Qué características son adecuadas para que los glaciares puedan permanecer sin cambios bruscos?

- ¿Qué pasará si en el futuro los glaciares se derriten?

Factores ambientales

Es muy probable que escuches: “el agua es vida”, “sin oxígeno no podemos vivir” o que “no se puede vivir sin alimento”, éstas son algunas de las principales actividades que algunos de los seres vivos del planeta tienen que realizar para vivir; sin embargo, esto no sería posible si no existieran alrededor elementos fisicoquímicos que lo permitieran. Básicamente, el medio ambiente está formado de dos tipos diferentes de factores: abióticos o *sin vida*, y bióticos o *con vida*; ambos deben estar en constante equilibrio, ya que la alteración de alguno de ellos desequilibraría todo el entramado en el ambiente.

Factores abióticos

Existen dos categorías de factores abióticos, los que ejercen efectos físicos y los que presentan efectos químicos.

Los primeros son factores a los que están sujetos los organismos vivos de un lugar determinado, como el agua, la energía solar, la atmósfera; o las características asociadas a un sitio, como la latitud y la altitud. A continuación, explicaremos cada uno de estos componentes en forma separada, pero no debemos olvidar que la interacción de todos ellos es necesaria para un correcto funcionamiento del medio ambiente.

Energía solar

La energía radiante de ondas electromagnéticas que recibe la superficie de la Tierra proviene del Sol, en forma de luz visible, calor y rayos ultravioleta.

De la energía total de la radiación solar, 9% corresponde a la ultravioleta, 42% a la luz solar visible, entre las frecuencias de los 400 y 760 nm, y el 49% restante al infrarrojo; esta última proporción disminuye en la atmósfera baja.

La radiación solar es la principal fuente de energía de la Tierra. Esta radiación que llega a la superficie terrestre varía cuantitativamente según el ángulo

de incidencia. En los polos se distribuye en un área mayor que en el ecuador; es por eso que las temperaturas son tan diferentes en los polos con respecto al ecuador. Existe también una diferencia notable en la irradiación, condicionada en los hemisferios norte y sur por la inclinación de la Tierra sobre su eje en relación con la trayectoria alrededor del Sol. Por ejemplo, en invierno, el hemisferio norte se inclina en dirección contraria al Sol (igual ocurre en el sur, pero en la época inversa), de modo que el ángulo de incidencia de los rayos solares sobre su territorio es menor; esto es lo que ocasiona menos horas de luz en el día y un descenso en la temperatura.

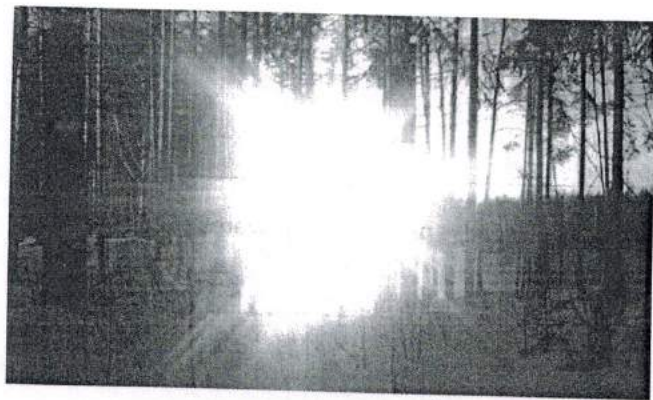


Figura 1.6 La principal fuente de energía para la vida del planeta proviene del Sol. ¿Cómo se puede aprovechar esta energía para revertir los efectos del cambio climático global?

La luz solar es la principal fuente energética para el proceso de la fotosíntesis, básicamente toda la energía que fluye a través del ambiente entra en forma de fotones, los cuales son captados por moléculas como las clorofilas, los **carotinoides** y las **ficobilinas**. Del total de energía irradiada se calcula que sólo 2% ha logrado convertirse en **fotosíntetatos**, esto puede deberse a que no toda la energía irradiada es aprovechable para tal fin, pues según el espectro de luz solar, sólo parte de esta radiación es visible. Las radiaciones de luz visible calientan el ambiente (como también las infrarrojas), pero sólo son visibles las que son absorbidas por las plantas verdes para realizar la fotosíntesis. La fotosíntesis es uno de los fenómenos más importantes para que la materia y la energía fluyan en el ambiente.



Valores ambientales

Responsabilidad

Cada uno de nosotros somos capaces de decidir frente a distintas situaciones que favorezcan o no al ambiente. Ante los problemas tan cotidianos como usar o no un auto particular en un recorrido largo o corto, entra en juego la responsabilidad.

- ¿Usarías tu auto para recorrer sólo pequeñas distancias?
- Si decides tener un auto, ¿qué acciones puedes realizar para que contamine menos?
- ¿Qué sucede con los gases que emiten los autos? ¿A dónde van a parar?
- ¿Sabes cuántos autos hay en el mundo?
- ¿Cómo puedes ser responsable con el ambiente?
- ¿En qué otras acciones demuestras responsabilidad con el ambiente?

La luz solar tiene que ver también con el aspecto de nuestro entorno, por ejemplo, el color del cielo se debe a la difusión y dispersión de la luz sobre moléculas de agua o sobre partículas de dimensión inferior a las más cortas longitudes de onda de la radiación visible. En la alta atmósfera, con poco vapor de agua, se ven las estrellas en pleno día. La luz difusa tiene gran importancia y, en días claros, representa el 15% del total de luz que llega a la superficie de la Tierra.

La cubierta vegetal de algunos lugares como los bosques reduce la luz que llega al suelo. La luz disminuye en intensidad y también varía en calidad, como consecuencia de repetidas reflexiones y filtración en las hojas. Finalmente, la iluminación se hace heterogénea, con manchas de luz y la proporción de luz difusa es mayor dentro de la luz total. En los pinares llega al suelo aproximadamente la mitad de la luz, en los encinares entre 1/3 y 1/10, en los bosques de hoja caduca la iluminación del suelo en el curso del año tiende a uniformarse porque el follaje es denso cuando la luz es más intensa. Estas condiciones determinan la vida de algunos animales y plantas en esos lugares, por ello es tan importante conocer cómo es que la luz llega para determinar la vida de muchos organismos vivos en lugares como los bosques.

En los medios acuáticos, la luz se recibe parcialmente filtrada, y en su recorrido hacia las partes inferiores de éstos sufre efectos de reflexión, merma de intensidad, distribución angular y estacional. El color azul del agua se explica por la dispersión de la luz en las moléculas; el color queda modificado por una serie de materiales; algunas veces la presencia de partículas en suspensión hace pasar el color

Glosario

Fitoplancton

del agua de azulado a verdoso o amarillento, independientemente del color de las partículas, las cuales, por supuesto, pueden ser verdosas o amarillentas, como es el caso de los organismos del **fitoplancton**. Los organismos del plancton son responsables, en ocasiones, de algunas coloraciones peculiares del agua y hasta, a veces, de luminiscencia.

La penetración máxima de la luz apropiada para productores fotosintéticos marinos es de cerca de 200 metros; son pocos los vegetales que llegan a más de 120 metros de profundidad, y ello tan sólo en aguas muy transparentes.

La luz solar es uno de los factores físicos de extrema importancia para la vida del medio ambiente, ya que es la principal fuente de energía que mueve a los distintos factores bióticos y abióticos de cualquier ecosistema.

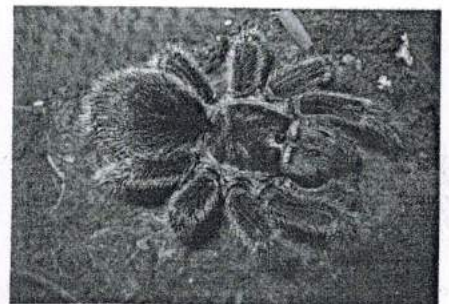
Uno de los principales efectos de la luz es la producción de clorofila, realizada por organismos como las plantas, las algas, las bacterias y las cianobacterias. Otro efecto es que los organismos vivos la emplean como estímulo para la periodicidad de sus ritmos diarios y estacionales, por ejemplo, algunos animales del desierto se desenvuelven sólo por la noche, la reproducción en algunas especies depende de determinada época del año, a este fenómeno se le llama fotoperiodismo.

Muchos pájaros de zonas de clima templado utilizan el aumento en la duración del día durante la primavera como indicio para comenzar su ciclo de anidamiento; estos animales aprovechan el momento en que habrá recursos alimenticios adecuados para sus descendientes tras la crianza o apareamiento una vez que aprendan a volar.

Otras, forma en la que se manifiesta la radiación solar es el calor y temperatura; ambos son factores abióticos relacionados, pero diferentes. Por ejemplo, una persona que nada en algún río tiene una temperatura mayor que la del agua, pero el río contiene mucho más calor debido a su inmenso volumen. En este caso, el calor es la cantidad de energía asociada con el movimiento de los átomos y las moléculas en un cuerpo de agua. La temperatura es una medida de la intensidad del calor, es decir, la velocidad promedio de las moléculas en lugar de la cantidad total de energía calórica en el cuerpo de agua. Cuando el agua se calienta, la energía calórica rompe primero los enlaces de hidrógeno, entonces las moléculas de agua se mueven más rápido. El calor se absorbe, y se acumula en gran cantidad. Esto hace que el agua se caliente unos pocos grados. A la inversa, cuando el agua se enfría, se forman más enlaces de hidrógeno. Cuando los enlaces se forman, la energía calórica se libera, esto inicia un proceso de enfriamiento.

Este último fenómeno tiene gran importancia para la vida del planeta. Imagina que en los océanos se concentran grandes cantidades de calor del Sol durante los

Figura 1.7. La luz solar determina el ritmo de vida de algunos seres vivos.



periodos cálidos; en los fríos, el calor liberado por el enfriamiento gradual del agua puede templar la temperatura del aire.

Con respecto a la temperatura, se puede considerar que es la intensidad de energía expresada en grados (Celsius, Fahrenheit, Kelvin, Centígrados). Es un factor importante para la vida de los organismos vivos, ya que tiene efectos en el metabolismo. Muy pocos animales pueden mantener un metabolismo activo a temperaturas cercanas a 0 °C, o por arriba de los 50 °C. Las enzimas se destruyen en la mayoría de los organismos, esto indica que algunos animales funcionan mejor a ciertas temperaturas.

Los procesos vitales de los organismos se ven afectados por la temperatura del ambiente, sobre todo cuando la temperatura del cuerpo sigue aproximadamente a aquella. La regulación térmica de los organismos es un proceso que realizan los seres vivos para poder sobrevivir en el ambiente y, a través de la evolución y en repetidas ocasiones, ha permitido la supervivencia de algunas especies en el transcurso de los milenios.

Los animales con temperatura relativamente alta y constante se llaman homeotermos, entre ellos generalmente se considera a los mamíferos y a las aves; mientras que a los de temperatura que varía de acuerdo con el ambiente se les denomina poiquilotermos.

El número de especies de homeotermos es muy grande, de hecho, son dominantes indiscutibles, aunque su resistencia es limitada y mueren si se exponen por cierto tiempo a temperaturas extremas; los mamíferos sometidos a baja tempera-

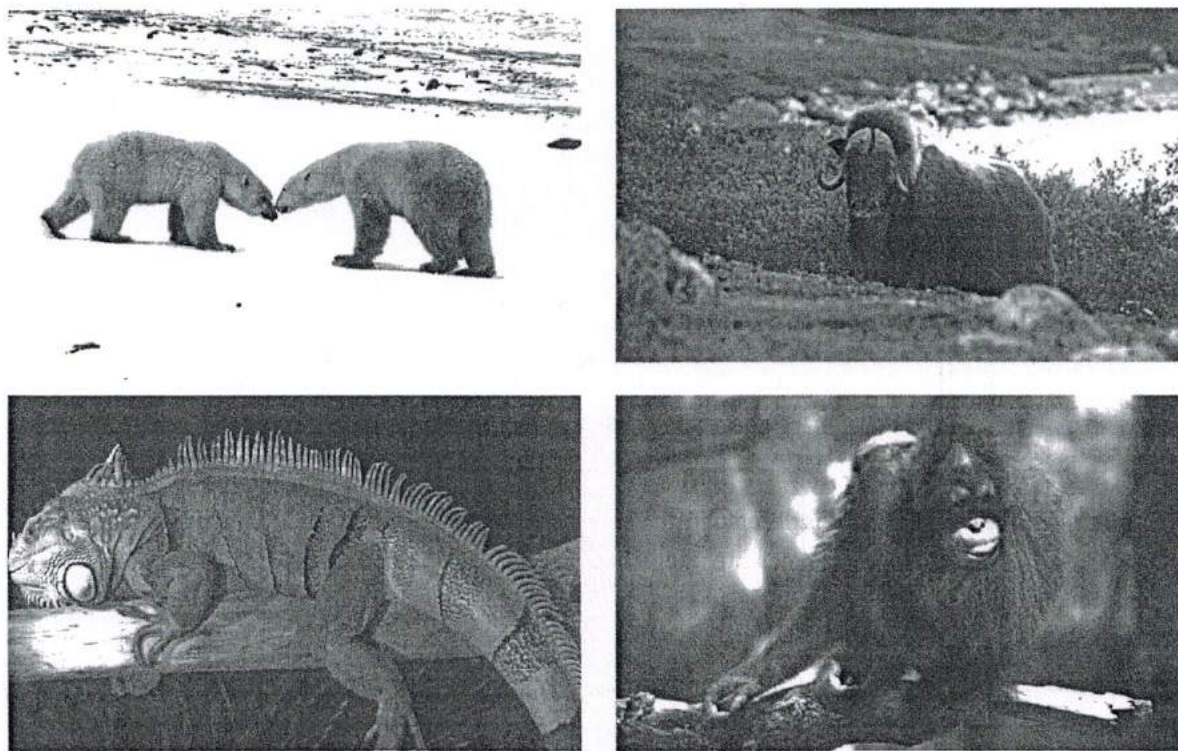


Figura 1.8. Los animales tienen que adaptarse a la temperatura y al medio en que viven.

tura mueren antes si se les priva de alimento, ya que consumen sus reservas para producir calor.

Cada especie se sitúa entre determinados límites del margen de variación posible de la temperatura; es decir, poseen un espectro término, y los límites extremos pueden causar su muerte. Los organismos vivos actúan mejor cuando están en un punto óptimo de temperatura, o sea el estado ideal en que son capaces de producir trabajo físico y cumplir sus funciones.

La temperatura determina la distribución de las especies, actúa sobre sus ciclos de vida y afecta sus actividades de supervivencia, reproducción y desarrollo.

En distintas zonas del planeta, las condiciones de temperatura cambian. Las zonas con temperatura más baja son aquellas donde se recibe menor irradiación solar anual, como los polos norte y sur, donde no se recibe tanta irradiación solar como en el ecuador o en los trópicos.

El total de energía solar y la forma en que incide sobre la superficie terrestre influye sobre la temperatura de cada área geográfica. Las variaciones de temperatura, junto con los movimientos de rotación del planeta, condicionan las corrientes de aire y las precipitaciones pluviales: en general, el clima.

ESTUDIO DE CASO 2

La educación imposible

La Jornada Veracruz

ÉDGAR GONZÁLEZ GAUDIANO

JUNIO 21, 2011

De acuerdo con el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (PICC), prestigioso grupo integrado por miles de científicos de todo el mundo en labor voluntaria, la temperatura promedio de la superficie del planeta se ha elevado en 0.74°C desde el final del siglo XIX y se ha proyectado que aumente de 1.8 a 4°C más hacia 2099. El nivel de mar se ha elevado entre 10 a 20 cm durante el siglo pasado y un incremento adicional entre 18 y 59 cm (según los diferentes escenarios) se espera para el fin del presente siglo. Algunos dirán que en realidad es poco: menos de un grado centígrado de temperatura y veinte centímetros de elevación del nivel del mar, el problema es que con esas aparentemente pequeñas magnitudes muchos procesos vitales están en severos riesgos. Los pequeños países insulares y las planicies costeras de zonas tropicales, como las del estado de Veracruz, son los más vulnerables, tanto por la elevación en el nivel del mar como por la creciente intensidad de fenómenos climáticos extremos. Con el cuarto informe de evaluación del PICC (2007) ha sido ampliamente reconocido que las bases científicas para entender los impactos del cambio climático y las estrategias de adaptación y mitigación están claramente establecidas.

Sin embargo, las decisiones para frenar la emisión de los gases de efecto invernadero, a niveles que no sigan incrementando los riesgos existentes, no son sencillas de adoptar. Primero, porque son decisiones

de política económica que afectan procesos productivos y con ello a grupos de interés muy poderosos, máxime en periodos electorales o de bajo crecimiento. Segundo, porque el cambio climático es un fenómeno super complejo que está íntimamente relacionado con los patrones en boga de la actual sociedad de consumo, con el crecimiento demográfico, con los estilos de desarrollo, etc. Entonces aunque muchos siguen pensando en el cambio climático como un asunto ecológico, es mucho más que eso puesto que es al mismo tiempo causa y consecuencia de diversos problemas contemporáneos que inciden en forma directa en la vida de las personas y de las otras especies del planeta.

En todo esto reside la dificultad de educar sobre el cambio climático. Es obvio que este desafío educativo concreto no puede reducirse a incorporar contenidos sobre el mismo en los programas escolares de los distintos niveles educativos. Eso desde luego hay que hacerlo, aunque no sea mucho lo que podemos esperar de ello. Tener información sobre un problema cualquiera no es condición suficiente para cambiar comportamientos, hábitos y actitudes sobre éste. Ahí tienen el caso del tabaquismo, por ejemplo. Si así fuera en relación con el cambio climático, los científicos que integran el PICC serían las personas mejor educadas ambientalmente del mundo y me parece que no son muy diferentes en sus formas de vida cotidiana a muchos de nosotros...

A través de la educación es posible generar presiones en el mercado para impulsar una racionalidad de consumo diferente, con énfasis en la calidad de los productos y las condiciones de su producción distinguiendo necesidades de deseos. Esto es, construir un nuevo patrón de consumo para una mayor equidad social y un menor estrés ambiental, mediante procesos educativos que impulsen pensamiento crítico acerca de cómo escoger entre varias opciones y por qué no elegir aquellas que se preconizan como signos de distinción social. Procesos educativos orientados a reducir la oferta productiva y a analizar el rol de las empresas que inducen el consumo posicional, que emplean mano de obra infantil o esclavos laborales, que no adoptan controles de emisiones y desechos, que no son al menos ecoeficientes, que no protegen del riesgo a sus trabajadores, que pagan sueldos miserables o reciben exenciones fiscales, subsidios especiales y tratos preferenciales que se traducen en competencia desleal para otros productores o países. Conformarnos con ampliar contenidos sobre cambio climático en el currículum o con transmitir programas de alfabetización científica sobre este tema por televisión es como dar respiración artificial a un enfermo terminal.

De ahí que digo que en materia de cambio climático la educación es imposible. Imposible mientras la escuela continúe aferrada a sus atavismos y la sociedad siga comportándose como el cliente dócil de ese estilo de vida materialista centrado en el consumismo que destruye culturas, favorece la migración, erosiona esfuerzos educativos y genera violencia social.

Después de leer esta información, ¿qué opinas?

- ¿Qué sugerencias podrías hacer para que tu comunidad tomará conciencia sobre los efectos del cambio climático global en México?
- ¿Qué relaciones encuentras entre la ecología y la educación ambiental?
- La educación ambiental, ¿es una educación imposible?
- Identifica las diferencias entre la ecología y la educación ambiental

Latitud y altitud

Latitud se define como la distancia medida en grados a partir del ecuador hacia los polos; y altitud, como la distancia vertical medida en metros sobre el nivel del mar. Estas dos características geográficas determinan la distribución de muchos seres vivos; por ejemplo, es claro que en los trópicos la variedad y riqueza de especies es mayor que la existente en los polos, y esto es debido a que tanto latitud como altitud determinan la temperatura de un espacio.

Los aumentos en la latitud y la altitud causan efectos térmicos similares, la temperatura media de la atmósfera disminuye 0.5°C , por cada grado que aumente la latitud o por cada 100 metros de elevación en la altitud. Es decir, si un día estuviéramos en una playa, como Acapulco, seguramente la temperatura estaría entre unos 35 o 40°C , pero si después viajáramos a una cabaña en el Ajusco, en la Ciudad de México, seguramente tendríamos un descenso en la temperatura, ya que la altitud de estos dos lugares cambia. O bien, si viajas un día a alguna selva de Chiapas y después a Alaska, seguramente notarás un cambio drástico en la temperatura; en la selva sentirás calor debido a que está más cerca del ecuador, mientras que Alaska está más lejos de éste, entonces la latitud determina la temperatura de uno y otro lugar.

Atmósfera

La atmósfera es una capa gaseosa que rodea a la Tierra, es una mezcla de gases que contiene 79% de nitrógeno, 20% de oxígeno y 0.03% de bióxido de carbono, y otros gases más como helio, metano, xenón, óxido nitroso, ozono y dióxido de azufre que representan el 0.01%; la densidad del aire es de 0.013 por ciento.

El oxígeno es uno de los gases más importantes para la vida de todos los seres vivos del planeta. Los animales en especial dependen del oxígeno para poder realizar todas sus funciones vitales, sin este gas la mayoría de los organismos vivos morirían. Mientras que el nitrógeno, aunque es el gas más abundante en la atmósfera, no es utilizado directamente por los organismos para respirar, sino que lo utilizan indirectamente en forma de nitratos.



Figura 1.9. Los ecosistemas que se ubican en altitudes mayores tienen efectos térmicos distintos a los del nivel del mar. ¿El cambio climático afectará a estos ecosistemas?



Figura 1.10. En la atmósfera suceden la mayor parte de los fenómenos meteorológicos que afectan a los ecosistemas. ¿Existe alguna relación entre el cambio climático global y la capa de ozono?



Valores ambientales

Responsabilidad de nuestras acciones

Los seres humanos tenemos el poder de decidir, nadie puede coartar nuestras acciones; eso es lo que llamamos libertad. La libertad se refleja cuando tomamos un cigarrillo y somos capaces de decidir en qué momento lo encendemos.

- ¿Qué pasa en tu organismo cada vez que fumas un cigarro?
- ¿Qué sucede con las personas que están a tu alrededor?
- Si observas que hay áreas para no fumadores, ¿las respetas?
- ¿Qué efectos en la salud tiene el humo de cigarro?
- ¿Conoces las cifras de personas con problemas de cáncer pulmonar en el país?, ¿y en el mundo?

Glosario

Adiabático

La atmósfera es importante porque en ella tienen lugar muchos de los fenómenos meteorológicos que afectan directamente al clima, como los vientos, las precipitaciones pluviales y además la difusión de la luz, entre otras muchas cosas.

En la atmósfera también se lleva a cabo el movimiento de las masas de aire; por ejemplo, las moléculas de aire se encuentran bajo presión y chocan unas con otras, aumentando así la temperatura. Cuando el aire cálido asciende, la presión sobre él disminuye. Así, el aire se expande, esto determina el proceso de enfriamiento **adiabático**. La velocidad del enfriamiento adiabático se debe a la humedad del aire, el enfriamiento adiabático del aire seco es de 10 °C por cada 1000 metros de altitud. El aire húmedo se enfría más lentamente. La tasa de cambio de la temperatura con la altitud se llama gradiente adiabático.

Los patrones globales de calor originan la circulación atmosférica. La zona cercana al ecuador recibe la mayor cantidad de radiación solar; el aire caliente se eleva, a causa de que es menos denso que el aire frío que tiene encima. El aire calentado de la región tropical sube a la parte alta de la atmósfera, esto provoca una baja de presión en la superficie terrestre. La elevación de capas de aire nuevas propicia el empuje del aire de las capas altas a los polos en dirección norte y sur. Cuando las capas de aire se aproximan a los polos, se enfrían y se hacen pesadas; así, se desplazan a las regiones Ártica y Antártica. Estas masas de aire en descenso incrementan la presión en la superficie, el aire más frío y pesado se mueve hacia el ecuador, reemplazando al aire cálido que se eleva en los trópicos. Sin embargo, debido a que la Tierra se desplaza girando sobre su eje de oeste a este provoca una desviación en la circulación, que se llama efecto de Coriolis y evita que las masas de aire fluyan directamente del ecuador a los polos. El efecto de esta fuerza crea cinturones de viento que toman el nombre de la dirección de donde proceden; por ejemplo, encontramos vientos polares del este, alisios del este, vientos del oeste. Todos los cinturones rompen el flujo de las capas altas a los polos en células de convección que provocan una serie de zonas de alta o baja presión.

El flujo de aire atmosférico se divide en seis células, tres en cada hemisferio. El movimiento global de los vientos origina patrones de circulación superficial en los océanos, estos movimientos se denominan corrientes. En cada océano existen dos grandes corrientes circulares dominantes llamadas circuitos. En el hemisferio norte, cada circuito se mueve en el sentido de las agujas del reloj, y en el hemisferio sur en sentido contrario.

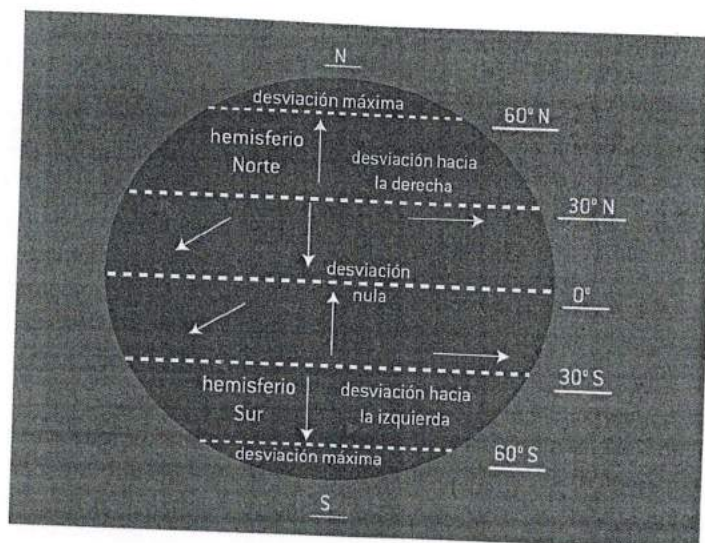


Figura 1.11. El aire atmosférico se mueve en distintas direcciones y genera patrones de distribución que permiten explicar fenómenos como las precipitaciones en algunas áreas de la Tierra. ¿Qué relación existe entre los movimientos del aire atmosférico y el cambio climático global?

Las precipitaciones se distribuyen de acuerdo con el conjunto de patrones de temperatura, vientos y corrientes oceánicas. Cuando los vientos del oeste circulan sobre los océanos de las zonas tropicales, absorben humedad; el aire caliente se enfría al elevarse; cuando alcanza el punto de rocío se forman nubes y se precipitan en forma de lluvia, por eso tenemos en el planeta zonas donde llueve mucho, por ejemplo la Amazonia en Sudamérica y algunas regiones de África. En cambio, si las corrientes se enfrían a medida que se desplazan en dirección norte y sur, y en las zonas de anticiclones en las que el aire frío pierde altura, existen dos cinturones de clima seco. El aire en descenso se calienta y contiene más humedad, este aire seco absorbe agua de la superficie, produciendo condiciones de aridez, a lo largo de estos cinturones se encuentran la mayoría de los desiertos del mundo.

En esta forma se explica parcialmente la influencia de la atmósfera en la vida de los seres vivos, ya que la distribución de las especies está determinada entre otros factores por la atmósfera y los movimientos de los vientos que ocurren en ella.

Agua

El agua es también un elemento esencial donde se desarrolla la vida. Cerca de las tres cuartas partes de la superficie del planeta son agua, formada por la molécula H_2O ; su densidad es de 1.0 g/cm^3 y el agua de mar tiene en promedio una densidad de 1.028, debido a las sales minerales disueltas.

El agua es uno de los factores más importantes en la vida del planeta, tiene una serie de propiedades únicas, entre ellas la de almacenar enormes cantidades de energía calórica con un pequeño aumento de su temperatura. Debido al elevado calor específico del agua, es necesaria la pérdida de una gran cantidad de calor para que el agua pase de estado líquido a estado sólido o del líquido al gaseoso, y



Figura 1.12. El agua es un elemento vital para los seres vivos, sin ella sería imposible la vida en el planeta. ¿Las grandes inundaciones que están ocurriendo en distintos lugares del planeta, como la ocurrida en el estado de Tabasco en el mes de octubre de 2007, tienen alguna relación con el cambio climático global?

se necesita una gran absorción de calor para que el hielo pase a estado líquido; la energía que se libera o absorbe en la transformación del agua de un estado a otro se denomina calor latente.

El agua es necesaria para que los elementos químicos y otros materiales lleven a cabo su circulación por todo el ambiente, en un ciclo constante, sin el cual no sería posible la descomposición y la circulación de los nutrientes. De faltar el agua, el medio ambiente no podría funcionar como lo hace y no persistiría la vida en el planeta en las formas que conocemos.

El agua es primordial para la vida de las especies, inclusive determina su funcionamiento. Así, las plantas son un claro ejemplo de cómo el agua se vuelve vital para la subsistencia de los organismos, si ésta faltara las plantas se marchitarían y terminarían por morir tarde o temprano.

Suelo

El sustrato en las superficies terrestres está constituido por el suelo, es el lugar donde viven y se desplazan o en cuyo interior transcurre toda la vida de algunos organismos; en este lugar se encuentra la principal fuente de materias primas que dan lugar al proceso fotosintético, o la base de la producción alimentaria de todo el medio ambiente.

El suelo se deriva de la erosión de las rocas causada por factores físicos, químicos y biológicos, sobre la roca original o roca madre del suelo. Posee además las reservas de material orgánico, mineral, agua y oxígeno que son necesarios para los productores de nutrientes.

El suelo es considerado como una unidad con longitud, anchura y profundidad, es decir, es tridimensional. Para poder estudiarlo se establece una unidad básica llamada pedón.

Cualquier suelo es resultado de la interacción de cinco elementos: material madre, clima, factores bióticos, topografía y tiempo.

La masa no consolidada a partir de la cual se origina el suelo se denomina material madre. Las rocas son material madre residual, y pueden ser de origen ígneo, metamórfico o sedimentario, esto determina la composición química del suelo.

La temperatura y la precipitación, factores del clima, son causantes de la tasa de meteorización de las rocas, la descomposición de minerales y la materia orgánica, características importantes que determinan el tipo del suelo.

Los organismos como plantas, animales, bacterias y hongos contribuyen a la formación del suelo, ya que forman la materia orgánica del suelo y el color de la capa superficial; cuando se descomponen se mezclan con la materia mineral y ayudan a la aireación del suelo y a la filtración del agua.

La topografía o relieve es el contorno que afecta a la cantidad de agua y a la forma en que se filtra

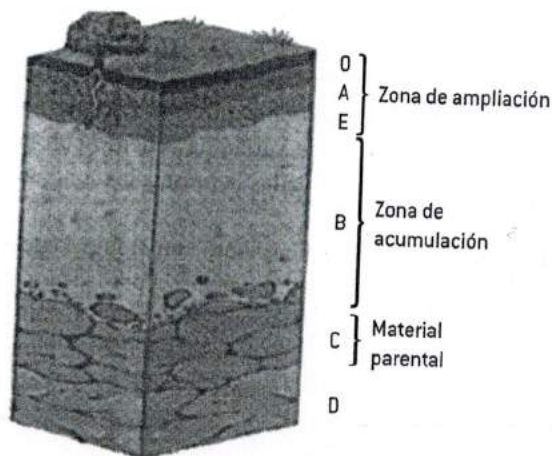


Figura 1.13. Para poder estudiar el suelo, podemos organizarlo en horizontes, cada uno con características específicas necesarias para sostener la vida en la superficie terrestre.



Valores ambientales

Responsabilidad con tus semejantes y los demás seres vivos

Cada vez que realizamos una acción nos debemos preocupar de lo que sucede con las personas y también otros seres vivos que están a nuestro alrededor, ya que lo que hacemos les afecta de forma indirecta o directa.

- ¿Qué pasa si fumas en un lugar cerrado?
- ¿Qué sucede si fumas donde hay niños?
- ¿Respetas los lugares donde no te debes estacionar?
- ¿Qué pasa cuando haces una doble fila a la entrada de algún lugar?
- ¿Sabes en qué afecta a los demás que malgastes el agua o que desperdicies energía?
- ¿Sabes cómo afecta a la biodiversidad el talar un bosque o el secar un pantano o cegar un manglar?
- ¿O cómo se afecta a un ecosistema la caza o pesca sólo como diversión?
- ¿Piensas cómo tu consumo puede afectar a los ecosistemas y al futuro de la vida humana y natural?

por el suelo; afecta además el tipo de erosión y el transporte pendiente abajo del material del suelo, por ejemplo: en las superficies planas, el suelo y el subsuelo pueden ser húmedos y de color grisáceo, ya que a estos lugares llega una mayor cantidad de agua que a los terrenos con pendientes altas.

Por último, un factor importante es el tiempo, ya que la mayoría de los factores anteriores necesitan un tiempo considerable para conjuntarse. Un suelo maduro se forma entre unos 2000 o 20000 años. La formación de los suelos comienza con la meteorización o destrucción física de las rocas, que se transforman en partículas de menor tamaño, y la modificación química de los minerales primarios en minerales secundarios.

Cuando se describe el suelo desde la parte más superficial hasta lo más profundo, se dice que se está realizando un perfil del suelo. Para hacer esto se tienen que observar distintas capas u horizontes, que se tipifican con base en su constitución y apariencia; por ejemplo, nos podemos fijar en su color, apariencia pedregosa, manchas o secciones, ya que se manifiesta como un todo mezclado.

Los horizontes en los suelos suelen dividirse en una capa orgánica (O), capas de minerales (A, E, B y C) y debajo de éstas un horizonte D o sin suelo.

El horizonte **O** está constituido de materia orgánica fresca, a su vez se subdivide en capas de hojarasca, capa de humus, que varían de acuerdo con la época de año; por ejemplo en otoño en las zonas templadas la presencia de hojarasca es mayor que en otras épocas del año.

El horizonte **A** es de mucha actividad biológica; junto con el horizonte O, son los de mayor concentración de materia orgánica. Se caracteriza por la acumulación de materia orgánica, así como de minerales inorgánicos y del material soluble.

El horizonte **E** es la zona de **eluviación** (de ahí la letra E), debido a que en él se mueven agua y materiales suspendidos o disueltos hacia abajo, lo que altera sus propiedades químicas y estructurales.

En el horizonte **B** o zona de **iluvación** es donde se acumulan arcillas, hierro, aluminio y humus que vienen del horizonte E, mientras que en el horizonte **C**, se encuentran los materiales de la meteorización, de los cuales se cree que se ha formado el suelo; debajo de éste se encuentra el horizonte **D** o material madre.

Glosario

Eluvidación



Actividad 2

Los factores abióticos

Los factores abióticos son necesarios para vivir. Te invitamos a que investigues qué pasa con algunos de ellos en el lugar donde vives.

Altitud y latitud

Atmósfera

Agua

Suelo

CO₂

- Trata de averiguar si sus características han permanecido estables durante los años o han cambiado en alguna forma.
- Explica cómo esas características y cambios han influido en la vida diaria de los habitantes. ¿Afectan en algo?, ¿son necesarios para una vida sana?

- Realiza un informe para que puedas compartir la información con tu grupo.

Bióxido de carbono (CO₂)

Es un compuesto químico importante esencial para la realización de la fotosíntesis, es la fuente primaria para los organismos fotosintéticos, así como la reserva para todos los demás consumidores. Además, el CO₂ modifica otros factores del ambiente; a diferencia del oxígeno que sí reacciona químicamente.

En los medios acuáticos la concentración de CO₂ es más elevada que en la atmósfera, ya que en el agua se presenta en forma de carbonatos y bicarbonatos. El mar es considerado el gran reservorio mundial de CO₂, pues contiene 4.7% de este gas, necesario para el inicio de la fotosíntesis. Más adelante observaremos el ciclo del CO₂ y su importancia en la vida del planeta.

Factores bióticos

Se denomina factores bióticos a los organismos con vida que establecen relaciones entre sí dentro del medio ambiente. Por lo general, son organismos autótrofos, consumidores y descomponedores en materia orgánica; estos factores también se denominan biocenosis dentro de un ecosistema. Más adelante se explicará con mayor detalle la relación entre los organismos de un ecosistema.



Figura 1.14. Población de berrendos. Las legendarias poblaciones originales de berrendo alcanzaron alrededor de 40 millones de individuos; en la actualidad se calcula que existen aproximadamente 15 mil ejemplares, distribuidos al sur de Estados Unidos y el norte de México. ¿Qué implicaciones tendrá la construcción de una barrera física entre la frontera de estos dos países, para la población de los berrendos?

y muchas de las poblaciones de organismos vivos aún no han sido estudiadas; no obstante, en los últimos años, los ecólogos mexicanos se han dedicado a realizar investigaciones en distintas regiones del país.

Concepto de población

Las poblaciones tienen características propias, son un grupo de individuos de la misma especie que ocupan un área determinada y realizan intercambio de genes. Una parte de la ecología encargada de estudiar lo que sucede con una población es la ecología de poblaciones.

Para entender el concepto de población, se debe considerar que son organismos individuales que potencialmente pueden reproducirse, además que los límites espaciales y temporales entre poblaciones están poco delimitados.

Propiedades de una población

Las poblaciones tienen diversas propiedades relacionadas con su tamaño o su densidad. En cuanto a su distribución, se pueden estudiar a partir de los parámetros primarios de la población, que son, primero, la natalidad o número de nacimientos; segundo, la mortalidad o número de muertes, y tercero, la inmigración o migración. Además de estas formas de estudio, podemos enfocarnos en observar su distribución por edades, composición genética y patrón de distribución o distribución de los individuos.

La densidad de la población se define como el número de individuos por unidad de área o de volumen. Existen distintas técnicas para medir la densidad, pero los censos exactos y detallados sólo son factibles respecto a unas cuantas especies de animales y la mayoría de las veces es necesario contentarse con estimar el orden de su magnitud; los ecólogos han puesto especial atención en organismos que puedan ser fácilmente contados.

La distribución de los organismos en el espacio tiene una gran influencia sobre la densidad; los organismos de una población logran distribuirse aleatoriamente, uniformemente o en agregados.

Se distribuyen aleatoriamente si su posición es independiente de la de los demás, pero si se distribuyen uniformemente aparecen espaciados unos de otros de manera equidistante; la dispersión agregada o por grupos separados es la más común. Es difícil determinar la distribución de los individuos en las poblaciones y requiere de **técnicas de muestreo** cuidadosas, y dichos muestreos pueden ser afectados por la forma en que los individuos se distribuyen en el terreno. Por ejemplo, para las poblaciones de berrendos sería muy difícil establecer el número exacto de individuos, por eso se pueden realizar sólo algunas probables estimaciones con respecto al tamaño de la población. Por ello, los encargados de esos estudios utilizan técnicas como el muestreo para inferir índices de abundancia relativa más que recuentos directos exactos.

Las poblaciones poseen una estructura por edad, a menos que cada generación se origine y muera en una misma estación, sin traslaparse a las siguientes generaciones, ya que la reproducción se restringe a algunas edades y la mortalidad predomina

Glosario

Técnicas de muestreo

más en otras. Las poblaciones se dividen en tres periodos ecológicos: prerreproductivo, reproductivo y posreproductivo. Cada periodo depende del ciclo vital de los organismos. Así, la estructura por edades de una población es la proporción de cada una de las clases de edad respecto de las demás en un determinado momento.

Todas las poblaciones aumentan de acuerdo con su natalidad o el índice de nacimientos, esto abarca el surgimiento de nuevos individuos por crianza, germinación y fisión. Para explicar la reproducción de una población, es necesario estudiar conceptos fundamentales como la fertilidad o registro de nacimientos, que es diferente a la fecundidad, que se entiende como la capacidad potencial de reproducción de la población. Por lo general, el índice de natalidad se expresa como el número de individuos que nacen de cada hembra por unidad de tiempo; esta medición depende del tipo de organismo. Por ejemplo, algunos organismos se reproducen en unos pocos meses, incluso en días; algunos pueden depositar muchos huevos y otros muy pocos.



Valores ambientales

Conciencia

Cuando somos capaces de reconocer lo que pasa en nuestro entorno y saber qué papel desempeñamos en él, decimos que adquirimos conciencia. Por ejemplo, sabemos que existen miles de especies de organismos que están en peligro de extinción, sin embargo muy pocos sabemos que una de las principales causas de que se presente esta situación tiene su origen en las actividades humanas cotidianas.

- ¿Te hospedarías en un centro turístico que ha destruido los ecosistemas naturales para su edificación?
- Si decides ir de paseo o de vacaciones a una playa, qué deberías hacer para conservar sus condiciones naturales:
- ¿Comprarías *souvenirs* o recuerdos elaborados con organismos marinos?
- ¿Sabes cuántas playas de nuestro país están contaminadas?
- ¿Sabes en cuántas playas se aplican medidas para conservar sus riquezas naturales?
- ¿Sabes qué es el turismo sustentable?

La natalidad se expresa en forma habitual como el número de nacimientos ocurridos durante la unidad de tiempo. El cálculo de la natalidad absoluta se realiza dividiendo el número de nacimientos ocurridos durante la unidad de tiempo considerada entre el tamaño estimado para la población al principio de la unidad o periodo de tiempo y multiplicando el resultado obtenido por 1 000.

Una forma de expresar la tasa de natalidad es el número de nacimientos por hembra de edad X por unidad de tiempo. Es decir, si dividiéramos en forma arbitraria a las hembras en edad reproductiva en distintas clases de edad, y se representarían los resultados en una tabla, para obtener un registro de nacimientos específico por edad, entonces podríamos observar que el éxito reproductivo varía con la edad. Posiblemente encontremos en las hembras jóvenes un número mayor de nacimientos que en las hembras de mayor edad.

Se conoce como tasa neta de reproducción al número de hembras recién nacidas, o el número medio de hembras nacidas en cada grupo de edad; esta tasa se determina multiplicando la tasa de reproducción por la supervivencia de cada clase de edad; ello implica ajustes en la mortalidad de las hembras dentro de cada grupo de edad.

Con relación a la mortalidad o muerte de los organismos, no sólo interesa saber cuántos mueren, sino a qué edad mueren; para ello se debe determinar su tasa de mortalidad, es decir, el número de individuos que mueren en un determinado pe-

riodo de tiempo. Para realizar este cálculo se divide el número de individuos que mueren en un determinado periodo de tiempo entre el número de los que había vivos al principio de este periodo. La siguiente fórmula explica mejor este cálculo.

$$q_x = d_t / N_t$$

Donde:

q_x : es la tasa de mortalidad

d_t : es el número de individuos que mueren en un determinado periodo de tiempo

N_t : es el número de los que había vivos al principio de este periodo

La probabilidad de supervivencia es el complemento de la probabilidad de muerte, o el número de individuos que sobreviven al final de este periodo de tiempo dividido entre el número de individuos vivos que había al principio.

Para mostrarnos una visión sistemática de la mortalidad y la supervivencia, las tablas de vida nos ayudan a obtener un cálculo preciso de la cantidad de muertes de una población.

Las tablas de vida son una serie de columnas relacionadas entre sí, con datos como: edad, proporción de individuos que sobreviven al principio de cada clase de edad, muertes, tasa de mortalidad, vida promedio de todos los individuos (años, meses o semanas), unidades de tiempo que les quedan por vivir a todos los individuos desde la edad x en adelante, y la esperanza de vida posterior.

x	l_x	d_x	1000	L_x	T_x	e_x
Semillas producidas	1000	160	160	920	4436	4.4
Disponibles	840	630	750	525	756	0.9
Germinadas	210	177	843	122	230	1.1
Establecidas	33	9	273	28	109	3.3
Rosetas	24	10	417	19	52	2.2
Plantas maduras	14	14	1000	7	14	1.0

Las tablas de vida son registros importantes que nos permiten ver cómo se modifican las poblaciones en un espacio y un tiempo determinados.

Las tablas de vida arrojan datos importantes para trazar dos tipos de curvas, de mortalidad y de supervivencia; la curva de mortalidad basada en la tasa de mortalidad, y la curva de supervivencia basada en la proporción de individuos que sobreviven al principio de cada clase de edad x . Ambas curvas reflejan lo que sucede con una población en un tiempo determinado; tanto las tablas de vida como las curvas de supervivencia y mortalidad se basan en datos de una población determinada en un momento específico y bajo cierta circunstancia ambiental.

Las curvas de supervivencia suelen estar trazadas de diferente manera:

Tipo I. Cuando los individuos tienden a vivir hasta el final de su curva de esperanza de vida fisiológica y cuando se da un elevado grado de supervivencia durante la esperanza de vida, seguido de una fuente de mortalidad final, la curva es marcadamente convexa, es una curva típica de los humanos y otros mamíferos.

Tipo II. Si las tasas de mortalidad son constantes a todas las edades, la curva de supervivencia será recta, curva característica de las aves adultas, roedores y reptiles.

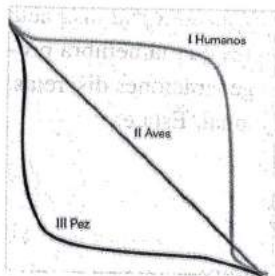


Figura 1.15. Tipos de curvas de supervivencia.



Valores ambientales

Conciencia del entorno

Para ser conscientes necesitamos reconocer lo que pasa a nuestro alrededor; para ello, debemos preocuparnos por conocer qué pasa en el entorno.

- ¿Sabes qué sucede cuando la gente está expuesta por mucho tiempo a los gases que emiten los autos?
- ¿Conoces qué cantidad de energía es necesaria para mover un auto?
- ¿Tienes idea del origen de la gasolina que usas?
- ¿Qué pasa si se usa de manera indiscriminada el agua?
- ¿De dónde viene el agua embotellada?
- ¿Sabes cómo mejorar el ambiente que te rodea?

Tipo III. Si las tasas de mortalidad son extremadamente altas al principio de la vida, la curva es cóncava, como el caso de las ostras o los peces.

Las curvas de supervivencia generales son modelos idealizados, con los cuales se puede comparar la supervivencia de una especie.

Otras dos fuerzas que influyen en el crecimiento poblacional son la inmigración y la emigración; la primera entendida como una afluencia de nuevos individuos en una población, y la segunda como la fuga o salida de individuos de una población.

Mortalidad y natalidad son las dos fuerzas principales que actúan sobre el crecimiento poblacional, el número de nacimientos menos el de muertes ($b-d$, por sus siglas en inglés) es igual a la tasa de incremento. Cuando el número de nacimientos excede al de muertes, la población crece; cuando el número de nacimientos iguala al de muertes, la población se mantiene estable, y cuando las muertes superan a los nacimientos, la población declina. Para calcular las ganancias y pérdidas de una población, se utiliza la fórmula general para la tasa de incremento o decremento:

$$(b - i) - (d + e)$$

Donde:

b es el número de nacimientos

d es el número de muertes

i es la inmigración

e es la emigración

La tasa a la que cambian las poblaciones se calcula a partir de R_0 , la tasa neta de reproducción; éste es el número esperado de descendientes que la hembra promedio recién nacida producirá durante su vida, suponiendo generaciones discretas.

Existe una ecuación para calcular el crecimiento poblacional. Ésta es:

$$N_t = N_0 \lambda$$

Donde:

N_t : es el tamaño poblacional en algún momento dado del futuro

N_0 : es la población inicial

λ : es la tasa de incremento anual

El crecimiento poblacional está influenciado por rasgos vitales, como la edad en el inicio de la reproducción, el número de descendientes producidos, la supervivencia de éstos y la longitud del periodo reproductivo. Una población puede crecer de manera exponencial hasta que sobrepasa la capacidad del ambiente para sostenerla. La curva en forma de *J* o exponencial es típica de algunas poblaciones de vertebrados e invertebrados introducidas en un ambiente nuevo o saturado.

Las poblaciones se enfrentan a condiciones ambientales que pueden limitar su crecimiento, como la competencia entre sus miembros por los recursos disponibles en el entorno o la distribución desigual de los mismos; en estos casos, la mortalidad se incrementa, la fecundidad disminuye o pueden ocurrir ambas cosas. El crecimiento de las poblaciones disminuye con el incremento de la densidad, alcanzando con el tiempo un nivel en el cual el crecimiento poblacional cesa. Esto se conoce como capacidad de carga o *K*, se considera que en *K* la población se encuentra en equilibrio, el crecimiento poblacional depende de la densidad poblacional, en contraste con el crecimiento exponencial, que es independiente de la densidad poblacional.

Poblaciones humanas

La población de seres humanos es también tema de estudio de muchos ecólogos, debido al desmedido crecimiento de la cantidad de individuos en distintas regiones del planeta. Pero sobre todo por el incremento cuantitativo y crecientemente nocivo de las actividades humanas que han provocado serios impactos negativos sobre el ambiente, como la contaminación, la desertificación de enormes extensiones del planeta y la irresponsable depredación así como la creciente pérdida de la diversidad biológica.

Cuando hace 4.5 millones de años aparecieron los primeros homínidos erectos, el crecimiento era lento y tardó millones de años antes de alcanzar el primer millón de seres humanos. Hace 10 mil años, con la revolución agrícola, la situación cambió, ya que en el mundo había cerca de 5 millones de habitantes, el índice de natalidad aumentó igual que la tasa de crecimiento. Para 1 600 había aproximadamente 500 millones de seres humanos, y a principios de 1 800, había cerca de mil millones. Para el siglo xx, los adelantos tecnológicos, médicos y científicos provocaron una disminución en la tasa de mortalidad, y para 1930 la población del mundo llegó a 2 mil millones de personas, lo que se considera una explosión importante en el crecimiento poblacional; para 1960, la población se incrementó a 3 500 millones de seres humanos. En ese momento muchos expertos comenzaron a preocuparse por el crecimiento de la población humana, incluso llegaron a predecir muchas de las situaciones a las que actualmente ya nos estamos enfrentando.

El aumento potencial dependerá en los próximos años del tamaño y estructura de la población, el crecimiento tiene una estrecha relación con el porcentaje de jóvenes que hay en muchos países; es muy posible que, para mediados del siglo xxi, la población mundial llegue a ser de cerca de 10 mil millones de personas. El crecimiento de la población humana en este siglo será uno de los principales problemas a los que tendrá que enfrentarse la humanidad, y muchas veces se ha puesto en duda su capacidad para sostener la vida de este número de personas que viven explotando los recursos naturales.

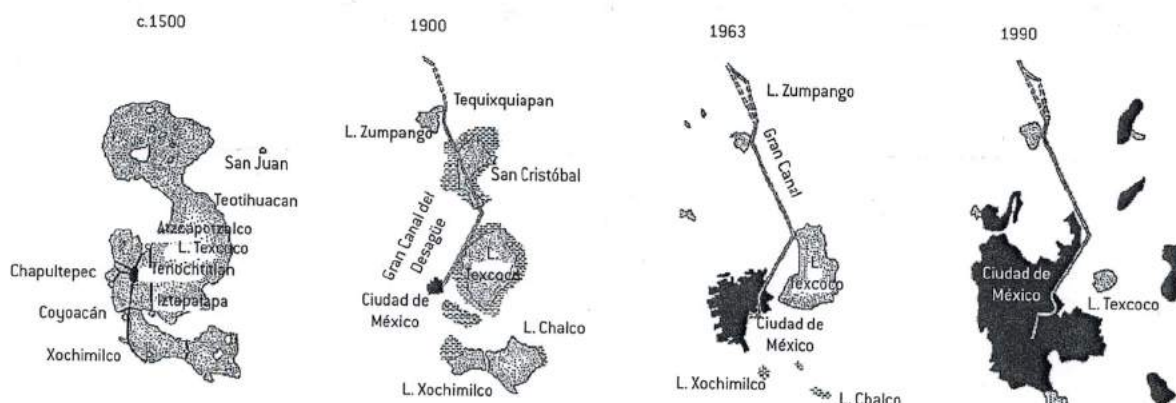


Figura 1.16. Las poblaciones humanas han crecido considerablemente, y muchos de los problemas ambientales a los que nos enfrentamos son consecuencia de este crecimiento. Aquí se ilustra el caso de la Ciudad de México.

El crecimiento de la población durante el siglo pasado ha provocado graves problemas ambientales, es notorio que la Tierra está sobrepoblada. El ser humano en la actualidad acapara cada año alrededor de 40% de la energía disponible en los sistemas terrestres, y usa 50% del flujo del agua superficial disponible.

Uno de los problemas ambientales más grave es la pérdida de la biodiversidad, como resultado del desarrollo de la población humana. Todos los años, un número indeterminado de especies desaparece de la faz de la Tierra; con esto se pierde parte del patrimonio biológico acumulado durante millones de años de evolución, y la muerte de una especie es precedida por la desaparición de sus poblaciones. La pérdida de la biodiversidad no se da aisladamente, sino como resultado de una compleja explotación por parte de los seres humanos de los distintos ecosistemas, de los que aprovechan la mayoría de los recursos naturales.



Valores ambientales

Solidaridad

Solidaridad implica conciencia sobre los problemas ambientales, trabajo en común, ver por los demás, pensar en el beneficio común, actuar con responsabilidad para no perjudicar a otros.

- ¿Cómo puedo ser solidario si tiro la basura en las calles?
- ¿Se puede ser solidario si algunos países tiran residuos peligrosos en el suelo, en los mares, ríos y lagos?
- ¿Se puede ser solidario cuando se fabrican armas nucleares?
- ¿Somos solidarios si con las lluvias se inundan las calles por la basura que irresponsablemente tiramos?
- ¿Es solidario un patrón que explota a sus trabajadores?
- ¿Se es solidario si no se aplica la ley para conservar el equilibrio ecológico de nuestro país?

Uno de los retos más importantes de los seres humanos es detener el crecimiento de la población humana e impulsar su disminución gradual, lo que se lograría con la reducción de la tasa de natalidad hasta un nivel un poco menor que el de la mortalidad. Y una de la maneras más eficaces han sido, en los últimos años, las campañas de planificación familiar, que se basan en la distribución de **anticonceptivos** y la enseñanza de su uso, acompañadas de cambios sociales apropiados,

como mayor equidad en la relación entre el hombre y la mujer y, por ejemplo, la mayor participación de la mujer en el sector laboral y educativo.

En los últimos años, las campañas de planificación familiar se han enfocado en el fomento del uso de los preservativos. Para la mayoría de los expertos, la explosión demográfica no puede ser detenida sin el fomento de la anticoncepción. Por ejemplo, en Italia, hoy se registra la tasa de natalidad más baja del mundo.

En el caso de México, se estima que en la actualidad la población mexicana suma más de 110 millones de habitantes, ocurren cerca de 2.3 millones de nacimientos y cerca de 420 mil defunciones al año, lo que implica un crecimiento absoluto de casi 1.9 millones de mexicanos: una tasa de crecimiento natural anual de 2.01 por ciento.

México se caracterizó hasta los años sesenta por un rápido crecimiento de la población, que después contrastó con un descenso en la tasa de crecimiento, aunque la población seguía aumentando significativamente. Mientras la tasa de crecimiento natural de la población disminuyó en los últimos años de 3.4 a 2.01% anual, en este lapso la población pasó de 42.5 a 91.6 millones de habitantes, lo que significa que el número de habitantes se duplicó. Además, se observó una disminución gradual y sostenida de la mortalidad, y la natalidad se mantuvo prácticamente constante.

Los cambios en la composición por edades fueron un reflejo de la baja en la tasa de crecimiento; por ejemplo, entre 1970 y 1993, la proporción de la población menor de 15 años pasó de 48 a 36%; de manera similar, la población en edad preescolar pasó de 22 a 15% del total de la población. La edad media aumentó de 22.3 a 25.3; para el año 2030, será de 37 años. Los distintos grupos de edades evolucionan con diferentes tasas de crecimiento, y los cambios en la composición por edades modifican la magnitud y el perfil de las demandas sociales. Estos datos de la población sirven para tener claridad sobre lo que se espera en relación con los servicios que prestan las instituciones sociales; es decir, con estos datos, las instituciones de salud tendrían que observar que en los próximos años, la población de la tercera edad aumentará y será necesario atenderla, y que la educación primaria tendrá que hacer frente a una demanda de 13 millones de niños, y 6.3 millones de jóvenes para la instrucción secundaria.

Los componentes básicos que determinan los números en la población mexicana son, la mortalidad, la fecundidad y la migración. A partir de 1930, la mortalidad descendió en forma sostenida, lo que se traduce en un aumento en la esperanza de vida al nacimiento. Para 1996 la esperanza de vida era de 72.5 años, y para 2030 se espera que sea de 79.2 años. La tasa global de fecundidad descendió de 7 en 1960 a 2.8 hijos por mujer en 1993, esto se define como el número de hijos que en promedio tendría una mujer dentro de su periodo fértil, entre los 15 y los 30 años.

La migración es un componente determinante en la dinámica de la población mexicana, ya que en estos primeros años del siglo XXI se ha registrado un notable incremento de la emigración de mexicanos hacia Estados Unidos.

Los graves problemas en el crecimiento de la población reflejan la necesidad de entender que los seres humanos podemos ser los causantes directos de problemas ambientales como la contaminación del agua, del suelo, el aire, y sus diversos efectos involucran a diferentes actores o universos socioeconómicos y políticos, y así, directa e indirectamente del cambio climático global también.



Figura 1.17. La migración de mexicanos a los Estados Unidos es un grave problema social para nuestro país, pues tiene efectos negativos para la población mexicana. ¿Cuáles son estos efectos?

Crecimiento poblacional

Las poblaciones forman parte de los ecosistemas, que cambian con el paso del tiempo. En la actualidad, las poblaciones humanas han cambiado las condiciones de una forma acelerada, precipitando cambios sustanciales en el crecimiento de las poblaciones. El crecimiento poblacional depende tanto de las condiciones del ecosistema como de la fuente de energía disponible.

El crecimiento poblacional se estudia por medio de modelos, en los que se puede observar su crecimiento o disminución. Los principales modelos son el exponencial y el logístico o sigmoidal.

Modelo exponencial

Este modelo representa el crecimiento de la población en una fuente de presión constante; es decir, puede abastecerse de tanta energía como sea necesaria. Repre-

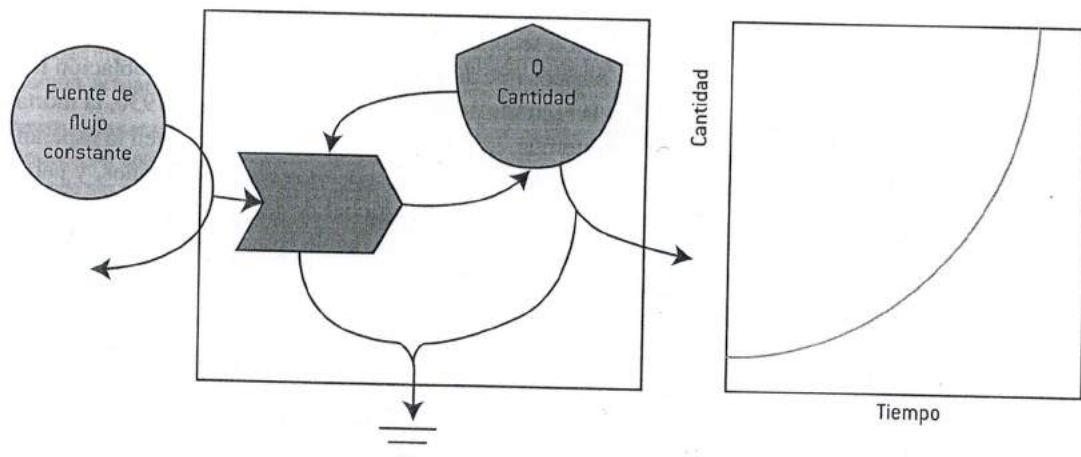


Figura 1.18. Crecimiento exponencial de un sistema con fuente de energía que mantiene una presión constante. Ejemplo: si el sistema comienza con un conejo macho y una hembra, y éstos producen cuatro conejitos, que a su vez producen hipotéticamente dieciséis; y así sucesivamente, sin que les falte el alimento.

senta el crecimiento de la población en una *fuerza de presión constante*. El crecimiento exponencial aumenta en un porcentaje constante en función del tiempo.

Sin embargo, esta fuerza a presión constante no puede ser mantenida de manera indefinida, entonces el crecimiento exponencial infinito es imposible. Este modelo es muy útil para representar las primeras etapas del crecimiento de una población, cuando la demanda de alimento es pequeña (comparada con la cantidad disponible) la energía puede estar disponible a presión constante y el crecimiento puede ser exponencial. Pero después de un tiempo, el alimento podría volverse limitante y la situación necesitaría ser representada por un modelo diferente.

Modelo logístico o sigmoidal

Este modelo representa a una población que crece inicialmente rápido con una fuerza de presión constante, pero llega a un punto en que pierden su capacidad de crecer, debido a interacciones entre los miembros de la población, resultando entonces un estado de equilibrio. Este modelo se puede definir como el balance entre producción en proporción a la población, y a las pérdidas en proporción a la oportunidad de interacciones individuales

Factores limitantes: competencia y depredación

Los ecosistemas utilizan muchas fuentes (como el sol, la lluvia, el viento y las corrientes de los ríos) cuyo flujo es controlado por sistemas externos. Las poblaciones en los ecosistemas no pueden aumentar los flujos externos. El crecimiento de las poblaciones se limita a aquello que pueda ser mantenido por el flujo interno de energía, en procesos como la competencia y la depredación. Un ejemplo es la utilización de la luz solar por los árboles, no hay nada que los árboles puedan

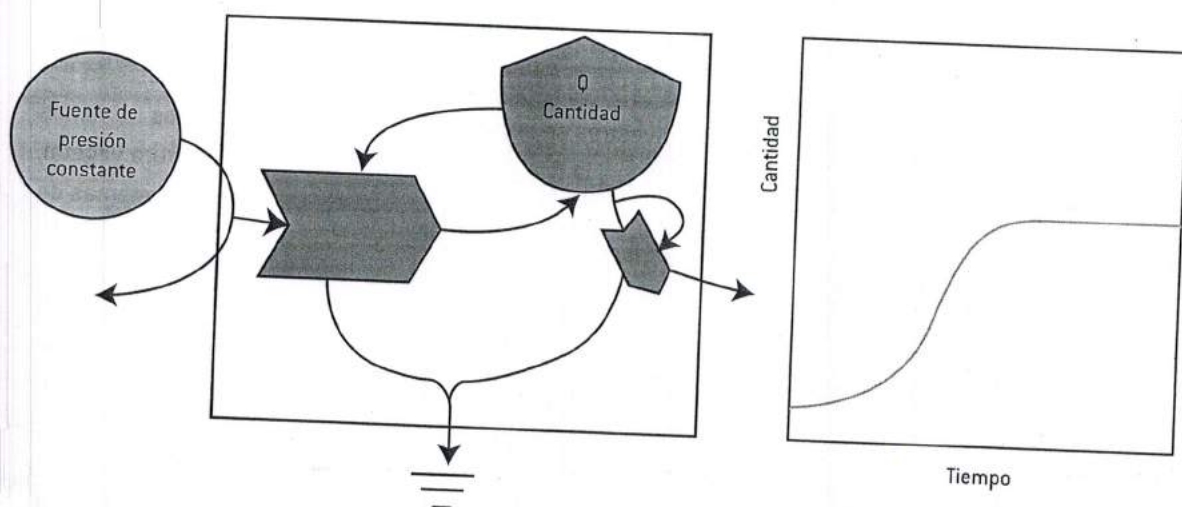


Figura 1.19. Crecimiento logístico. Un ejemplo es el crecimiento de levadura en el fermento del pan. Primero, el crecimiento es casi exponencial, la disponibilidad de alimento es constante, pero llegan al punto en el que las células de levadura se vuelven tan numerosas que sus productos comienzan a interferir con el propio crecimiento. Hasta que llega el momento en que ocurre un estado de equilibrio entre producción y pérdida de células.

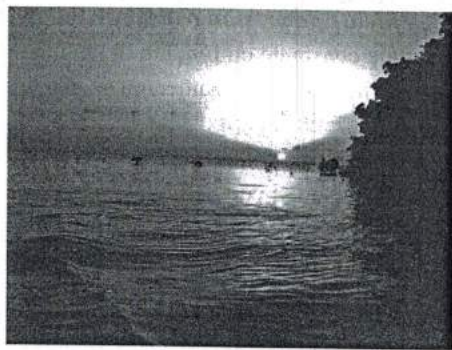


Figura 1.20. El calentamiento global afecta a varias regiones de México, entre ellas la Reserva de la Biosfera de Sian-Ka'an.

hacer para aumentar o disminuir la incidencia de luz solar; pero aquellos árboles que sobresalen por su altura o follaje respecto a los demás logran mayores posibilidades para obtener más de este recurso. La competencia se refiere a la acción recíproca entre dos o más poblaciones para conseguir un recurso común. Este recurso puede ser la luz, el espacio, el suelo, el alimento, entre otros más. La competencia puede originar que una especie sustituya a otra, o la obligue a ocupar otro espacio o a servirse de otro alimento, influyendo así sobre el crecimiento y la supervivencia de una población dentro de un ecosistema. En la depredación ocurre también una interacción entre dos poblaciones, pero en este caso, una de ellas afecta a la otra mediante el ataque directo. Sin embargo, la especie atacada depende del depredador para sobrevivir, pues éste actúa, para la presa, como regulador de sus poblaciones. Los depredadores y las presas establecen un equilibrio dinámico por medio del cual ambas poblaciones se regulan mutuamente. Por ejemplo, cuando existen pocas presas, disminuyen también los depredadores; pero cuando aumenta el número de presas, también lo hace el número de depredadores.

ESTUDIO DE CASO 3

El calentamiento global y la reserva de la biosfera de *Sian ka'an*

Sian Ka'an, que en maya significa "donde nace el cielo", es una de las reservas de la biosfera más fascinantes de México, en donde se pueden encontrar arrecifes de coral, bahías, esteros, manglares, lagunas, cenotes, pantanos, sabanas, ciénegas y selvas inundables. Ahí habitan una gran variedad de especies animales como el jaguar, el puma, el tapir y el tucán. Pero en las tres últimas décadas, el mar le ha ganado a la playa erosionándola en más de 20 metros. También se padecen intensas sequías en las zonas de las selvas bajas y medianas; entonces, los cenotes y ojos de agua se muestran casi vacíos, y la flora y fauna se ven mermadas. Los animales silvestres se desplazan hacia los asentamientos humanos en busca de agua, donde son cazados. En cuanto a la flora se observa la pérdida de cobertura vegetal. Cuando aumenta la temperatura, llegan a morir árboles como el *chechem*, el *tsalam* y las marismas de zacate, que son hábitat de algunas especies. Y las altas temperaturas, que han alcanzado en el aire los 40 °C han causado la muerte de grandes extensiones de arrecife de coral sumergidos en la costa. Además, ha aumentado el número de incendios forestales, que han originado la pérdida de poco más de 60 hectáreas del área protegida.

Estos cambios pueden tener muchas causas, pero algunos biólogos aseguran que son los efectos de los gases invernadero en el calentamiento global en esta zona. Éste no es el único caso que se observa en México, situaciones similares se pueden apreciar en Sonora, Tamaulipas, Tabasco y Chiapas, entre otros estados.

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) plantea en su último informe que el cambio climático generado por el calentamiento global es alarmante; sin embargo, muchos expertos sostienen que aún se puede evitar que se vuelva un problema crítico para la humanidad.

Después de leer este caso, ¿qué opinas?

- El cambio climático global ¿qué efectos tendrá sobre las poblaciones de organismos?
- Las poblaciones humanas que se encuentran en esta reserva, o cercanas a ella, ¿qué pueden hacer para contribuir a preservarla?
- ¿Qué otras zonas de México corren el riesgo de ser afectadas de modo similar por el cambio climático global?

Comunidad

Las poblaciones no viven en forma aislada, sino que comparten ambientes y hábitats con otros organismos, e interactúan directa o indirectamente; así, a la comunidad se le conoce como la colección de poblaciones que interactúan entre sí. Las comunidades poseen ciertas características que explican su estructura física y biológica.

Estructura de la comunidad

Una comunidad puede estar formada de pocas especies comunes o poseer una enorme variedad de éstas; cuando una especie única o algunas especies predominan en la comunidad se denominan organismos dominantes.

La *dominancia* de una especie depende de muchos factores; por ejemplo, pudiera ser que sus individuos sean los más numerosos, aunque esto por sí solo no es suficiente; éstos pueden ser los que acaparan espacios o los que contribuyen al ciclo de nutrientes, lo importante es que una u otra manera controlan o influyen sobre el resto de la comunidad, esto implica que la dominancia de una especie sea determinada de acuerdo con el contexto.

Dentro de una comunidad, la abundancia relativa y el número de individuos define la diversidad de especies; en una comunidad, muy pocas especies son abundantes, la mayoría son escasas; esto se puede determinar contando todos los individuos de cada especie en una serie de parcelas de muestreo y determinando en qué porcentaje contribuye cada uno al conjunto de la comunidad, esta medida se llama *abundancia relativa*.

Para explicarse la dinámica de las comunidades se necesita el reconocimiento de que, entre una y otra comunidad, la diversidad de especies es distinta. Esta diversidad de especies hace referencia tanto al número de especies o riqueza de éstas, como a la equitatividad o abundancia relativa de individuos entre las especies; estos dos factores son importantes para la medida de la diversidad. Para

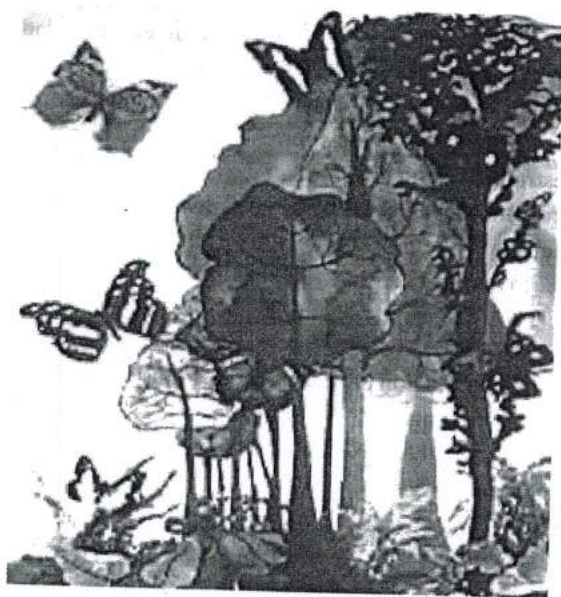


Figura I.21. En una comunidad existen distintas relaciones entre las poblaciones animales y vegetales.



Valores ambientales

Solidaridad

Comprometerse y compartir sin esperar una recompensa es lo que llamamos solidaridad. La solidaridad implica estar en la disposición de ayudar a y pensar en los otros.

- ¿Cómo puedo ser más solidario al utilizar un auto, el agua, la energía, el aire, las plantas, los bosques, etcétera?
- ¿Puedo ser solidario con mi familia si no cumplo con mis quehaceres diarios?
- ¿Cómo se refleja mi compromiso con la comunidad ante la escasez de agua?
- ¿Colaboro con mis vecinos para solucionar problemas de la colonia?
- ¿Qué problemas ambientales detectas en tu comunidad y cómo ayudas a resolverlos?
- ¿Puede un país ser solidario con otro si no comparten conocimientos y nuevas tecnologías, para enfrentar los problemas ambientales?
- ¿Qué compromiso con la Tierra tienen los países que emiten gran cantidad de CO_2 a la atmósfera?

calcular la diversidad de especies, se han propuesto diversos índices. Uno de los más utilizados es el de Shannon, cuya fórmula es:

$$H = -\sum_{i=1}^s (p_i)(\log_2 p_i)$$

Donde:

H es la diversidad de especies

s es el número de especies

p_i es la proporción de individuos en el total de la muestra

i especie

Se dice que una comunidad logra tener mayor diversidad cuando tiene pocos individuos pero de muchas especies diferentes; lo contrario sería una comunidad que tiene muchos individuos pero de pocas especies.

Todas las comunidades tienen una estructura física en la que se reflejan factores bióticos y abióticos; en general, en las comunidades terrestres la estructura está definida por la vegetación. La estructura vertical sobre la Tierra refleja las formas de vida de los vegetales, la estructura física sobre la que se asientan muchas formas de vida animal. Las comunidades que presentan un grado de estratificación mayor son las que ofrecen la más rica variedad de vida animal ya que contienen la mayor diversidad de hábitats.

En 1930, el botánico Christien Raunkiaer diseñó una clasificación de las formas de vida vegetales, considerando la relación entre los tejidos embrionarios que permanecen inactivos en invierno o en prolongados periodos de sequía, y su altura por encima del nivel del suelo. La clasificación fue expuesta de la siguiente forma:

Clasificación de Christien Raunkiaer		
Formas de vida	Características	Climas donde predominan
Fanerofitos	Yemas perennes con una composición aérea y expuesta a condiciones climáticas variables, arbustos de más de 25 centímetros.	Típicas de ambientes cálidos y húmedos.

Caméfitos	Renuevos perennes o yemas en la superficie del suelo o hasta 25 cm de altura. Las yemas reciben protección de las hojas que caen y una cubierta frente a la nieve.	Típicos de climas fríos y secos.
Hemicriptófitos	Yemas perennes en la superficie del suelo, donde se encuentran protegidas por el suelo y las hojas. Muchas plantas desarrollan rosetas de hojas.	Climas fríos y húmedos.
Criptófitos	Yemas perennes enterradas en el suelo en un bulbo o rizoma, donde se encuentran protegidas de las heladas y la sequedad.	Climas fríos y húmedos.
Terófitos	Plantas anuales, con un completo ciclo de vida, de semilla a semilla, en una única estación. Las plantas sobreviven a los periodos adversos como semillas.	Desiertos y pastizales.
Epífitos	Plantas que crecen sobre otras plantas y tienen raíces aéreas.	Selvas y bosques tropicales

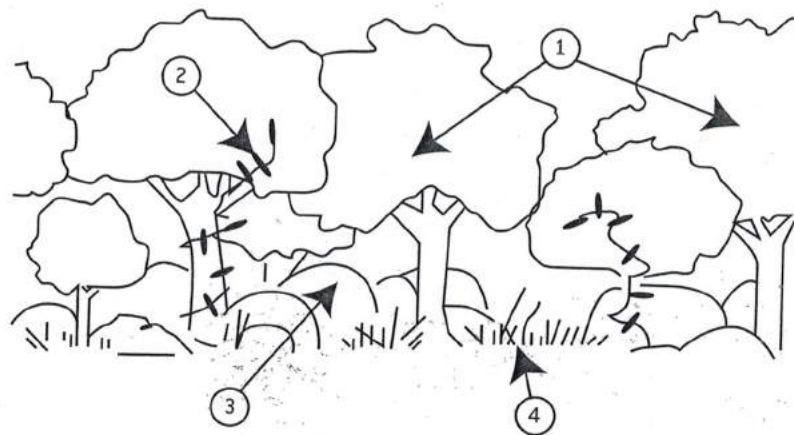
Todas las comunidades tienen una estructura vertical distintiva, en tierra la estructura vertical es determinada en gran manera por la forma de las plantas, como puede ser su tamaño, la forma de ramificar y las hojas, esto determina el lugar donde se desarrollan formas de vida animal. Por ejemplo, un bosque posee varias capas de vegetación, que de arriba abajo son:

Zona de copas: es la de mayor influencia sobre el resto del bosque, y donde se fija la energía a través de la fotosíntesis; si es una zona lo suficientemente abierta, la luz llegará al sotobosque; en caso contrario, si se tratara de copas muy densas y cerradas, los niveles de luz serán muy bajos.

Sotobosque: son arbustos altos y árboles jóvenes pertenecientes a la misma especie de los árboles de la zona de copas.

Capa de arbustos: son arbustos que se adaptan a la sombra de las zonas más altas, y generalmente las especies que toleran la sombra son las que sobrevivirán.

Capa herbácea o de tierra: es una zona que depende de la humedad del suelo, de la densidad de las copas y del sotobosque, varía de un lugar a otro del bosque.



Estructura idealizada de un bosque mediterráneo

1. Estrato arbóreo.

2. Estrato hanoide.

3. Estrato arbústico.

4. Estrato herbáceo

Figura 1.22. En las comunidades existe una estratificación que marca el tipo de plantas y animales de un espacio determinado. Zonas de estratificación de la vegetación del bosque: 1) zona de copas, 2) sotobosque, 3) capa de arbustos, 4) capa herbácea o de tierra.

Suelo forestal: es el lugar donde se lleva a cabo el proceso de descomposición, y donde la materia orgánica en putrefacción libera los nutrientes para su reutilización por parte de las especies vegetales del bosque. Hacia abajo se puede notar la capa radicular y los estratos del suelo.

El grado de zonación vertical ejerce una gran influencia sobre la diversidad de vida animal en la comunidad, ya que se nota una fuerte relación entre la variedad de alturas de follaje y la diversidad de especies: mientras mayor sea la estructura vertical, se traduce en más recursos y espacios habitables disponibles. Por ejemplo, los pastos con dos estratos soportan seis o siete especies de aves, o un bosque caducifolio puede albergar 30 o más especies en distintos estratos.

Cuando nos desplazamos a lo largo de una comunidad, nos podemos dar cuenta de algunos cambios pequeños entre las especies o la altura de la vegetación, pero adentrándonos más, podemos encontrar diferencias muy notables y acentuadas, en la estructura biológica y física de las comunidades. Esto se conoce como zonación, los patrones de variación espacial en la estructura física y biológica de la comunidad son comunes en todos los ambientes.

Si nos siguiéramos desplazando, posiblemente no podremos determinar en dónde termina o principia una comunidad, a menos que la transición entre una comunidad y otra sea abrupta, entonces puede no haber problema en definir los límites, pero en algunos casos esto no es muy claro. Generalmente, para delimitar y clasificar comunidades se emplean medidas de similitud o diferencia entre ellas, las zonas de transición constituyen ambientes especiales. En estas zonas se encuentran *el borde y el ecotono*.

Un borde es donde se encuentran dos o más comunidades, puede deberse a un cambio abrupto de condiciones ambientales, por ejemplo, el tipo de suelo, la topografía, el sustrato o un microclima, se denominan borde inherente. Otros bordes son el resultado de perturbaciones naturales tales como el fuego, tempestades e inundaciones y se llaman bordes inducidos. Los bordes inducidos también pueden ser abruptos o de transición, lo que produce un ecotono.

El ecotono se define como el espacio en que dos comunidades vegetales no solamente se encuentran y se interconectan, surgen en la transición de dos comu-

nidades que muestran un cambio de dominancia; son áreas compuestas por una mezcla de especies que se pueden encontrar en comunidades adyacentes, caracterizadas por una única especie o grupo de especies que no se encuentran en ninguna de las comunidades vecinas.

Las estructuras de las comunidades varían no sólo en el espacio sino también en el tiempo. Si permaneciéramos durante algún tiempo observando una comunidad notaríamos algunos cambios, algunas especies pueden ser reemplazadas por otras de crecimiento lento. El cambio gradual y direccional aparente en la estructura de la comunidad a través del tiempo desde un campo a un bosque se conoce como *sucesión*.

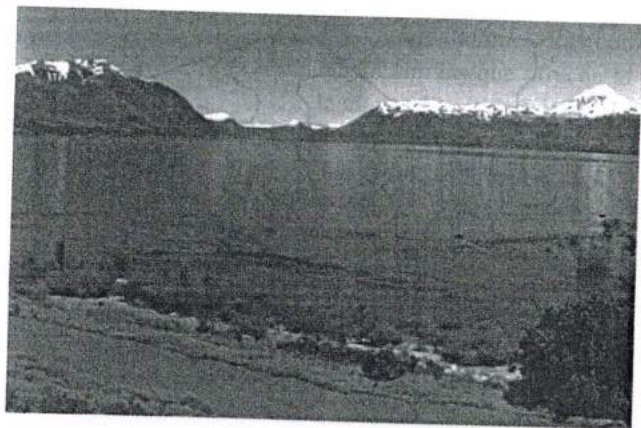


Figura 1.23. El ecotono es el espacio donde se observa la transición entre dos comunidades.

La sucesión es un cambio a través del tiempo en la estructura de la comunidad, es un proceso común en todo tipo de ambientes; en una comunidad se observan las especies iniciales o especies tempranas de la sucesión y las especies tardías de la sucesión.

Las especies tempranas de la sucesión se caracterizan por la elevada tasa de crecimiento, tamaño pequeño, amplia dispersión y rápido crecimiento poblacional, en tanto que las especies tardías de la sucesión presentan tasas de dispersión y colonización bajas, menores tasas de crecimiento, mayores tamaños y más larga vida. Se dice que la sucesión se detiene cuando las especies tardías de la sucesión alcanzan a dominar un lugar, en este momento la comunidad es estable, y salvo perturbaciones de importancia, ésta persistirá indefinidamente. A este punto de la sucesión se le llama clímax.

A medida que la sucesión vegetal se realiza, la vida animal también cambia. Cada estadio de la sucesión tiene su propia fauna distintiva, la diversidad de la vida animal cambia según avanza la sucesión, los estadios herbáceos y arbustivos albergan la mayor diversidad de especies animales, estas dependen de los estadios iniciales de la sucesión vegetal para encontrar sus hábitats adecuados. Algunos animales se quedan atrás ante el cambio de los estadios.

Flujos de energía (cadenas tróficas)

En una comunidad existen especies productoras, que utilizando la energía solar y las reacciones químicas minerales convierten la materia inorgánica en orgánica (fotosíntesis). También hay especies consumidoras que se alimentan de otros seres vivos (quimiosíntesis). Las especies consumidoras pueden ser: de primer orden, los herbívoros; de segundo orden, los carnívoros que se alimentan de herbívoros; y de tercer orden, los carnívoros que también se alimentan de carnívoros. Y por último, se encuentran las especies descomponedoras: animales grandes que se alimentan de carroña, de restos de cadáveres orgánicos; y microorganismos (bacterias y hongos) que convierten la materia orgánica en materia inorgánica, cerrando



Valores ambientales

Responsabilidad en el consumo

La responsabilidad implica asumir los efectos de una acción.

Las personas debemos ser responsables de nuestros actos en situaciones cotidianas, por ejemplo:

- ¿Qué tipo de electrodomésticos tienes en tu hogar?
- ¿Cuántos televisores tienes en casa?
- ¿Sabes cuánta energía utilizan?
- ¿Cuántos electrodomésticos utilizas al mismo tiempo?
- ¿Sabes de dónde se obtiene la energía que llega a tu casa?
- ¿Cuáles son las principales fuentes para obtener energía?
- ¿Qué país del mundo es el mayor consumidor de energía?
- ¿Conoces alguna región del mundo que carezca de energía eléctrica?
- ¿Qué acciones puedes emprender para hacer un uso adecuado de la energía?

el ciclo (quimiosíntesis). Todas estas complejas relaciones pueden ser comparadas mediante un diagrama descriptivo que denominamos cadena trófica, es decir, los organismos se mueven en el ecosistema en una serie de etapas donde cada uno come y es comido.

La vida de la Tierra se activa con la energía de la luz solar; es decir, la energía se mueve a través de todo el ecosistema en un flujo unidireccional continuo, generalmente llega del Sol, la fotosíntesis capta la energía que se libera por la respiración celular y es utilizada para construir las complejas moléculas de la vida.

El sol es el principal proveedor de energía para la Tierra. Al fusionarse el hidrógeno trasmutándose en helio, se liberan enormes cantidades de energía, una pequeña fracción de esta energía llega a la Tierra en forma de ondas electromagnéticas como luz, calor y rayos ultravioleta, que mencionamos anteriormente. La mayor parte de la energía es reflejada por la atmósfera, las nubes y la superficie terrestre, otra parte se absorbe como calor y, del 1% del total que queda, sólo 3% es captada por las plantas verdes, que son el sostén de la alimentación de la gran mayoría de los organismos del planeta.

Los organismos productores o autótrofos son organismos fotosintéticos, en su gran mayoría plantas verdes. Utilizan la energía del Sol en la fotosíntesis para transformar los compuestos inorgánicos en compuestos orgánicos simples, y son los encargados de producir alimento para ellos mismos y para casi todos los organismos vivos en un ecosistema.

Existen otros organismos que no producen alimento para ellos mismos, sino que utilizan los compuestos orgánicos producidos por los autótrofos, se llaman consumidores o heterótrofos; en un ecosistema, los heterótrofos se subdividen en consumidores y descomponedores.

La energía fluye a lo largo de los ecosistemas de los productores fotosintéticos a varios niveles de consumidores; cada categoría de organismo se llama nivel trófico. Los consumidores forman varias categorías tróficas y algunos las cambian al alimentarse de organismos de niveles distintos. Los consumidores que se alimentan directamente de organismos autótrofos se denominan consumidores primarios o herbívoros. Los consumidores secundarios o carnívoros forman un tercer nivel trófico, y son los que se alimentan de tejido vivo de otros animales. A los carnívoros que se alimentan de otros carnívoros se les denomina consumidores terciarios y ocupan otro nivel trófico, incluso se pueden encontrar en un ecosistema consu-

Figura 1.24. En un ecosistema existen organismos vivos que establecen relaciones entre sí. Donde cada uno es parte de un nivel trófico. ¿Puedes reconocerlos?



Glosario

Detritos

midores cuaternarios, cuando los carnívoros se alimentan de otras presas carnívoras terciarias.

En los niveles tróficos podemos observar otros organismos cuya labor es imprescindible para la vida de los ecosistemas, son aquellos que se alimentan de los **detritos** y los descomponen. Los primeros son un ejército de pequeños animalitos y protistas que en muchas ocasiones no se ven, pero que viven de los desechos de la vida como hojas caídas, desperdicios o cadáveres; los que descomponen los detritos son básicamente hongos y bacterias que digieren el alimento fuera de su cuerpo. Ambos organismos, descomponedores y alimentadores, reducen a moléculas simples, como bióxido de carbono, agua, minerales y moléculas orgánicas que regresan a la atmósfera, suelo y agua, los desechos de los organismos vivos. Ambos forman un enlace vital en los ciclos de nutrimentos de los ecosistemas.

En cada uno de los niveles tróficos la energía disponible va disminuyendo; por ejemplo, la energía que contiene una planta es mucho mayor a la de un carnívoro, esto se debe a que no toda fluye en la misma cantidad, sino que se reduce diez veces al pasar de un nivel trófico a otro.

Las cadenas tróficas se unen y entrelazan para formar *redes tróficas*, tanto en ambientes acuáticos como terrestres; se originan a partir de los productores a través de los distintos tipos de consumidores, así, todas las cadenas están interconectadas. Las redes tróficas son importantes porque a partir de su estudio podemos entender los ecosistemas. En estas relaciones complejas debemos considerar el tamaño, la estructura y la organización de las redes tróficas que se ven influidas por el ambiente, por el número, introducción o salida, mortalidad y natalidad de sus especies, además de la relación que se da en cada nivel trófico.

ESTUDIO DE CASO 4

Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) 2010

El Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) hizo pública la lista de las diez principales especies en peligro de extinción debido al cambio climático global. Éstas son las especies más amenazadas del planeta.

1) El oso polar

El primer puesto lo ocupa el oso polar, que podría desaparecer como especie dentro de 50 años si, como está previsto, continúan reduciéndose las placas de hielo del Ártico. La capa de hielo del Océano Ártico se derrite en un promedio de un cada diez años.

De acuerdo con estos cálculos, la región ártica podría perder totalmente su masa de hielo en verano a mediados de este siglo.

Los osos polares pertenecen a una especie que depende enteramente de la existencia del mar congelado. Los osos utilizan el hielo como plataforma flotante desde la cual pueden cazar focas y pescar. En la actualidad sólo existen entre 20 000 y 25 000 ejemplares de esta especie.

2) El tigre de Bengala

El segundo animal más amenazado es el tigre de Bengala, que habita en manglares entre Bangladesh e India. El tigre de Bengala o indio (*Panthera tigris tigris*) es, después del tigre siberiano, la segunda especie de tigre más grande del planeta.

Debido al crecimiento anual de 4 milímetros del nivel del mar, un 70% del hábitat de este felino podría perderse antes de 2060. Su situación actual es alarmante y es por eso que se han creado nuevas reservas para su preservación en India.

3) Los corales

En el tercer puesto de la lista figuran los corales, de los que un 80% pueden desaparecer dentro de unos decenios. Un informe que publica la revista *Science* pone de manifiesto que una tercera parte de los arrecifes coralinos están en peligro de extinción.

El estudio identifica 231 especies en peligro de extinción, amenazadas o más vulnerables al gradual aumento de temperatura. "Es desalentador, puesto que cuando los corales mueren, le ocurre lo mismo a un montón de plantas y animales que dependen de ellos para conseguir alimento o protección, por lo que puede llevar al colapso de ecosistemas enteros", ha comentado Kent Carpenter, autor principal del informe.

4) El canguro

Gracias al calentamiento global, la especie más emblemática de Australia, los canguros, podrían desaparecer en unos años. Si las temperaturas aumentan en 2 °C, se calcula que una especie se extinguirá irremediamente, y la población de canguros en general sufrirá un descenso apreciable.

5) Las ballenas

La cacería comercial y para su "investigación", el tráfico marítimo, la contaminación de los mares, el cambio climático y fenómenos como "El Niño" o "La Niña" amenazan la vida de las ballenas en el mundo.

Sus especies más comprometidas son: la jorobada, la azul, la franca, la fin, el cachalote y la sei.

6) Los pingüinos

Las cuatro principales especies de pingüinos que viven en la Antártida están amenazadas de extinción a causa del calentamiento del planeta.

Los efectos del calentamiento global son cinco veces más rápidos en la Antártida que en el resto del planeta. Esto se traduce, paradójicamente, en avalanchas de nieve más abundantes que perturban el modo de vida de algunos pingüinos.

7) Las tortugas marinas

La pesca comercial, la invasión y destrucción por el ser humano de las áreas de anidado en las playas amenazan con acabar con una especie que lleva 150 millones de años habitando la Tierra.

El actual descenso del número de tortugas marinas del Pacífico es un ejemplo de la mayor extinción de una población de animales vista desde hace muchos años. Su desaparición es casi tan rápida como la extinción del bisonte en América del Norte en el siglo XIX.

8) El orangután

La octava posición la ocupa el orangután. En dos islas de Indonesia donde habita este simio, el cambio climático provoca el aumento de las precipitaciones durante la temporada de lluvias y de los incendios en la de sequía. Los orangutanes, por ser animales lentos, a menudo perecen sorprendidos por incendios forestales.

9) El elefante

Aunque el cambio climático y la deforestación son culpables de que la especie se encuentre en esta lista, el principal enemigo del elefante sigue siendo la ambición humana por que su marfil es un elemento muy apreciado por los comerciantes y sus clientes que no tienen consideración hacia los elefantes, esto tan sólo por ganar un buen dinero vendiendo el marfil en el mercado negro, por lo que la extinción de la especie puede estar más cerca de lo que se piensa.

10) El albatros

Diecinueve de las 21 especies de este animal están amenazadas en todo el mundo. Es la proporción más alta de especies en peligro de extinción en la familia de las aves.

Después de conocer esta información ¿qué opinas?

- ¿Conocías los efectos del cambio climático global en la actual virtual extinción masiva de especies?
- ¿Cómo, pueden contribuir la biología, la química, la geografía y las matemáticas con la ecología para que ésta permita explicar la relación entre el cambio climático global y la extinción de especies?

Ecosistema

Un ecosistema se define como la comunidad de organismos (biocenosis) y su medio físico (biotopo), que interactúan como una unidad ecológica en un espacio y tiempo determinados.

Los límites de un ecosistema no suelen ser muy claros. Ni tampoco existe un ecosistema que sea totalmente estático.

Biocenosis



Biotopo

Biocenosis	Biotopo
Comunidad de organismos como plantas, animales, hongos, etcétera. Una comunidad se integra por un conjunto de poblaciones que interactúan en un mismo hábitat.	Energía solar Agua Aire Suelo Sustrato

La Tierra comprende una gran cantidad de ecosistemas que albergan a su vez a millones de organismos, los cuales interactúan entre sí y con los elementos físicos que los rodean.

Cuando se observa la imagen de la Tierra desde el espacio, se valora toda su magnitud y belleza. Pero cuando la estudiamos más de cerca, se detectan un conjunto de problemas que afectan el equilibrio y desarrollo de sus ecosistemas. La gran mayoría de estos problemas tienen su origen en la invasión y las actividades humanas. Si queremos conservar la magnitud, la belleza y la magnificencia de nuestro planeta, debemos aprender a respetar los ecosistemas que lo forman.

Existe una relación inherente y compleja entre los componentes de un ecosistema, ya que se relacionan mutuamente mediante los flujos de energía y los ciclos alimentarios.

Pueden encontrarse distintos ecosistemas de muy diferentes niveles, desde los ecosistemas muy pequeños presentes en un solo estanque, hasta otros tan grandes como los biomas, que por lo general tienen extensiones geográficas grandes y un clima característico, con su flora y fauna específicas.

Todo ecosistema se autorregula. La homeostasis, que es la tendencia a regresar al estado de equilibrio, conlleva a la estabilidad del ecosistema. Un ecosistema cambia, sus comunidades evolucionan por la influencia del medio e influyen a su vez y al mismo tiempo en los cambios del medio.



Figura 1.25. Los biomas son los ecosistemas más grandes de la biosfera, por ejemplo un desierto.



Actividad 4

Elabora dos organizadores gráficos, uno que corresponda a un ecosistema acuático y otro a un ecosistema terrestre.

Ecosistema acuático	Ecosistema terrestre

- ¿Qué semejanzas y qué diferencias encuentras entre un ecosistema terrestre y un ecosistema acuático?

- ¿Cuáles son los principales componentes de un ecosistema terrestre?

- ¿Cuáles son los principales componentes de un ecosistema acuático?

- ¿Qué criterios seguiste para delimitar cada tipo de ecosistema?

Los cambios en los ecosistemas

Los fenómenos naturales, como el fuego o las inundaciones, propician el rompimiento del equilibrio de los ecosistemas, y así, su evolución o destrucción.

Sin embargo, la acción humana se ha convertido en el principal factor de cambio, hoy en día, de los ecosistemas, e incluso puede por ello llegar a desaparecer totalmente un ecosistema.

Los ecosistemas se encuentran en un continuo proceso de transferencia de materia y energía, el que es ajustado o readaptado ante la variación del medio ambiente. La modificación del medio puede originarse por causas internas o externas a la comunidad, sean por causas naturales o artificiales. Aunque la actividad humana y la acción de algunos fenómenos naturales pueden llegar a interrumpirlos totalmente.

Todo ecosistema tiende a alcanzar el clímax o estado de máxima estabilidad y eficiencia ecológica. Al proceso que se desarrolla hasta alcanzar el clímax se le llama sucesión, y al conjunto de fases que se van atravesando desde el ecosistema inicial (todas ellas de complejidad creciente) se les denomina serie evolutiva.

Las sucesiones culminan con el establecimiento de un ecosistema biológicamente estable que se replica e intenta perpetuarse a sí mismo. A un ecosistema que preserva sus componentes originales, se le identifica como un *ecosistema natural*; cuando los ha perdido totalmente corresponde a un *ecosistema artificial*, cuando han cambiado algunos de sus componentes originales se le conoce como *ecosistema transformado* o *transformado*, y cuando en él predomina la presencia humana se le llama *ecosistema humano*.



Figura 1.26. La construcción de una nueva ciudad impone necesariamente desajustes, desequilibrios y en la mayoría de los casos, la destrucción de los ecosistemas naturales. La ciudad es un ecosistema artificial, creado y adaptado a una única especie, la humana.

La comunidad y las poblaciones son los indicadores de los niveles de organización de un ecosistema. El estudio de estos niveles permite la más clara identificación de un tipo particular de ecosistema. Así, un ecosistema en el que predomina una comunidad específica con determinadas poblaciones permite diferenciarlo de otros ecosistemas.

La delimitación de un ecosistema no resulta fácil, ya que ningún ecosistema es totalmente estático y existen múltiples interrelaciones con todos los sistemas que lo rodean. Además, cada ecosistema tiene su propia singularidad, es decir, cada ecosistema evoluciona de manera diferente a los demás. Sin embargo, se han establecido principios básicos que todo ecosistema cumple, como flujos de energía, redes tróficas y una cierta *productividad*.

Un ecosistema natural maduro es capaz de mantener su productividad mediante la entrada —exclusiva o predominante— de energía solar. En cambio, en los ecosistemas artificiales como en un cultivo, el flujo de energía se modifica por la intervención humana.

Flujos de materia y energía

La energía se define como la capacidad que tiene cualquier ente, sistema o agente de realizar un trabajo. En un ecosistema ocurre un flujo de energía, que corresponde a las transferencias de la energía que se va transportando desde los organismos fotosintéticos —productores— hacia los demás organismos. En las cadenas alimentarias se observa cómo pasan la materia y la energía de un ser vivo a otro; así se muestra cómo los seres vivos dependen unos de otros y se identifican.

Todos los organismos utilizan la energía que obtienen de su alimentación, por medio de la respiración, para realizar sus funciones vitales (crecimiento, renovación de tejidos, reproducción, elaboración de sustancias de reserva y movimiento).

En un ecosistema, al mismo tiempo que ocurre el flujo de energía en las cadenas alimentarias ocurre el ciclo de la materia; son procesos íntimamente relacionados, que difieren en la forma que entran y salen del sistema. En un ecosistema ocurren de forma simultánea cientos o miles de cadenas alimentarias, formando redes tróficas. En las cadenas alimentarias se va traspasando energía y materia de un nivel a otro. La energía disponible va disminuyendo en cada nivel de la cadena, ya que parte de ésta se pierde en forma de calor.

La biomasa nos indica el nivel de producción de un ecosistema. La biomasa

puede expresarse en gramos de peso seco (sin agua) o fresco (húmedo), o en el número de individuos por unidad de volumen o superficie. El aumento de biomasa por unidad de tiempo, superficie o volumen y la relación que existe entre ambas, permite detectar la productividad de un ecosistema. La productividad es el incremento de biomasa por unidad de tiempo, y proporciona una idea sobre la cantidad de biomasa que puede ser utilizada por el siguiente nivel trófico sin dañar la estabilidad del ecosistema. La productividad relaciona biomasa y producción.

Se debe tomar en cuenta el número de individuos, la biomasa o la energía de cada nivel trófico, lo que nos dará una idea más completa del funcionamiento de un ecosistema. La productividad total bruta es la biomasa que se produce por unidad de tiempo, o sea la cantidad de energía que se convierte en materia viva durante un periodo determinado.

Dentro de la producción total bruta se pueden diferenciar la producción primaria y la producción secundaria:

La **producción primaria** se refiere al aumento de biomasa de los seres autótrofos o productores. Si fuese el único proceso en los seres fotosintéticos, podríamos medir la producción calculando los valores correspondientes o la acumulación de azúcares. Varía según el

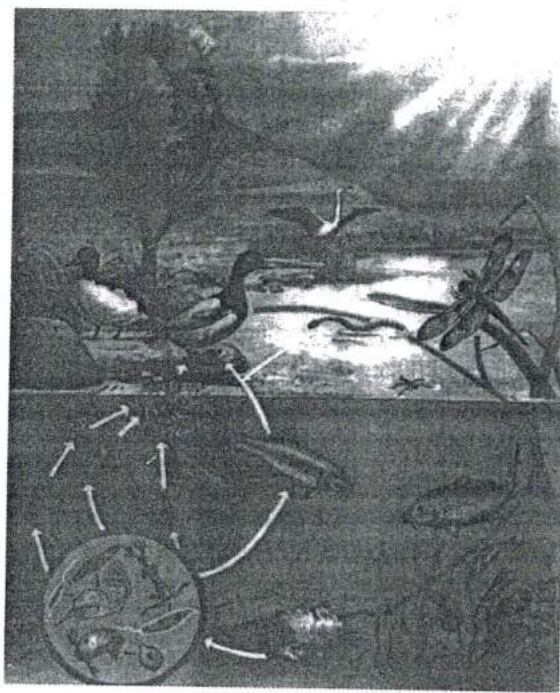


Figura 1.27. El flujo de energía en una cadena alimentaria es un ciclo abierto, entra al sistema del exterior (radiación solar) y una vez que es utilizada por los organismos sale del sistema en forma de calor. El ciclo de materia en una cadena alimentaria es un ciclo cerrado, entra al sistema por los organismos vivos, quienes la retienen por un tiempo y después la reintegran al medio.

lugar donde nos encontremos: es máxima en bosques tropicales, estuarios y cultivos intensivos, y mínima en los desiertos y zonas árticas. Los océanos son poco productivos, debido a la limitación impuesta por la luz y los nutrientes disponibles en su lecho.

La **producción secundaria** contempla la cantidad de biomasa almacenada en los niveles superiores, consumidores y descomponedores por unidad de tiempo. Puede tomar dos direcciones: una que lleva a los consumidores primarios, y otra que lleva a los descomponedores. Una porción constituye la energía digerible, siendo el resto energía fecal. Una parte se elimina a través de la orina, mientras que la energía metabolizable se utiliza para mantener las funciones vitales, la inmovilidad individual y para aumentar la biomasa del animal.

En un ecosistema en equilibrio la materia que se produce es igual a la que se destruye, en cambio en los ecosistemas contaminados o en aquellos que sufren una explotación excesiva, la producción total será negativa.

Las relaciones tróficas que se establecen en un ecosistema se representan por medio de pirámides, que pueden ser de números, de biomasa y de energía.

- **Pirámide de números.** En este tipo de pirámide los rectángulos son proporcionales al número de individuos por unidad de superficie o volumen que componen la biocenosis de un ecosistema. Esta pirámide es poco utilizada por su poca representatividad, puesto que existen notables diferencias físicas entre los individuos.
- **Pirámide de biomasa.** En este tipo de pirámide se toma en cuenta la cantidad de materia viva de cada nivel trófico. Los rectángulos son proporcionales a cada categoría. La masa total de los organismos de cada nivel es medida en gramos o en kilogramos de todos los individuos, o en calorías o kilocalorías (contenido energético), uno u otro referidos a una unidad de superficie en centímetros cuadrados o hectáreas, o bien, en los hábitats volumétricos, las unidades de volumen correspondientes.
- **Pirámides de energía.** En este tipo de pirámide se muestra un rectángulo de longitud proporcional a la energía en kilocalorías por metro cuadrado que se produce al utilizar la materia orgánica del nivel por unidad de tiempo. Por medio de una división transversal se representan las energías (biomasas) que se producen o consumen en ese nivel. En una parte se muestra la energía que

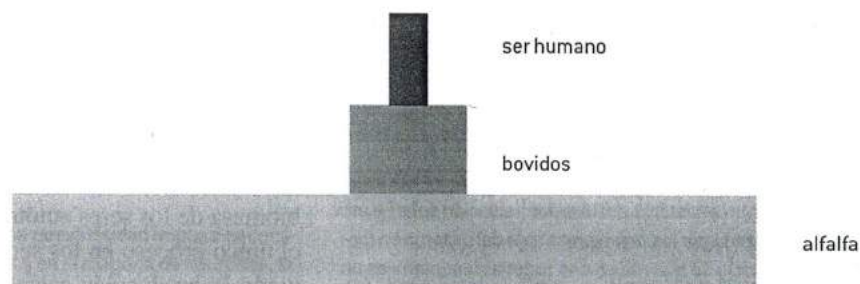


Figura 1.28. Pirámide de números. Sólo en el caso de representar las cadenas tróficas de los parásitos este tipo de pirámide se presenta en forma invertida.

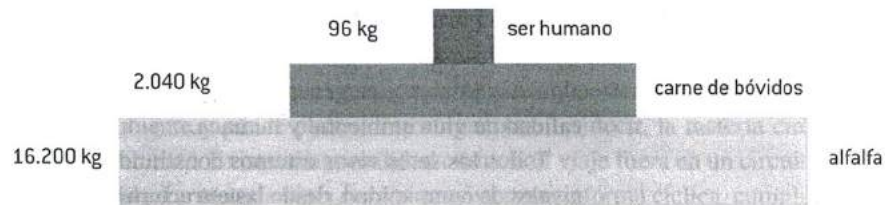


Figura I.29. Pirámide de biomasa. A medida que se asciende a los niveles superiores la biomasa disminuye.



Figura I.29. Pirámide de energía. El flujo de energía se va degradando de un nivel a otro, sólo se transfiere el 10% aproximadamente. Sólo un 10% de la energía de cada nivel queda disponible para el siguiente.

se produce para el nivel superior, y en la otra, la energía que se desprende o gasta en el propio nivel.

Ciclos biogeoquímicos

Los impactos ejercidos sobre el ambiente natural se han acrecentado de manera significativa en las últimas cuatro décadas. Algunas de las transformaciones que ha sufrido el medio ambiente son de carácter irreversible; estos efectos adversos no respetan las fronteras, por lo que una problemática ambiental no se limita a una localidad en particular. Los problemas ambientales afectan al planeta entero, como lo demuestran los cambios atmosféricos, la contaminación en mares y océanos, así como la pérdida de la biodiversidad. Los elementos interconectados, de alguna manera afectan el aire, el agua, el suelo y las formas vivientes en la Tierra, haciendo ya no un problema local, sino global. Este tema te permitirá analizar y reflexionar sobre la importancia de los ciclos biogeoquímicos que realizan sus funciones sin que nosotros a simple vista nos percatemos. Así, la contaminación ambiental causa desequilibrios en los ciclos naturales, dando como resultado que las sustancias contaminantes se integren a las cadenas tróficas, y de esa forma sean llevados o acumulados en distintos lugares donde no son requeridos, de tal forma

que un elemento o sustancia, tóxica o no, puede pasar de un ambiente a otro, de un organismo a otro y retornar al ambiente o a otro organismo, alterando sin duda al medio ambiente en general y contribuyendo de manera directa al deterioro de la calidad de vida ambiental y humana.

Todos los seres vivos estamos constituidos por materia organizada en distintos niveles de complejidad, desde las estructuras más simples como el átomo y moléculas, hasta los órganos y los tejidos más sofisticados.

La unidad fundamental de la materia es el átomo. Cuando dos o más de ellos se unen, forman una molécula. En el caso de los organismos vivos, a las moléculas que los constituyen se les llama biomoléculas. Éstas pueden ser orgánicas como los glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, o inorgánicas como el agua y las sales minerales.

Existen biomoléculas formadas por átomos necesarios para todo ser vivo, a estos elementos se les conoce como bioelementos.

Los bioelementos se dividen de la siguiente manera, de acuerdo con su importancia para el funcionamiento de un organismo vivo:

- **Principales o primarios:** llamados así porque los organismos los necesitan en mayores cantidades para poder subsistir; éstos son carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O) y nitrógeno (N).
- **Secundarios:** estos elementos son igualmente importantes, pero las cantidades requeridas son menores, entre ellos se encuentran: azufre (S), fósforo (P), magnesio (Mg), calcio (Ca), sodio (Na), potasio (K) y cloro (Cl).
- **Oligoelementos:** aquellos que sólo se encuentran en pequeñas cantidades, como son el hierro (Fe), zinc (Zn), boro (B), manganeso (Mn), flúor (F), cobre (Cu), cromo (Cr), selenio (Se), cobalto (Co), molibdeno (Mo), litio (Li) y estaño (Sn).

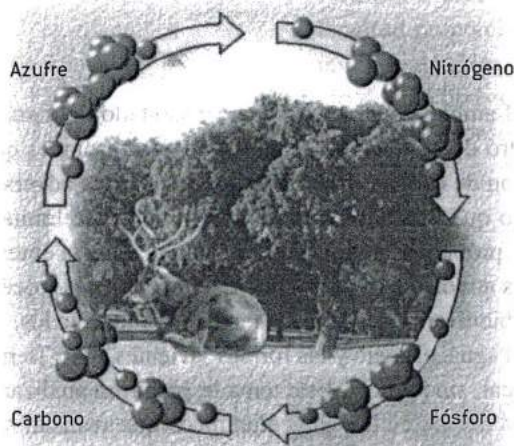


Figura 1.30. En los ciclos biogeoquímicos los elementos circulan a través del aire, del agua, de la tierra, del mar y entre los sistemas vivos, con movimientos cíclicos.



Figura 1.31. Cada organismo obtiene mediante la alimentación y la respiración los elementos necesarios para desarrollar sus funciones.

Estos elementos son utilizados por los organismos para organizar sus propias biomoléculas y realizar distintas funciones. Los organismos obtienen esta materia para su funcionamiento en el medio que habitan, y posteriormente es devuelta al medio ambiente y puede pasar a otro organismo, es decir, la materia circula por todo el ambiente. Existe una movilidad como si el viaje fuera en un circuito cerrado sin salida. La materia viaja por los ecosistemas en forma cíclica, cumpliendo de esta manera distintas funciones, dependiendo del lugar donde se encuentre. A este recorrido dinámico se le conoce como ciclo biogeoquímico.

Los enormes **ciclos biogeoquímicos** hacen posible que estos elementos se encuentren disponibles para emplearse una y otra vez, transformándolos y recirculándolos a través de la atmósfera, la hidrosfera, la litosfera y la biosfera.

Los ciclos biogeoquímicos son llamados así por las siguientes razones y categorías:

- La primera categoría es biológica, participan diversos organismos animales, vegetales, y, sobre todo, microorganismos.
- La segunda categoría es la geológica, donde se incluyen factores abióticos representados por el suelo, el aire y el agua.
- La categoría química, de gran importancia, sucede cuando algún elemento químico sufre una transformación o reacción que altera la estructura de sus moléculas dentro de las rutas por donde circula.

Los ciclos biogeoquímicos no ocurren como fenómenos aislados, tienen una estrecha relación con el ciclo del agua, indispensable para el intercambio de elementos en la dinámica que se da en los distintos ciclos con los que se interactúa en la Tierra.

Los ciclos biogeoquímicos pueden dividirse en dos tipos básicos: los ciclos de nutrientes gaseosos o atmosféricos (ciclo del agua, del oxígeno, del carbono y del nitrógeno) y los ciclos de nutrientes sedimentarios (del fósforo y del azufre). Sin embargo, el ciclo del azufre se considera dentro del tipo híbrido, puesto que circula en la atmósfera y en el sedimento. En los primeros, el depósito donde se colecta el nutriente corresponde a la atmósfera, el ciclo es relativamente cerrado, el elemento se distribuye de manera amplia en la misma; en los ciclos biogeoquímicos sedimentarios, el depósito de nutrientes está representado por las rocas sedimentarias; estos ciclos son más lentos, de plazos largos y su influencia en los organismos es limitada, las rocas sedimentarias constituyen el depósito principal, y para que los elementos lleguen hasta un organismo del tipo de un vegetal, las rocas deben ser intemperizadas y posteriormente transportadas al suelo; en este proceso, la mayor parte de los elementos se deslava y se deposita finalmente en el mar como sedimento.

Ciclo hidrológico

El agua es una sustancia vital, imprescindible para la vida. Es un compuesto químico muy común al cual le conferimos distintos usos; el agua nos hidrata, nos permite diversión cuando practicamos algún deporte acuático y está presente como parte indispensable en la higiene personal que llevamos a cabo al bañarnos.

El agua cubre las tres cuartas partes de la superficie de la Tierra, hay un constante cambio en el ciclo hidrológico, y éste es finito. El volumen de agua que hay en la

Tierra es de aproximadamente 1 500 millones de kilómetros cúbicos. Sin embargo, hay grandes áreas del planeta donde el agua es muy escasa.

Del total del agua distribuida en nuestro planeta, cerca de 97% no es utilizable de forma directa para el consumo humano, debido a su salinidad y a que se encuentra en los mares y océanos; entonces, el porcentaje restante, es decir el 3%, sería la reserva utilizable de agua dulce.

El ciclo del agua inicia su recorrido en los mares y sube en forma de vapor a la atmósfera, de la atmósfera regresa a la tierra, y de ahí a los mares u océanos, lo que le permite su equilibrio. Ante esta situación, describiremos las fases que comprende este ciclo:

- **Evaporación:** ocurre cuando los diferentes cuerpos de agua se calientan y da inicio con ello un proceso de evaporación, producto principalmente de la energía solar, quedando en condiciones de ser transportadas las moléculas de agua, como vapor de agua, a las capas superiores de la atmósfera y de ahí a muchos otros lugares por la acción del viento.
- **Transpiración:** es elemental recordar que los vegetales ocupan grandes cantidades de agua para llevar a cabo sus funciones, y que luego regresan a la at-

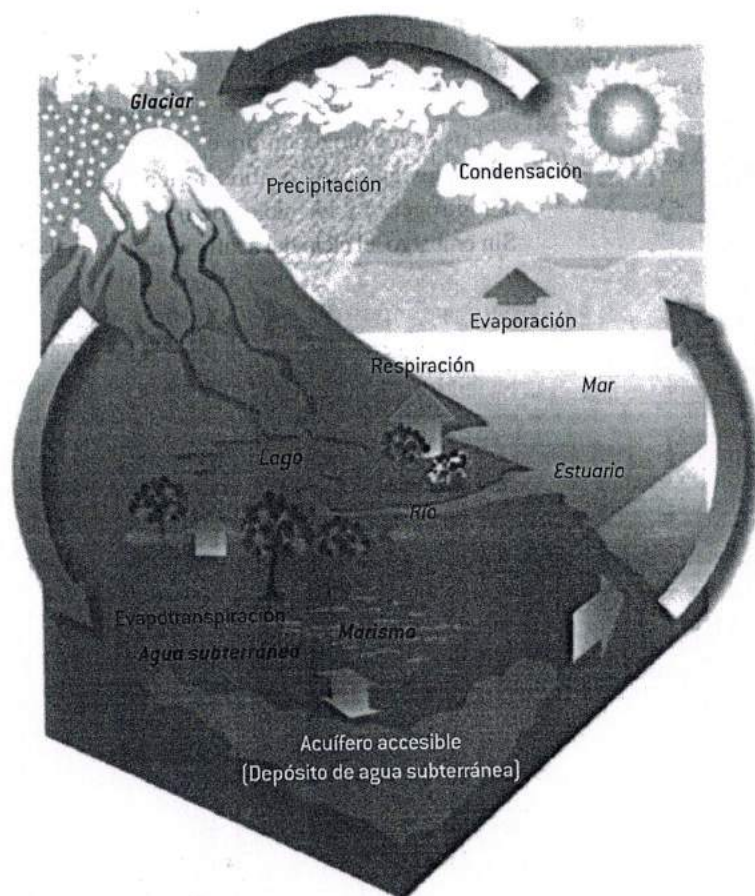


Figura 1.28. El ciclo del agua es esencial para la vida en nuestro planeta.



Valores ambientales

Libertad

La libertad nos permite decidir y actuar, sin embargo, el uso que hagamos de ella también nos hace responsables de nuestros actos, ya que éstos pueden impactar a las personas tanto a las que se encuentran a nuestro alrededor como en el futuro.

Todos los organismos vivos en el planeta necesitan agua para vivir. Entre ellos, el ser humano en particular, que requiere del agua dulce para sobrevivir.

- ¿Qué proporción de agua dulce hay en el planeta?
- ¿Cuánta agua utilizas para tu aseo personal?
- ¿Crees que una persona que vive en el campo y otra que vive en la ciudad utiliza la misma cantidad de agua?
- ¿Sabes cuál es el recorrido del agua que llega a tu casa?
- ¿Crees que en las distintas regiones del país el suministro de agua sea el mismo?
- ¿Qué opinas de las empresas que se dedican a embotellar agua?
- ¿Qué país del mundo es el mayor consumidor de agua?
- ¿Qué pasaría en un futuro si nos faltara el agua?
- ¿Qué haces en casa para cuidar y ahorrar el agua?

mósfera una parte importante del líquido a través del proceso de transpiración, que regula la temperatura en los organismos, y en las plantas como transporte de nutrientes. El agua almacenada en las plantas se difunde por medio de sus membranas y entra a la atmósfera como vapor de agua.

- **Condensación:** el vapor de agua se enfría, se condensa en gotas y forma las nubes.
- **Precipitación:** las gotas de agua van aumentando de volumen, y el aire pierde la capacidad de retenerlas y se precipitan en forma de lluvia, nieve o granizo de nuevo hacia la superficie terrestre y océanos. La cantidad de lluvia que se distribuye en la tierra es irregular, como consecuencia de los distintos factores del clima y bióticos y abióticos de la biosfera.

La precipitación del agua puede tomar diversos cursos: lograr evaporarse rápidamente por la acción de la energía solar y del viento, proceso que se conoce como evaporación simultánea; conseguir también caer en cuerpos de agua, principalmente en los océanos y mares; puede caer en las capas terrestres y dirigirse a distintos sitios, una de estas modalidades es la filtración al suelo, de donde es absorbida por los tejidos de los vegetales, iniciando con ello parte del proceso de fotosíntesis, y de nueva cuenta inicia el proceso de transpiración. También puede seguir cauces hasta unirse a arroyos, lagunas, lagos y ríos, y finalmente ser devuelta al mar. Pero también es capaz de erosionar los suelos, infiltrarse y unirse a los mantos acuíferos o aguas subterráneas y aparecer de nueva cuenta como manantiales y lagos y reiniciar el ciclo nuevamente.

Ciclo del carbono

El elemento biogeoquímico constituyente conocido como carbono se encuentra distribuido de manera extensa en la atmósfera, y su forma principal es el bióxido de carbono gaseoso (CO_2).

El bióxido de carbono es utilizado directamente por los vegetales a través del proceso de la fotosíntesis, cuyo producto son los carbohidratos, que pasan a los animales herbívoros cuando éstos consumen las plantas. Por medio de la respiración de los organismos, el bióxido de carbono regresa de nueva cuenta a la atmósfera. Debido a los crecientes procesos antropogénicos de oxidación y combustión, la producción de bióxido de carbono se disipa de manera inmediata por la circulación que se genera en el aire; entonces, el incremento de CO_2 se ve compensado en la producción de un aumento en su absorción por los vegetales y la formación de carbonatos en el océano.

Recordemos que los ecosistemas son autorreguladores, sin embargo, la producción excesiva de bióxido de carbono atmosférico que en la actualidad se manifiesta por los diversos comportamientos inadecuados en el medio ambiente provocados por el hombre, trae como consecuencia efectos nocivos para la salud, ya que los océanos no están habilitados para absorber los nuevos volúmenes de CO_2 de una manera tan rápida como el ser humano lo produce. Algunos los investigadores del clima han observado cambios que tienen que ver directamente con el bióxido de carbono, ya que éste es transparente a los rayos solares visibles, pero al igual que un material como el vidrio, absorbe el calor reflejado que proviene de la superficie de la Tierra, lo que provoca un aumento en el CO_2 atmosférico y se traduce en un incremento en la temperatura de la biosfera.

Por otro lado, cabe mencionar que el cambio climático que se está presentando en la actualidad podría provocar a futuro efectos como la fusión total de los glaciares y los hielos polares y, por tanto, la modificación del clima en un calentamiento global de la temperatura o el fenómeno conocido como efecto invernadero.

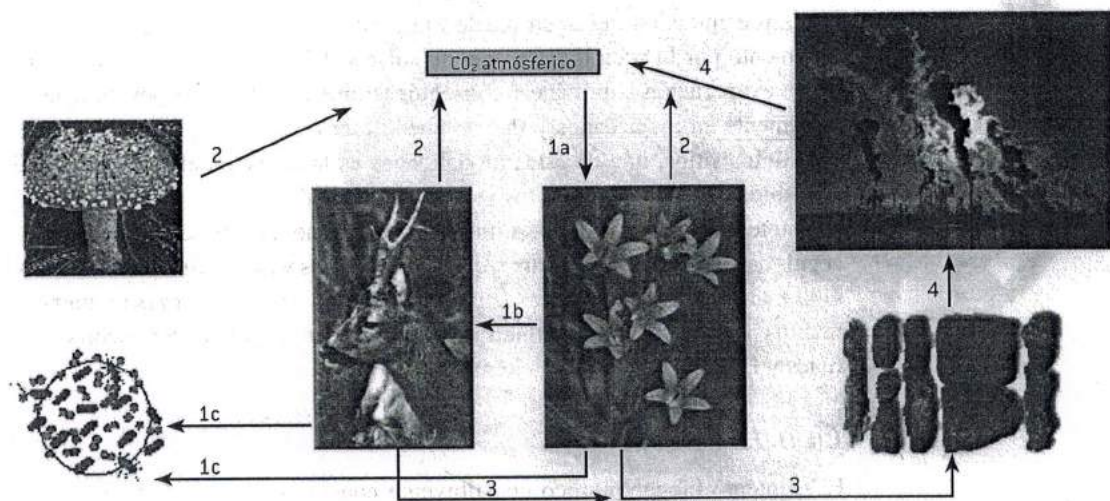


Figura 1.33. Ciclo del carbono. En los ciclos gaseosos como el del carbono, el depósito de este gas se encuentra en la atmósfera.

Ciclo del nitrógeno

El nitrógeno es un elemento básico para la vida y está presente en determinadas reacciones químicas e intercambios entre la atmósfera, los suelos y los seres vivos. Éstos se efectúan en la naturaleza de forma cíclica. Intervienen fundamentalmente en este ciclo los organismos vegetales y las bacterias fijadoras del nitrógeno. En este proceso, el nitrógeno es incorporado al suelo y será absorbido por los organismos vivos antes de regresar de nuevo a la atmósfera.

Los seres vivos no pueden utilizar de forma directa el nitrógeno gaseoso natural que se encuentra en la atmósfera.

El nitrógeno da lugar a una serie de transformaciones, por ejemplo en nitratos, y, al combinarse con otras sustancias, origina compuestos orgánicos nitrogenados útiles para las plantas y los animales. Las plantas obtienen sus nutrientes y/o compuestos nitrogenados a partir del suelo y su absorción se da por medio de las raíces. Los animales obtienen nitrógeno a partir del consumo de tejidos vegetales en los que con anterioridad fue fijado. En cualquiera de los dos casos, el nitrógeno es empleado para elaborar las macromoléculas o proteínas.

Al morir un organismo, su cuerpo es degradado por un proceso bacteriano, y a través de los compuestos nitrogenados se produce el amoníaco, que es otra de las transformaciones del nitrógeno. Este proceso se conoce como "amnificación".

Cuando los animales eliminan sus productos de desecho, los compuestos de nitrógeno regresan al suelo en forma de "urea".

Otras bacterias llamadas de nitrato convierten los compuestos de amonio y el amoníaco en nitratos, a este proceso se le denomina "nitrificación".

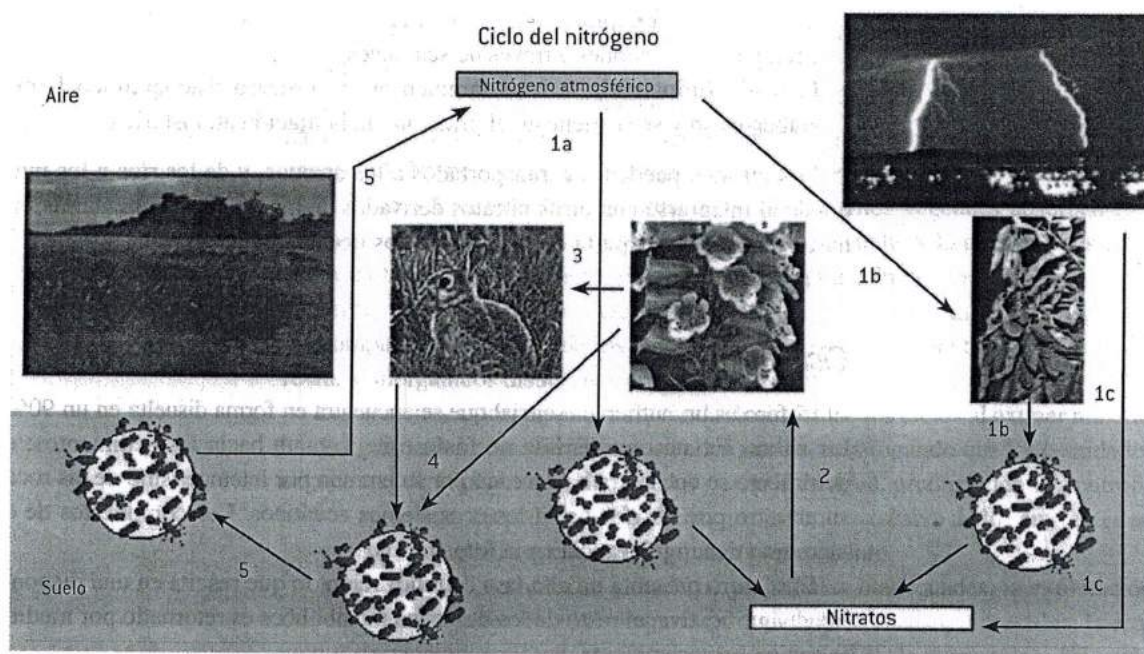


Figura 1.34. Ciclo del nitrógeno. El gas que emiten los volcanes es rico en nitrógeno, de ahí que de forma constante se esté integrando a la atmósfera.

Los aminoácidos resultan de las bacterias y hongos putreficados que degradan los tejidos de los organismos muertos.

Otro tipo de bacterias transforman el amoníaco en nitratos y, con la intervención de otras más, degradan los nitratos y liberan el nitrógeno en forma gaseosa, a este proceso se le conoce como "desnitrificación".

Existen tres formas de fijación del nitrógeno:

- **Fijación biológica:** se lleva a cabo por medio de la acción de bacterias fijadoras de nitrógeno que viven libres en el suelo, o en las raíces de algunas plantas como las leguminosas.



Valores ambientales

Respeto a las distintas formas de vida

Las concentraciones de grandes poblaciones humanas en las ciudades tienen efectos negativos en distintas poblaciones de organismos.

- ¿Qué relación tiene el cambio climático con la extinción de especies?
- ¿Qué poblaciones de organismos son endémicas de la región donde vives?
- ¿Qué especies de estas poblaciones se encuentran en peligro de extinción?
- ¿Qué se está haciendo para proteger a estas especies?
- ¿Cómo podrías contribuir a proteger a estas especies?
- ¿Existe alguna relación entre el cambio climático global y la extinción de especies?

- **Fijación atmosférica:** es un proceso fisicoquímico y se presenta cuando los relámpagos convierten el nitrógeno atmosférico en ácido nítrico, se disuelve por la lluvia y se precipita al suelo; entonces, los vegetales absorben los líquidos, agua y otros minerales a través de sus raíces.
- **Fijación industrial:** se basa también en un proceso fisicoquímico llamado Haber-Bosh y se sostiene en el principio de la fijación atmosférica.

Los nitratos pueden ser transportados a los arroyos, y de los ríos a los mares, donde al integrarse con otros nitratos derivados de las cadenas alimentarias marinas, pasan a formar parte de los sedimentos oceánicos, quedando fuera del ciclo del nitrógeno.

Ciclo del fósforo

El fósforo es un nutriente esencial que se encuentra en forma disuelta en un 90% de los casos. Existe una pérdida de fósforo importante hacia los sedimentos; este detrimento se encuentra balanceado por su entrada por intemperismo de las rocas y su arrastre por los ríos hacia los ecosistemas acuáticos. Los compuestos de este elemento tienen relevancia en la fotosíntesis.

El fósforo presenta un alta tasa de renovación, lo que resulta en una disponibilidad significativa, el resto de los desechos metabólicos es retornado por medio de la acción bacteriana.

Los ciclos sedimentarios son más lentos que los hídricos, gaseosos o atmosféricos, estos depósitos permanecen inaccesibles a los organismos, y pueden ocurrir

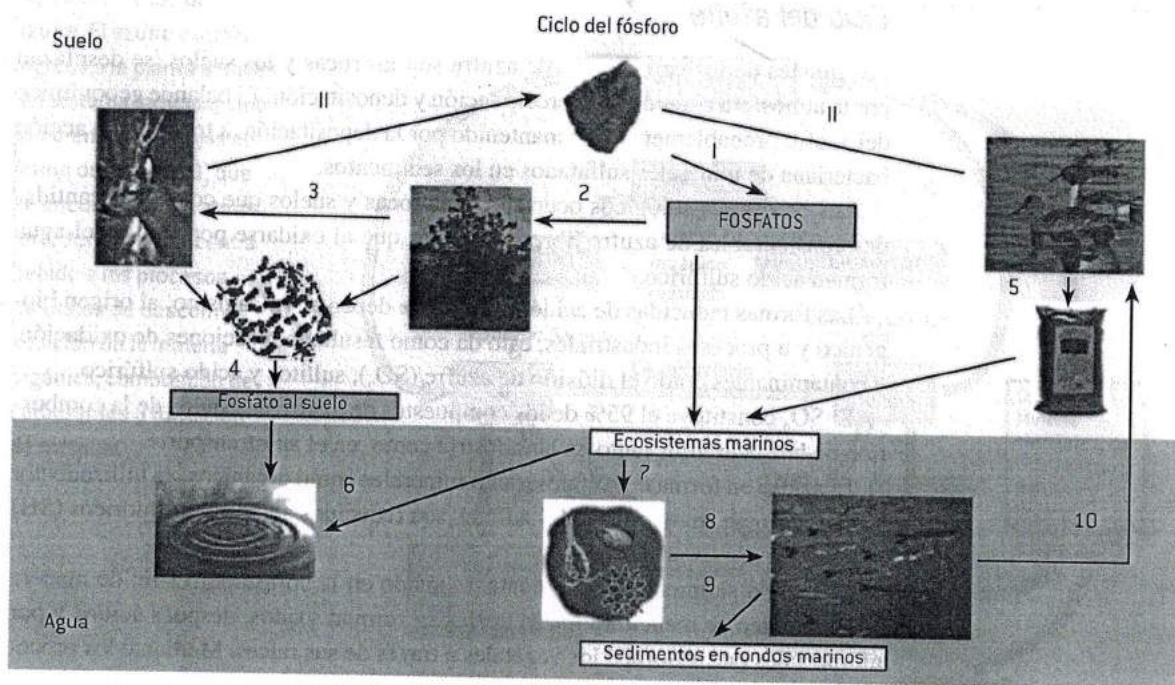


Figura I.35. El ciclo del fósforo es un ciclo típico de nutrientes sedimentarios. Su depósito principal son las rocas sedimentarias.

con el levantamiento de los continentes o por acciones del hombre en la explotación de ciertos minerales, que a la par se exponen a procesos relevantes en el caso de la contaminación por elementos tóxicos como el plomo, el mercurio y el cadmio.

Este elemento es un componente vital de las moléculas genéticas, ácido desoxirribonucleico (DNA) y ácido ribonucleico (RNA), así como de las productoras de energía (ATP), necesarias para el funcionamiento de las células.

El ciclo del fósforo da inicio cuando los organismos vegetales absorben este elemento por medio de sus raíces, como el fosfato disuelto y lo añaden a sus células. A partir de la ingesta de vegetales, los animales (incluidos los humanos) obtienen el fósforo y al morir o excretar, las bacterias llamadas fosfatizantes degradan los compuestos orgánicos de los tejidos muertos, ocurriendo su transformación en fosfatos inorgánicos disueltos y completando el ciclo.

Las acciones antropogénicas alteran la dinámica de los ciclos al extraer minerales y depositarlos como fertilizantes en los suelos, ocasionando que las cantidades excedentes de fósforo se trasladen a los cuerpos de agua, produciendo una eutrofización acelerada, entendida como el enriquecimiento excesivo de los nutrientes en los cuerpos de agua lo que los desequilibra bióticamente.

A través de las actividades ganaderas y agrícolas inadecuadas, la explotación de suelos limita la fertilidad de la tierra en cuanto a los recursos forestales; la erosión y lixiviación, consecuentemente, traen una pérdida de nutrientes y del suelo mismo, además de que los elementos no esenciales que se incorporan a este ciclo contaminan las cadenas tróficas.

Ciclo del azufre

Las fuentes de los compuestos de azufre son las rocas y los suelos, se desplazan por la atmósfera a través de la precipitación y depositación. El balance geoquímico del azufre probablemente está mantenido por la depositación, a través de la acción bacteriana de minerales sulfatados en los sedimentos.

Los procesos geológicos ocurren en las rocas y suelos que contienen cantidades considerables de azufre libre o sulfuros, que al oxidarse por medio del agua forman ácido sulfúrico.

Las formas reducidas de ácido sulfúrico se deben al vulcanismo, al origen biogénico y a procesos industriales, esto da como resultado reacciones de oxidación, y contaminantes como el dióxido de azufre (SO_2), sulfitos y ácido sulfúrico.

El SO_2 constituye el 95% de los compuestos de azufre derivados de la combustión de hidrocarburos tanto en la industria como, en el autotransporte.

El azufre en forma de sulfatos, tanto minerales como orgánicos, es utilizado por todos los organismos vivos. Los sulfatos son reducidos a grupos sulfhídricos (SH) durante la síntesis protéica.

Este ciclo se inicia con el elemento situado en la corteza terrestre; de manera natural, como se mencionó líneas arriba, se forman óxidos, después ácidos y por último sales que absorben los vegetales a través de sus raíces. Mediante los procesos químicos las sales se transforman en aminoácidos, que durante la fotosíntesis originan las proteínas, así como moléculas complejas y pesadas, lo contrario a los óxidos formados al principio de la cadena.

Al haber precipitación pluvial, las plantas, animales y los seres humanos recibimos un baño de agua ligeramente ácida (ácido nítrico y sulfúrico), es decir, lo que conocemos como lluvia ácida. No obstante, hace algunas décadas este proceso no afectaba, debido a que los ácidos quedaban disueltos, porque el agua en forma de lluvia era capaz de disolverlos.

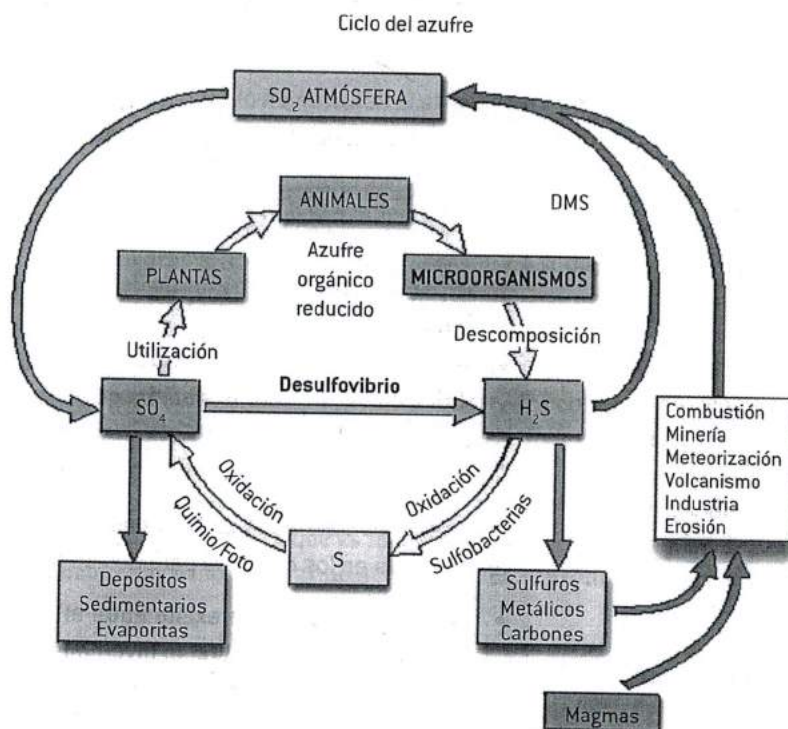
Esa capacidad del agua de lluvia comenzó a disminuir a partir de la industrialización y el uso desmedido de los automóviles, cuya gasolina contiene azufre como contaminante. Este tipo de contaminación se inicia cuando el tubo de escape de algún motor se calienta y activa el nitrógeno y el azufre, liberándolos a la atmósfera, produciendo así ácidos nítricos y sulfúricos que elevan los niveles de contaminación ácida y nitrosa atmosférica, que con los rayos ultravioleta solares es la causa principal del smog.

Quizá esto haya pasado desapercibido para la mayoría de la población que vive en las grandes urbes, incluida la ciudad de México como un caso especial.

Pero, cuando los bosques empezaron a debilitarse y morir; cuando las estatuas de bronce y otras obras de arte ubicadas en áreas abiertas mostraron señales de corrosión, fue entonces cuando nos percatamos de que la lluvia ácida producto de elementos nitrogenados y sulfúricos tenía efectos muy nocivos.

La lluvia ácida formada por estos compuestos no tiene fronteras, y al generarse localmente puede alcanzar dimensiones globales; la acción del viento interviene para depositar los elementos de un lugar a otro, así la contaminación que se genera en la Ciudad de México se desplaza a ciudades y países cercanos al nuestro. ¿Pero qué ocurre si las cantidades de lluvia ácida que generan para sus vecinos son mayores que las que se producen en su territorio?

Figura 1.36. Ciclo del azufre. El azufre no sólo ingresa a la planta a través del sistema radicular sino también por las hojas en forma de gas de SO_2 que se encuentra en la atmósfera, donde se concentra debido a los procesos naturales de descomposición de la materia orgánica, combustión de carburantes y fundición de metales.



El problema es latente, cualquier tipo de contaminación deteriora el medio ambiente y daña la calidad de vida tanto de las personas como de los demás seres vivos que habitamos en un planeta donde no existen fronteras para la importación y exportación de los problemas ambientales.



Actividad 5

Experimento del Efecto Invernadero

Objetivo: Identificar los cambios de los ciclos biogeoquímicos del carbono y del agua, originados por el efecto invernadero incrementados.

Material

- Recipiente de plástico.
- Dos termómetros (de laboratorio)
- Plástico transparente (similar al de forrar libros).
- Cinta adhesiva.
- Tierra recién obtenida de un jardín con plantas pequeñas.
- Agua.

Proceso

1. Vierta la tierra recién obtenida a un recipiente de plástico. Se esparce de tal forma que toda la superficie interna del recipiente quede cubierta uniformemente.
2. Se humedece la tierra, echándole agua en proporción a la tierra que hay en el recipiente.
3. Se pone el termómetro interno de modo que entre en contacto con la tierra húmeda.
4. Se tapa el recipiente con el plástico transparente de manera que se pueda abrir y cerrar fácilmente siempre que sea necesario.
5. Se expone el recipiente al Sol y se deja a su lado el termómetro externo.
6. Se registra la temperatura interna y externa cada 30 minutos.

Con los datos obtenidos elabora dos gráficas, que muestren los cambios de temperatura en los distintos periodos de tiempo del día.

- Explica la relación que existe entre el vapor de agua y el CO_2 (dióxido de carbono) respecto del Efecto Invernadero en la atmósfera.
- Elabora un informe sobre los resultados de esta actividad experimental.

Biosfera

Hasta el momento el único planeta del universo en el que se conocen formas de vida es el nuestro: la Tierra. Como has estudiado en otras materias, principalmente en biología, esto ha sido posible gracias a un proceso de evolución de la vida, que

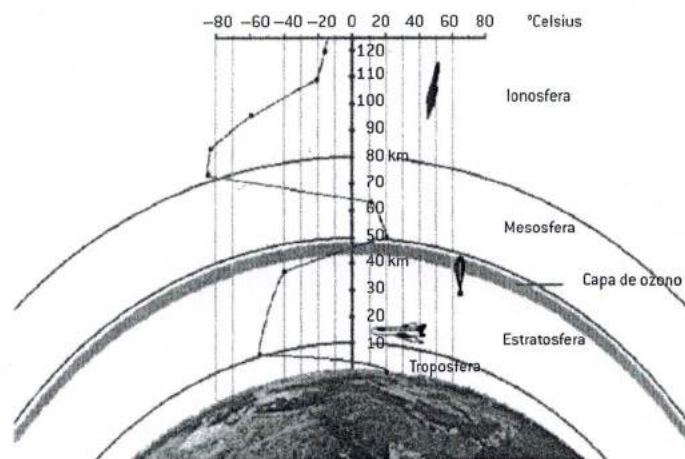


Figura 1.37. La biosfera ocupa alrededor de 10 km en la atmósfera hasta la profundidad del suelo del océano más hondo. Véase imagen en: <http://www.geocities.com/RainForest/Canopy/7800/es-biosfera.html>

ha dado lugar a la existencia de la biodiversidad. Al espacio de la Tierra donde es posible encontrar vida se le denomina biosfera.

Definición de biosfera

La definición más aceptada sobre la biosfera (del griego *bios* = vida y *sfaira* = esfera) es considerarla como la esfera o capa del planeta Tierra y su atmósfera que cubre toda la superficie (incluidos los océanos), y en la que viven todos los seres vivos. Pero también puede entenderse como el sistema material formado por el conjunto de los seres vivos y el medio físico que les rodea y que ellos contribuyen a formar. Por ello se le considera como el ecosistema global. En ocasiones suele utilizarse como sinónimos de biosfera los términos de ecosfera o biogeosfera.

Los componentes de la biosfera: litosfera, hidrosfera y atmósfera permiten el desarrollo de la vida en el planeta.

La **litosfera** es la envoltura sólida que está externamente representada por el relieve terrestre; la **hidrosfera** que es la capa líquida formada por ríos, lagos, humedales, mares y océanos y; la **atmósfera** que es una envoltura gaseosa que rodea totalmente la Tierra.

La Tierra como un todo

La Tierra es considerada como un gran sistema, en el que las interrelaciones entre sus componentes permite la posibilidad de la existencia de las distintas formas de vida. La Teoría de *Gaia* (diosa griega de la Tierra) formulada por el químico James Lovelock en 1969 (aunque publicada en 1979) explica muy bien a la Tierra como un todo. De acuerdo con esta teoría, la Tierra es una entidad compleja que implica a la biosfera, atmósfera, océanos y tierra; constituyendo en su totalidad un sistema cibernético o retroalimentado que busca un medio óptimo para la vida en el planeta. En esta teoría se pone énfasis en la interrelación e interdependencia de todo fenómeno, así como en la participación de todos los organismos para la continuidad de la vida en el planeta.

En la biosfera se fomentan y mantienen las condiciones adecuadas para sí misma, lo que afecta, a su vez al medio ambiente y la existencia de los organismos que la habitan.



Valores ambientales

Respeto al planeta

Según algunas teorías, la Tierra posee características similares a las de un ser vivo. Desde esta perspectiva ¿cuál es tu respuesta a estas preguntas:

- ¿Está "enfermo" el planeta?
- ¿El cambio climático global es una "enfermedad" del planeta?
- ¿Qué hacer para revertir el cambio climático global?
- ¿Qué efectos tiene el cambio climático global para el medio ambiente y los organismos que lo habitan?



Actividad 6

El CO₂ en la atmósfera

La biosfera es la capa o esfera en donde se desarrolla la vida en el planeta. Los problemas ambientales, aunque se den localmente, afectan en forma global; por ejemplo, los problemas con los gases que se emiten a la atmósfera como el CO₂ y el ozono. Te invitamos a investigar al respecto.

- ¿Qué fuentes contaminan con CO₂ y cuáles con ozono?

- ¿A dónde van los gases que se generan en las ciudades?

- ¿Qué pasa con el ozono y el CO₂ que se emiten en las ciudades, a qué parte del planeta van a parar?

- ¿Qué efecto tiene en la biosfera un problema como la contaminación atmosférica de una ciudad?

- ¿Cómo afecta este problema a los individuos, las poblaciones y las comunidades tanto humanas como de otras especies?

Bibliografía para el alumno

1. Arana, Federico. *Ecología para principiantes*. México. 1994. Trillas.
2. Franco, Miguel. *Ecología de poblaciones*. México, 1990. En la revista *Ciencias de la UNAM*, especial no. 4.
3. Leo, Smith Robert y Smith M. Thomas. *Ecología*. 4a. ed. Madrid, 2001. Pearson Educación.
4. SEMARNAT. *Ecología y medio ambiente: una responsabilidad compartida*. México. 2005. Fondo de Cultura Económica.

Bibliografía para el maestro

1. Krebs, Charles. *Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia*. México. 1985. Harla.
2. Leff, Enrique. *Medio ambiente y desarrollo en México*. México, 1990/1990. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades. UNAM.
3. J. Lovelock (*La venganza de la Tierra. La teoría de Gaia y el futuro de la humanidad*). México. 2006. Editorial Planeta.
4. Odum. E. P. *Ecología*. México, 1982. Interamericana.
5. Soberón, Mainero Jorge, *Ecología de poblaciones*. México. 1984. SEP, FCE, CONACYT.