



Programa de la asignatura:

# Ecología

## U1

Fundamentos de Ecología



DCSBA



TECNOLOGÍA  
AMBIENTAL



# Unidad 1. Fundamentos de Ecología





## Índice

Presentación de la asignatura .....	4
Propósitos de la unidad .....	7
Competencia específica .....	7
Actividades.....	8
<b>1.1. Conceptos básicos de Ecología .....</b>	<b>8</b>
1.1.1. El enfoque multidisciplinario de la Ecología .....	13
1.1.2. Ecosistema y capacidad de carga .....	15
1.1.3. Factores bióticos y abióticos.....	20
1.1.4. Biósfera, Biomasa, Resiliencia, niveles de organización y tróficos.....	23
<b>1.2. Termodinámica y Ecología .....</b>	<b>30</b>
1.2.1. Primera y segunda ley de la termodinámica en Ecología.....	31
1.2.2. Implicaciones.....	33
Cierre de la Unidad .....	35
Para saber más.....	36
Fuentes de consulta .....	37



## Presentación de la asignatura

Esta unidad intenta explicar los fundamentos ecológicos básicos, así como la distinción entre los factores abióticos y bióticos dentro de un ecosistema, las relaciones que se tienen dentro de los niveles de organización y tróficos que se dan en los ecosistemas y la relación que hay entre la termodinámica y la Ecología a través de sus dos primeras leyes. La unidad está dividida en dos grandes secciones; en la primera se abordará la parte conceptual, y en la segunda sección observaremos la relación que tiene la termodinámica con la Ecología por medio de sus dos primeras leyes y las implicaciones que se dan en los ecosistemas.

La Ecología la encontramos en el campo del conocimiento de las Ciencias Naturales, dentro de ellas es importante la aplicabilidad que se tiene dentro del ámbito escolar, ya que, por su importancia interdisciplinaria, por la relación que se presenta de ella con otras áreas del conocimiento, funciona como integradora de las Ciencias Naturales.

En el ámbito educativo es importante reconocer el campo de estudio de la Ecología para poder entender las problemáticas ambientales que nos atañen como sociedad y así poder darles una solución.

Por tanto, se requiere de estudiantes con mucha participación, que sean capaces de proponer soluciones aplicables y funcionales en el entorno en el que habitan.

Ahora bien, desde que el hombre vive en sociedad ha podido concentrarse no sólo en su supervivencia sino en analizar su entorno. En un principio sus explicaciones fueron de tipo mitológico y poco a poco, éstas se fueron haciendo más formales hasta transformarse en lo que hoy conocemos como ciencia. La ciencia se ha ido haciendo cada vez más diversa y específica, un ejemplo claro de ello es el desarrollo de la alquimia, que hoy se conoce como química.

El estudio que nos compete en esta ocasión es el de la Ecología, la cual es una disciplina joven que surgió como tal en el siglo XIX, la cual obtiene sus bases de las situaciones más antiguas, es decir, las relaciones entre los elementos de un ecosistema.

En la actualidad el ser humano se ha hecho más consciente del impacto que genera su actividad sobre la naturaleza, el surgimiento de la Ecología es prueba de ello y se



ha fortalecido y expandido al grado que ha impactado, desde programas educativos hasta series televisivas, transformándose así en un tema de interés mundial.

La Ecología como muchas otras no es una disciplina aislada, requiere de otras ciencias para complementar sus estudios, tales como: la Biología, la Física, la Química, etc. Es multidisciplinaria y su campo es casi ilimitado.<sup>1</sup> Con la Biología comparte el estudio con sus ramas como la Biogeografía, al analizar el porqué de la distribución de los organismos; la Genética al analizar el flujo de los genes en las poblaciones y la Evolución al analizar las adaptaciones de los organismos. La relación que tiene con la Física es sobresaliente, específicamente con la Termodinámica, al analizar los flujos de energía y materia que existen en un ecosistema. También existe relación con la Química, al profundizar en la explicación de los procesos metabólicos y fisiológicos relacionados con el ambiente.

Hoy en día la Ecología presenta diversas áreas de estudio, entre ellas: la **Ecología teórica** o el modelaje y proyecciones de las poblaciones y comunidades, la **Biología evolutiva** que va apegada con la **Autoecología** al estudiar particularmente la historia evolutiva de los organismos y sus relaciones con los factores bióticos y abióticos y, finalmente, la **Ecología de sistemas** va relacionado con la **Sinecología** que estudia las relaciones interespecíficas a partir de comunidades e interacciones hacia sus ecosistemas. Para poder ampliar esta información puedes consultar el libro *Landscape ecology: Concepts, methods and applications* escrito por *Burel Francoise, Jaques Baudry*, este lo puedes consultar en la sección de *Fuentes electrónicas*.

Uno de los objetos de estudio de la Ecología es la distribución y abundancia de los organismos, poniendo especial atención en la relación de éstos mismos con su ambiente. Para comprender mejor cómo se organizan los sistemas vivos, se pueden definir niveles de estudio: un primer nivel individual de organismos, el segundo nivel son las poblaciones que son individuos de la misma especie y por último comunidades que agrupan poblaciones. En el **nivel de individuos** es posible estudiar cómo el entorno con sus componentes bióticos y abióticos afectan a estos

---

<sup>1</sup> Para ampliar la información sobre los fundamentos de la Ecología puedes consultar la siguiente liga: [http://www.natureduca.com/cienc\\_hist\\_precursores.php](http://www.natureduca.com/cienc_hist_precursores.php), en ella lo que podrás ver es la Historia de la Ecología, también la puedes consultar en la sección *Para saber más*.



organismos, en el **nivel de poblaciones** estudia la presencia y ausencia de las especies en las regiones, así como su abundancia y sus relaciones entre sí (interpoblacional). El **nivel de comunidades** estudia la composición o estructura de éstas, es decir, qué poblaciones la componen y sus relaciones entre ellas (intrapoblaciones).

Ahora bien, para entrar de lleno en el estudio de la asignatura, es importante conocer de forma precisa los propósitos de la unidad y la competencia que debes lograr al finalizarla.



## Propósitos de la unidad



A través de esta unidad serás capaz de entender los conceptos fundamentales de la Ecología, distinguirás los factores abióticos y bióticos en los diferentes ecosistemas, comprenderás las relaciones e implicaciones que tienen las leyes de la termodinámica en los mismos, y sus niveles de organización y tróficos dentro de los ecosistemas.

## Competencia específica



**Distingue** los Fundamentos de Ecología para determinar los principales factores que la integran a través de la descripción de sus componentes.



## Actividades



Las instrucciones de las actividades de aprendizaje, las podrás consultar en el espacio de *Avisos importantes*, toma en cuenta que para estas unidades se han generado actividades colaborativas, individuales, complementarias, autorreflexiones y la evidencia de aprendizaje.

### 1.1. Conceptos básicos de Ecología

La Ecología ha tenido una enorme trascendencia en estos últimos años, así como importancia práctica desde el origen de la humanidad. Para sobrevivir en la sociedad primitiva, todos los individuos necesitaron conocer su ambiente; es decir, las fuerzas de la naturaleza y las plantas y animales que los rodean; por esto, el creciente interés del hombre por el ambiente en el cual vive y se desarrolla, es por ello que ha tomado consciencia de los problemas que afectan nuestro planeta y exigen una pronta solución.

El concepto de Ecología tiene algunas variaciones de acuerdo al autor del que se trate, por ejemplo, Eugene Odum (1977), la definió como el estudio de las relaciones de los organismos o grupos de organismos con su medio, y también se le define como el estudio de la estructura y función de la naturaleza, entendiendo que el hombre es parte de esta. Para Ramón Margalef (1980), la Ecología es el estudio de los ecosistemas y se aparta de las otras ciencias porque mientras estas tienden al análisis, a circunscribirse y luego dividir su campo de trabajo, la Ecología es una



ciencia de síntesis, que combina los materiales de distintas disciplinas con sus propios puntos de vista.

La palabra Ecología se deriva etimológicamente de las raíces griegas, oikos, que significa “casa” o “lugar para vivir”, y de logos, que significa “tratado”, discurso o estudio, y se puede determinar que es el estudio de la vida doméstica de los organismos vivos.

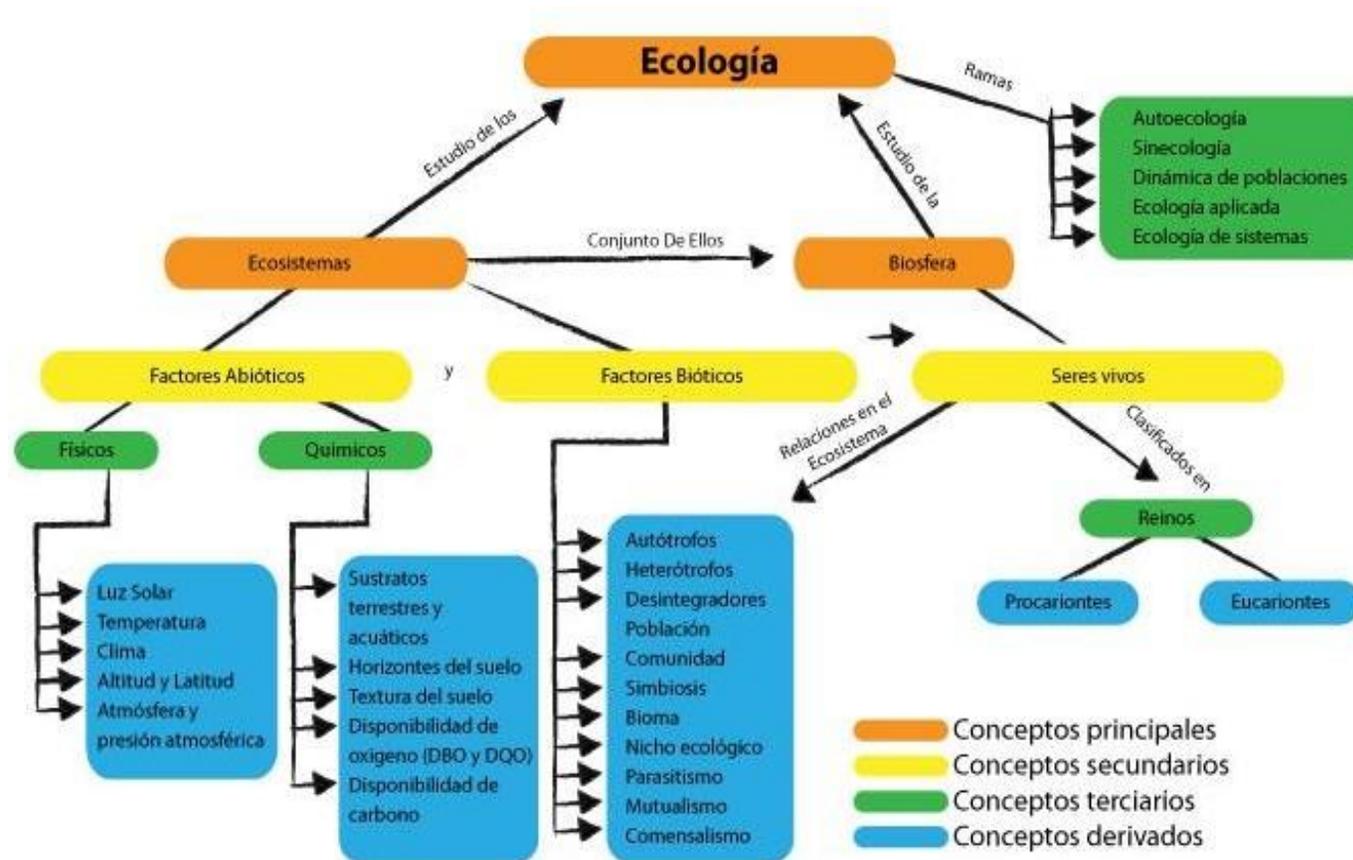
La Ecología como ciencia existe desde principios del siglo veinte, ya que anteriormente se le consideraba como parte de la Biología; aunque este vocablo se introdujo desde 1866 por el zoólogo Ernest Haeckel (1834 – 1919), dentro de su obra La Morfología General de los Organismos.



Para poder ampliar tu información sobre la trascendencia de la Ecología puedes consultar en la sección Para saber más el sitio Naturaleza educativa en donde podrás profundizar sobre la historia de la Ecología y sus precursores.



Mapa conceptual de la Ecología, y su relación que tiene con los ecosistemas y la biosfera.



Tomado de Vázquez (2001)



A continuación, se describen algunos conceptos básicos de Ecología, para que vayas entendiendo la asignatura y hacerte del conocimiento a través de ellos:

El primero de estos términos es el **ambiente**, que comprende un conjunto de procesos y funciones con los que se desarrolla y opera un ecosistema; forma el espacio en el cual se presentan las cualidades específicas por la interacción de los factores limitativos y la biota, es decir, todos los organismos vivos.

Dentro de este ambiente se encuentran inmersos los **ecosistemas**, que se definen como sistemas biológicos que se encuentran inmersos en el ambiente presentando interacciones con sus diferentes elementos. Dentro de las interacciones biológicas que se presentan se desarrollan asociaciones entre los organismos, una **asociación** se distingue por formas de organización dentro de los organismos, poblaciones y comunidades para un fin determinado en un mismo lugar (*sensu* Ricklefs, 1979).

Dentro de los niveles de organización mencionados anteriormente podemos distinguir **poblaciones**, que se definen como el conjunto de organismos de una misma especie que se presentan en el mismo espacio y tiempo. Otro nivel de organización son las **comunidades** las cuales agrupan la población de diferentes especies. Cuando hablamos de una comunidad que agrupa al factor biótico nos estamos refiriendo a una comunidad biótica.

Conociendo y diferenciando las poblaciones y las comunidades, es necesario que comprendas el concepto de **ecodiversidad**, término que describe la gran variedad integral del paisaje, tomando en cuenta la diversidad biológica (biodiversidad), la diversidad del medio físico y la diversidad cultural y étnica.

La disciplina encargada del análisis de la pertinencia en el manejo de los organismos es la **conservación biológica**. Ésta comprende al uso racional de los recursos naturales con miras a asegurar la permanencia de buenas condiciones de vida para el hombre actual y las futuras generaciones, así como el mantenimiento de la diversidad biológica y la base de recursos.



Un área de la conservación biológica es la conservación ecológica, puedes revisar un caso: *Bahía de los Ángeles en Baja California Conservación Ecológica*, escrito por Gustavo D. Danemann, Exequiel Ezcurra y Enriqueta Velarde, éste lo puedes encontrar en la sección *Para saber más*.

Entre los niveles de organización existen asociaciones que llegan a darse entre los organismos y son conocidas como **redes tróficas**, en ellas hay un conjunto de cadenas alimentarias o **cadenas tróficas** de un ecosistema, interconectadas entre sí mediante relaciones de alimentación entre productores y consumidores. Tanto las plantas como los herbívoros y los carnívoros forman parte de la red trófica.

Como los mencionamos anteriormente existen dos grandes grupos dentro de las cadenas tróficas, estos cumplen funciones específicas dentro de un ecosistema: Productores y consumidores. Los **productores** son aquellos grupos de organismos que producen la energía y materias disponibles en el ecosistema a partir de la fotosíntesis (autótrofo). Son todos los organismos que fabrican su propio alimento, por ejemplo, las plantas verdes, algas y las bacterias fotosintéticas. Los **consumidores** son organismos heterótrofos que se alimentan a partir de otros organismos, como en el caso de los que se alimentan de organismos vegetales (herbívoros o consumidores primarios), animales (carnívoros o consumidores secundarios), de ambos (omnívoros o consumidores terciarios), de carroña (carroñeros, detritívoros y saprobios) y de materia orgánica en descomposición (organismos degradadores o consumidores terminales).

Se pueden distinguir diferentes enfoques a la Ecología, pero, en términos generales, podemos decir que la **Ecología** se define como la ciencia natural que estudia las relaciones sistémicas entre los individuos, dentro de ellos, entre ellos y el ambiente. A diferencia de la Ecología, el **Ecologismo** implica una organización y movimiento sociopolítico que propugna la defensa de la naturaleza y la armonía entre esta y el progreso. Para que puedas ampliar tu información, consulta el libro: *Las ideas políticas en el siglo XXI*, escrito por Joan Antón Mellón. Puedes encontrar la liga en la sección *Fuentes electrónicas*.



Estas definiciones las puedes consultar y ampliar en el *Diccionario de Ecología: Paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica*. (2001). Puedes encontrar la liga en la sección Para saber más.

### 1.1.1. El enfoque multidisciplinario de la Ecología

Dadas las complejas interacciones que se dan dentro del ecosistema y que conllevan a todo tipo de procesos físicos y biológicos, la Ecología se fundamenta en otras ciencias y disciplinas.

Estas relaciones hacen que la Ecología sea una ciencia interdisciplinaria. Si revisamos algunas de las relaciones que tienen la Ecología con otras ciencias podemos distinguir con la **Física** un vínculo al analizar los procesos que implican flujos de energía y materia dentro de un ecosistema, desde otra perspectiva la **Química** nos ayuda a comprender ciclos como del carbono, nitrógeno, hidrógeno, etc. dentro de un ecosistema, igualmente tiene una relación con la **Geografía**, cuando se sustentan explicaciones sobre la distribución de ecosistemas influenciados por factores geográficos.

Otra de las relaciones importantes y desarrolladas recientemente es con las ciencias sociales como la **Sociología** y la **Economía**, donde al analizar el desarrollo sustentable requiere de los fundamentos que brinda la Ecología.

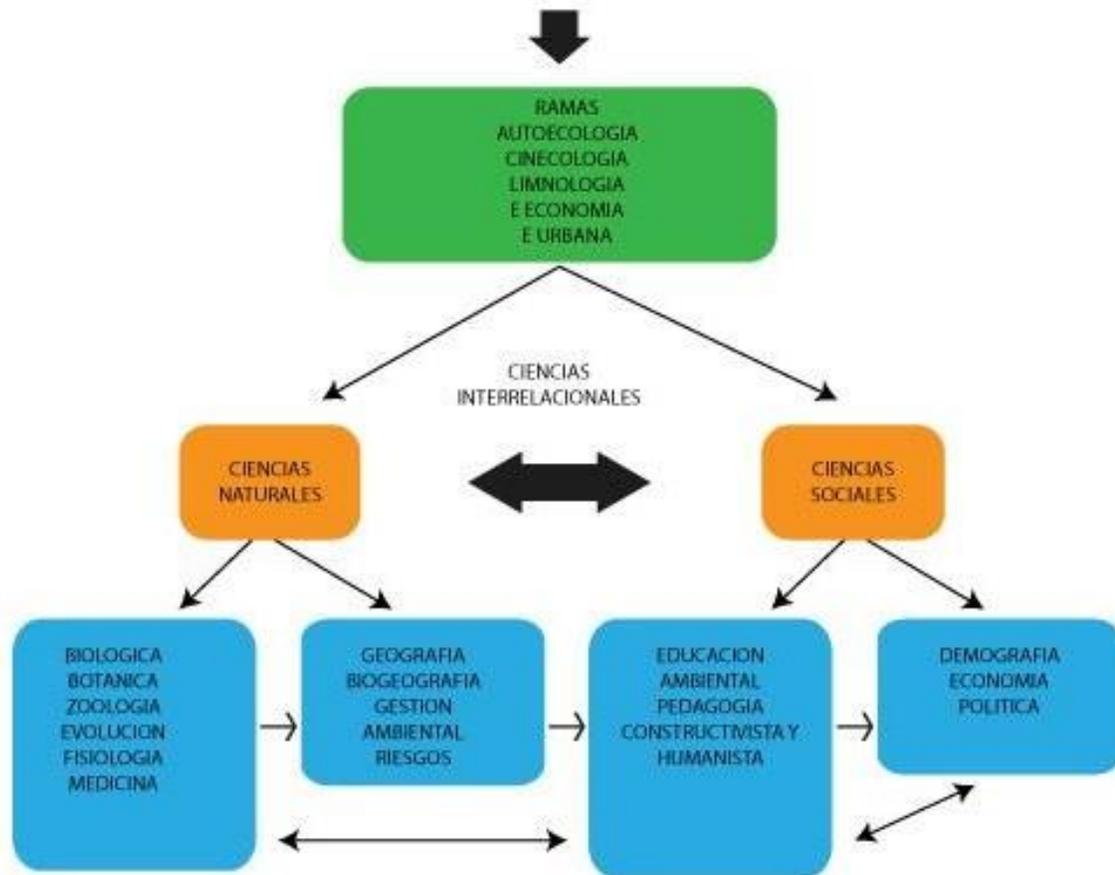
Una de las ciencias imprescindibles que interactúan con la Ecología son las **Matemáticas**, ya que, por medio de ellas, pueden realizar las proyecciones y extrapolaciones del número y distribución de las especies, la evolución de la biomasa, y para cuantificar las presiones del entorno en un bioma dado.



Hay muchas más disciplinas que se encuentran relacionadas con la Ecología, solo se han mencionado aquellas que están más íntimamente relacionadas; en el libro *Ecología y medio ambiente*, escrito por Teresa Valverde Valdés y Zenón Cano-Santana puedes consultar en la sección de *Bibliografía complementaria* y así podrás ampliar tu conocimiento acerca de la relación de otras disciplinas con la Ecología.

El siguiente esquema representa la relación de la Ecología con otras ciencias.

La Ecología y otras ciencias.



Tomado de Vázquez (2001)



### 1.1.2. Ecosistema y capacidad de carga

El concepto de ecosistema es especialmente interesante para comprender el funcionamiento de la naturaleza y de las cuestiones ambientales. Hay que insistir siempre en que la vida humana se desarrolla en una estrecha relación con la naturaleza y que su funcionamiento nos afecta totalmente. Es un error considerar que nuestros avances tecnológicos: automóviles, grandes construcciones, industria en todos sus aspectos, etc., nos permitirá vivir al margen del resto de la biosfera y el estudio de los ecosistemas, de su estructura y de su funcionamiento.

El ecosistema es el nivel de organización más destacado de la naturaleza y por ello es el centro de estudio de la Ecología. Como ejemplo de los ecosistemas podemos mencionar el bosque, el océano, un río o un lago, considerados sistemas complejos, formados por una trama de elementos físicos (biótopo) y biológicos, denominado biocenosis, es decir, comunidad de organismos. Hasta una fruta que se está pudriendo es un ecosistema ya que existen patrones de funcionamiento entre elementos vivos y no vivos.

El concepto de ecosistema es aún más amplio que el de comunidad, porque incluye, además de la comunidad, el ambiente no vivo, con todas las características de su clima, temperatura, sustancias químicas presentes, y condiciones geológicas, etc. Además, contempla las relaciones que mantienen entre sí los seres vivos que componen la comunidad, pero también las relaciones con los factores no vivos.

Otro ejemplo de ecosistema es el de la ecósfera, que en su conjunto es el ecosistema estudiado más grande ya que comprende todo el planeta y reúne a todos los seres vivos en sus relaciones con el ambiente no vivo que existe en la tierra. Pero dentro de este gran sistema se encuentran subsistemas que son ecosistemas más delimitados.

#### **Funcionamiento de los ecosistemas**

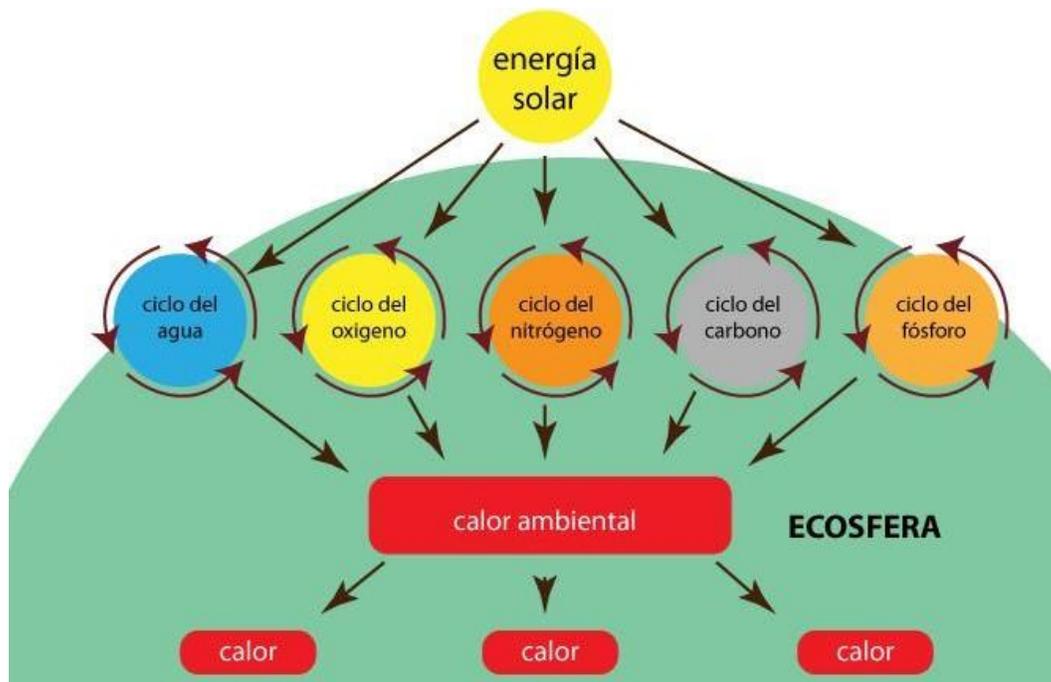
El funcionamiento de los ecosistemas es parecido, ya que siempre necesitan de una fuente de energía que fluya dentro de los distintos componentes del sistema, mantiene la vida y moviliza, por ejemplo, el agua, los minerales y otros componentes físicos del mismo. La fuente primera y principal de energía es el sol.



En los ecosistemas existe, un movimiento continuo de los materiales. Los diferentes elementos químicos pasan del suelo, el agua o el aire a los organismos, y de unos seres vivos a otros, hasta que vuelven nuevamente a la tierra, cerrándose así el ciclo.

Dentro de un ecosistema la materia siempre se recicla. Es decir, -en un ciclo cerrado- y la energía pasa – fluye- generando con esto una organización en el sistema.

Ciclo energético del ecosistema.



Tomada de Vázquez, (2001)

Al estudiar los ecosistemas lo que más interesa de estos, es el conocimiento de las relaciones que se dan entre los elementos, y el cómo son estos elementos. Como sistema complejo, la variación en un componente del sistema repercute en los demás componentes; es por eso que son importantes las relaciones que se establecen dentro del mismo. También en los ecosistemas se estudian y analizan las relaciones alimenticias, los ciclos de la materia y los flujos de energía.



Como todos los sistemas, los ecosistemas poseen características propias que los definen, y que es tener siempre una buena organización. Esta organización se mantiene gracias a los continuos aportes de información que vienen del exterior y, dependen especialmente de los procesos de autorregulación que se llevan a lugar en su interior. A través de estos procesos el sistema siempre controla el resultado de sus acciones anteriores y puede regular así las acciones futuras, tomando como un referente importante la información que tiene de las acciones pasadas, provocando con esto una mejor organización y función de los ecosistemas.

Se clasifican 4 funciones principales de los ecosistemas:

- **Función de regulación:** es la capacidad -natural y semi-natural- de los ecosistemas para regular el proceso ecológico y el sistema de soporte de vida, proveyendo y manteniendo un medio ambiente sano, como atmósfera, agua y suelo limpios.
- **Función de sostén:** capacidad -natural y semi-natural- de los ecosistemas para proporcionar espacio y sustrato a las actividades humanas.
- **Función de producción:** Esta función se relaciona con los recursos suministrados por la naturaleza, tanto materias primas para usos industriales como alimento o recursos energéticos.
- **Función de formación:** Esta función está relacionada con la capacidad que los ecosistemas naturales tienen para contribuir a mantener la salud mental y emocional, proveyendo oportunidades de esparcimiento, actividad deportiva o relajación, entre otras.

Estas funciones específicas antes mencionadas, nos enmarcan la capacidad de carga que pueda tener un ecosistema para poderse autorregular y mantenerse organizado, es decir su límite natural para su crecimiento y desarrollo sin un daño significativo y con capacidad de auto sustentabilidad.

### Capacidad de carga del ecosistema

Algunos ecologistas definen a la capacidad de carga como aquella en la que una población de una especie dada en un hábitat determinado puede soportar de manera indefinida, sin un daño permanente al ecosistema del cual es dependiente.

La capacidad de carga de una especie biológica en un ambiente es el tamaño máximo de población que el ambiente o ecosistema puede soportar

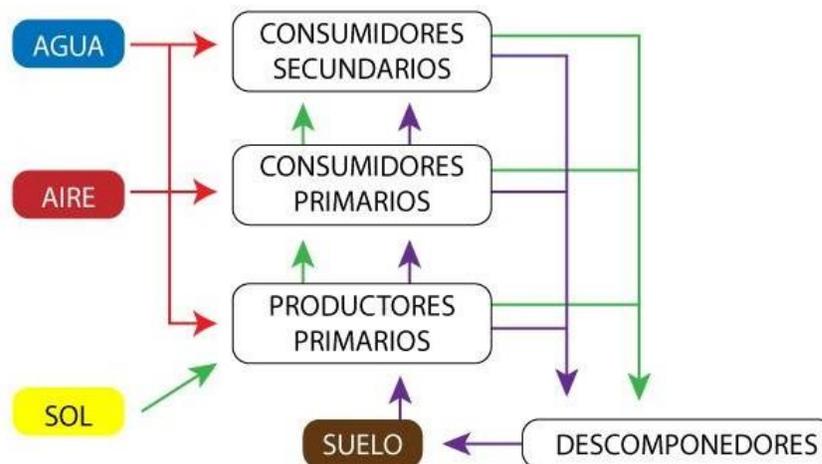


indefinidamente, tomando en cuenta el alimento, agua, hábitat, y algunos otros elementos necesarios disponibles en ese ecosistema. En la biología de poblaciones la capacidad de carga se define como la carga máxima del ambiente, que es muy diferente al concepto de equilibrio de la población.

Otra manera de definirla es, el tamaño de una determinada población que puede soportar un hábitat de forma indefinida, sin dañar permanentemente el ecosistema del que depende. En el caso del ser humano podemos decir que es la capacidad que aún tiene el medio ambiente de “soportarnos” como sociedad actual consumista y todo lo que este último calificativo le significa al ambiente.

El ecosistema debe soportar a los organismos y, al mismo tiempo, mantener su productividad, adaptabilidad y capacidad de renovación; facultad que tiene un medio (aire, agua y suelo) para absorber ciertos elementos extraños sin que ello implique cambios en sus relaciones esenciales, o la capacidad que tiene un territorio para soportar un nivel o intensidad de uso.

Actualmente la capacidad de carga está bajo mayor presión por la extracción acelerada de recursos, el deterioro y la acumulación de desechos. Se están usando los recursos a una tasa mayor que la capacidad regenerativa que puedan tener los ecosistemas, provocándose extinción, pobreza y un futuro incierto. A continuación, se observa como fluye la energía en los ecosistemas.



Flujo de energía en los ecosistemas.  
Basado en Vázquez (2001)

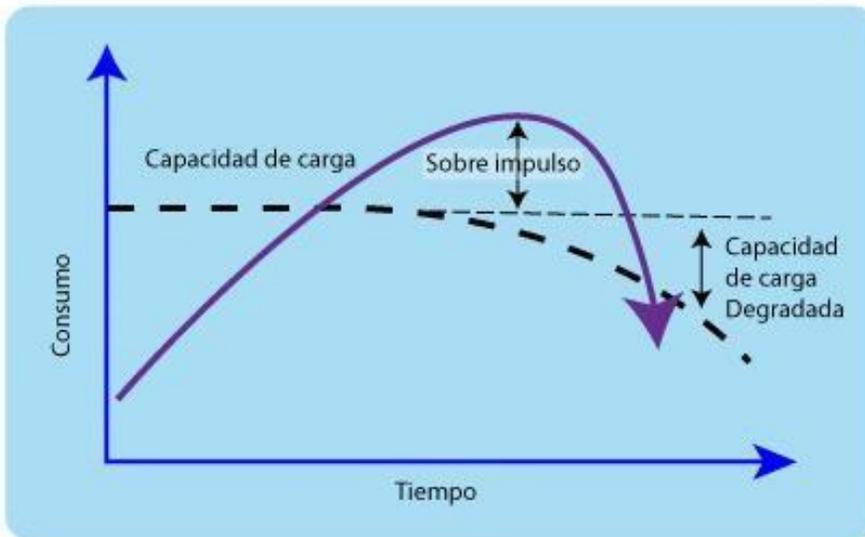


En la siguiente tabla observarás los elementos bióticos y abióticos de un ecosistema que están relacionados a la capacidad de carga que posee un ecosistema. Es importante considerarlos, ya que si se altera alguno de ellos el ecosistema se desequilibra.

Tabla. Elementos del ecosistema relacionados con la capacidad de carga.

Bióticos	Abióticos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riqueza</li> <li>• Diversidad</li> <li>• Estructura trófica</li> <li>• Productividad primaria y secundaria</li> <li>• Patrón de movimiento de energía</li> <li>• Tasa de descomposición</li> <li>• Dinámica de poblaciones naturales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clima y variabilidad climática</li> <li>• Ciclo hidrológico</li> <li>• Ciclos biogeoquímicos</li> <li>• Erosión</li> <li>• Disturbios naturales</li> <li>• Actividades antrópicas</li> </ul>

Gráfica de capacidad de carga del ecosistema.



La siguiente gráfica nos indica el consumo contra el tiempo, y nos marca la línea de capacidad de carga del ecosistema, en donde se visualiza el exceso de consumo y la degradación de la capacidad de carga.

Basado en Vázquez (2001)



Es posible verificar la capacidad de carga degradada cotejando el consumo a lo largo del tiempo.

Aunque los ecosistemas pueden recuperarse de los daños, es lento y en un plazo determinado. Esto puede suceder solo si la tasa de recuperación es igual o mayor a la tasa de daño. Una vez que el índice de daño excede la tasa de recuperación, el ecosistema pierde su poder de recuperación. A esto se le llama **capacidad de carga**.

A continuación, te incluimos el ejemplo de un caso sobre la modificación de la capacidad de carga de un ecosistema. Revisa el siguiente documento denominado [\*El método de la capacidad de carga turística aplicado a la medición de la sustentabilidad de Cozumel, México.\*](#) Lo puedes encontrar en el aula descargando el documento correspondiente.

### 1.1.3. Factores bióticos y abióticos

Los factores abióticos también se determinan como todos aquellos elementos inertes de un ecosistema.

Dentro de los ecosistemas podemos distinguir dos tipos de factores, estos son los abióticos y bióticos; los factores abióticos de un ecosistema son todos aquellos parámetros físicos o químicos que afectan a los organismos. Los componentes abióticos los podemos diferenciar en dos categorías: los que ejercen efectos físicos y los que presentan efectos químicos.

Los **abióticos físicos** son los componentes básicos de un ecosistema, la comunidad biológica o conjunto de organismos vivos de un ecosistema están sujetos a dichos factores. Dentro de estos los más importantes son la luz solar, la temperatura, la atmósfera, la presión atmosférica, el agua, los microclimas y la altitud.

Los **abióticos químicos** son aquellos que ayudan a la realización de las reacciones químicas que se dan en y fuera de un organismo e incluso en un ecosistema, forman parte de los ciclos biogeoquímicos.



En la siguiente tabla se indican algunos de los principales nutrientes que existen en los ecosistemas y la función que tienen cada uno de ellos.

Nutrientes y sus funciones.

Nutriente	Función
Carbono, Oxígeno, Hidrógeno	Forman parte de todas las biomoléculas
Nitrógeno	Es componente de las proteínas y los ácidos nucleicos
Fósforo	Integra compuestos como fosfolípidos, ATP y ácidos nucleicos
Azufre	Forma parte de aminoácidos
Potasio	Es el ión en más alta concentración al interior de las células animales
Calcio	Constituyente de los huesos y el material leñoso de las plantas; juega papel primordial en la comunicación intercelular
Magnesio	Componente de la clorofila, cofactor de enzimas
Sodio	Es el soluto de mayor concentración en el medio extracelular de las células animales

Basado en Vázquez (2001)

Por su parte, los factores bióticos se refieren a las interacciones entre los seres vivos del ecosistema. Los factores bióticos se dice que son todos los organismos que comparten un ambiente.

El siguiente esquema representa la relación de los factores bióticos y abióticos en un ecosistema.





supervivencia y su reproducción en un ambiente definido. La condición de compartir un ambiente dentro de un ecosistema despierta una competencia entre las especies, es decir, una competencia que se da por el alimento, el espacio, etc.

Se dice que la supervivencia de un organismo en un ambiente dado está limitada tanto por los factores abióticos como por los factores bióticos en ese ecosistema. Los componentes bióticos de un ecosistema se localizan en las categorías de organización en Ecología, ellos constituyen las cadenas de alimentos en los ecosistemas.

Mencionando un ejemplo sencillo de estos factores, como puede ser un lago, nos damos cuenta de que en él encontramos gran variedad de organismos vivos que van desde plantas hasta peces. Cada uno de ellos tiene una importante función dentro del ecosistema, lo cual permite clasificarlos en: productores, consumidores, detritívoros y saprófitos.

#### **1.1.4. Biósfera, Biomasa, Resiliencia, niveles de organización y tróficos**

Las Ciencias ambientales incluyen para su comprensión el entendimiento de la vida y los fenómenos que en ella ocurren. Si consideramos que la vida en cualquier nivel de organización es un sistema desde el nivel mínimo de organización de vida que es la célula, hasta su máxima escala que es la Biósfera.

Cuando hablamos sobre la Biosfera sabemos que esta abarca a todos los seres vivos de nuestro planeta y a su hábitat; es el lugar donde se desarrolla su ciclo vital: donde encuentran su sustento para sobrevivir desde los organismos más diminutos hasta las imponentes especies de plantas y animales.

Este término incluye a todos los seres que habitan en la hidrosfera, atmósfera y geósfera, que son parte de las capas que conforman la tierra. La biosfera es una capa de las cuatro que rodean a la Tierra y se determina como la suma de todos los ecosistemas; el término fue acuñado por el geólogo inglés Eduard Suesse en 1831. La biosfera es única, y por el momento no se ha podido encontrar ninguna otra en el universo.



Dentro de la biosfera, tenemos como principal factor la energía del sol que es necesaria para el reciclaje del consumo biosférico. Así como la evapotranspiración de las plantas aporta agua al ciclo hidrológico, la fotosíntesis de las mismas, esta expresada por la productividad de un área determinada cubierta por vegetación, que es un aporte al ciclo del carbono terrestre. El fitoplancton que son (plantas unicelulares) utilizan el  $\text{CO}_2$  (dióxido de carbono) disuelto en el agua (ciclo del carbono oceánico).

En el ciclo del nitrógeno la atmósfera contiene 78% de nitrógeno y está ligado a otros ciclos como son los ciclos del carbono y del oxígeno. El nitrógeno es fijado por bacterias fijadoras, y por el contrario, las bacterias denitrificantes evitan que la mayor parte del nitrógeno se acumule en los suelos, así como en los sedimentos de los cuerpos de agua, como son los océanos y los lagos.

### **Bioma**

Es el conjunto de ecosistemas que se caracterizan por tener una composición de especies y un amplio espectro de tipos biológicos, de plantas donde se encuentran árboles, hierba y arbusto, con un funcionamiento y un ajuste en su clima y un suelo característico. Normalmente se encuentran definidos por la estructura de su vegetación y clima. En algunos casos el bioma se define también por componentes geográficos como la latitud y altitud, y aun se usan nombres regionales como monte, estepa.

A continuación, se mencionan algunos biomas:

- Selva húmeda subtropical
- Bosque templado
- Desierto subtropical
- Sabana tropical
- Pradera de altura

### **Biomasa**

La biomasa es toda sustancia orgánica renovable de origen tanto animal como vegetal que sufre una transformación por descomposición y de la cual se genera energía. La energía de la biomasa se transfiere de la que se encuentra almacenada en los seres vivos. Este término de biomasa también es utilizado en la ecología para llamar a la materia orgánica total, que está presente en un ecosistema dado; en la



microbiología industrial se utiliza como la cantidad de microorganismos que se encuentran en un fermentador o producidos en un cultivo; los vegetales en el proceso de fotosíntesis que realizan dependen de la energía solar captada para formar sustancias orgánicas. Posterior a esto los animales incorporan y transforman esta energía al consumir las plantas como su alimento. Los productos de esta transformación, que se consideran residuos, podrán ser utilizados como un recurso energético, a esto se le conoce como flujos de energía o cadenas tróficas.

Actualmente se han llegado a realizar aprovechamientos de la biomasa como una fuente energética de importancia y con potencial de ser aprovechada para el mundo. Esta la podemos clasificar de acuerdo a su forma de utilización como recurso energético. Se le clasifica de la siguiente manera:

- Biomasa natural, ejemplo: residuos sólidos orgánicos.
- Biomasa residual (húmeda o seca), ejemplo: residuos agrícolas, ganaderos y forestales.
- Cultivos energéticos, ejemplos: originados de las semillas (cereales, oleaginosas, entre otros).

La biomasa como fin energético tiene algunas ventajas medioambientales, estas son las siguientes:

- Disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- No emite contaminantes sulfurados o nitrogenados, ni apenas partículas sólidas.
- Los cultivos energéticos sustituirán a cultivos excedentarios.
- Permite la introducción de cultivos de gran valor rotacional frente a monocultivos cerealistas.
- Puede provocar un aumento económico en el medio rural.
- Disminuye la dependencia externa del abastecimiento de combustibles.

Para ampliar las referencias de las ventajas en la utilización de la biomasa puedes revisar el siguiente sitio: *Miliarium.com: Ingeniería Civil y Medio Ambiente*, en el cual podrás encontrar las características y aplicaciones de la Biomasa. Consúltalo en la sección *Fuentes electrónicas*.

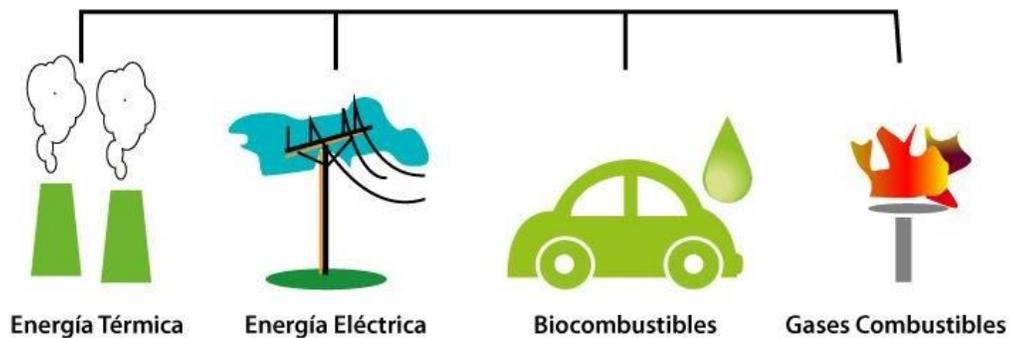


## Aplicaciones de la biomasa

La biomasa como tal cuenta con varias aplicaciones en forma de energía, la cual es transformada de diversas maneras por medio del desarrollo de distintas tecnologías, estas transformaciones pueden ser por combustión directa, pirolisis, gasificación, fermentación y digestión anaeróbica, que le permiten plantear posibles aplicaciones, como la producción de energía térmica, electricidad, biocombustibles, como se observa en la siguiente figura.

Uso de la biomasa como fuente de energía.

### BIOMASA



Basado en Vázquez (2001)

## Resiliencia

En la Ecología de comunidades y en los ecosistemas el término resiliencia nos menciona que es la capacidad de estos de absorber las alteraciones, de manera que no exista una alteración significativa en las características de la estructura y la funcionalidad, es decir, el poder regresar al estado original de una alteración pasada, en este sentido, se observa que en comunidades y ecosistemas más complejos, suelen tener resiliencias mayores ya que poseen una mayor cantidad de mecanismos autoregulatorios de las características y estructuras dentro del ecosistema.



Esta capacidad que tienen los ecosistemas está relacionada directamente con la riqueza de las especies dentro de un hábitat determinado y su traslape en las funciones ecológicas que posean; es decir, un sistema en el cual los integrantes tengan una mayor diversidad y un mayor número de funciones ecológicas que puedan soportar de mejor manera una alteración específica en un hábitat determinado.

El término de resiliencia es introducido dentro de los aspectos de la ecología por Crawford Holling en 1973, como una manera de comprender las dinámicas no lineales, y los procesos por medio de los cuales los ecosistemas se auto-mantienen o autorregulan; según esta definición la resiliencia hace hincapié en las condiciones de un sistema complejo alejado del equilibrio, así esta es medida por la magnitud de alteraciones que puedan ser absorbidas por el sistema (ecosistema), antes de ser reorganizado.

De acuerdo a la definición hecha por la Resilience Alliance (2002) y que es utilizada en algunos libros de texto (Berkes, Colding y Folke, 2003), se define que el concepto de resiliencia tiene tres características determinantes que son las siguientes:

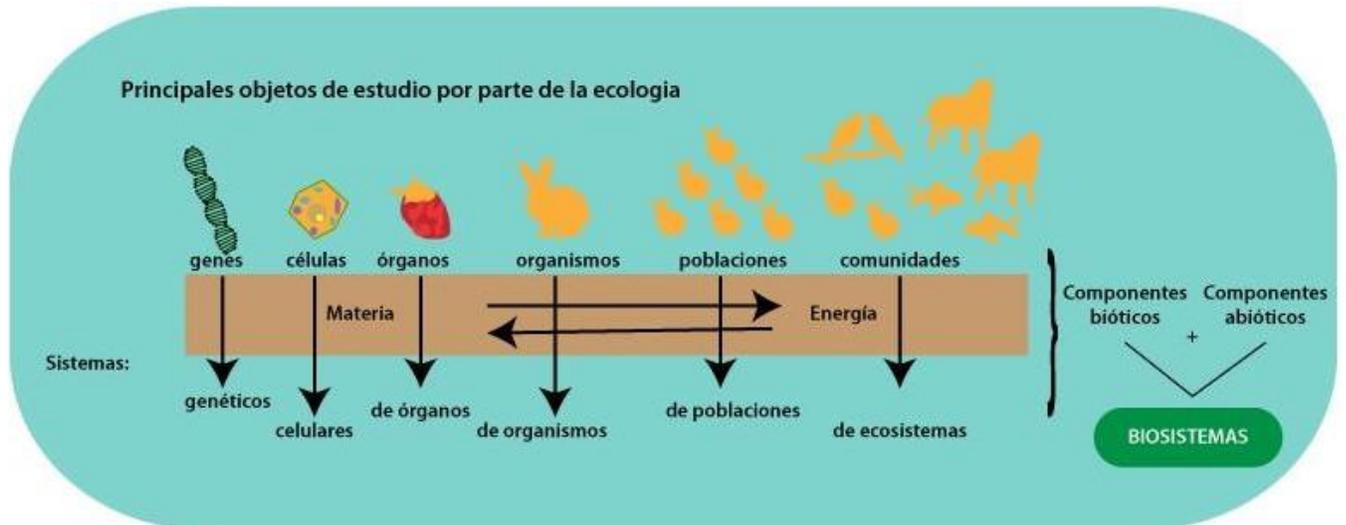
- **Primera**, cantidad de cambio o transformaciones que un sistema complejo puede soportar manteniendo las mismas propiedades funcionales y estructurales.
- **Segunda**, grado en el que el sistema es capaz de auto organizarse y/o autoregularse.
- **Tercera**, esta corresponde a la habilidad del sistema para desarrollar e incrementar la capacidad de aprender, innovar y adaptarse.

### Niveles de organización y tróficos

Es la manera más correcta de estudiar los diversos conjuntos de seres vivos ubicados en su medio ambiente sea a través de un espectro biológico, donde el gen puede considerarse el elemento más sencillo, continuando con las células, organismos, poblaciones y comunidades, todos ellos integran un espectro de interacción con la materia y la energía dentro de un ambiente fisicoquímico, originando lo que se conoce como sistemas funcionales característicos en Ecología.



Niveles de organización de los seres vivos.



Basado en Vázquez (2001)

En la Ecología se consideran los niveles estructurales de más trascendencia a las poblaciones y comunidades (conjunto de poblaciones diversas) que habitan en una determinada área. La comunidad y el ambiente abiótico integran lo que se denomina ecosistema.

El espectro biológico es una transición continua, sin ninguna ruptura a lo largo de su manifestación. Cuando se asevera que los animales superiores y el hombre representan la última unidad organizativa, la idea de un espectro continuo resulta contradictoria. Sin embargo, para la Ecología, la interdependencia, las relaciones recíprocas y la supervivencia representan la imposibilidad de haber una ruptura en la continuidad del espectro de organización. Como se menciona anteriormente, para los ecólogos, la población es el nivel de organización de mayor trascendencia.

Los niveles de organización se refieren a la estructuración de un sistema dado, desde el nivel más simple hasta los niveles más complejos.

Estos niveles se clasifican de la siguiente forma:

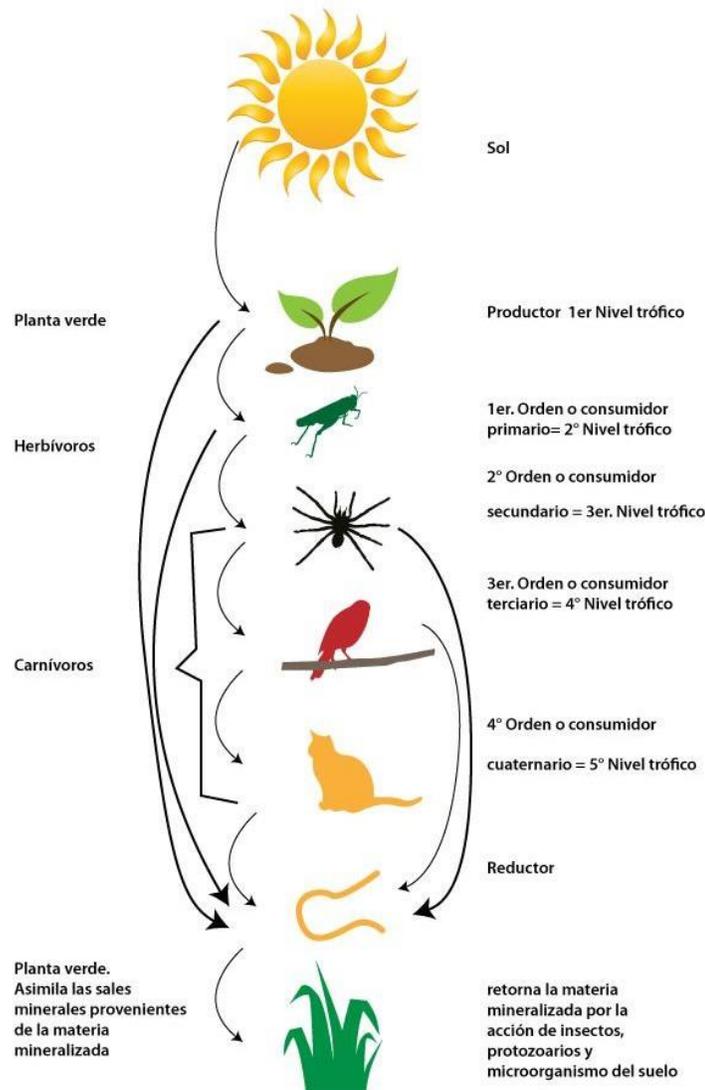
- Ser
- Individuo
- Especie



- Población
- Comunidad
- Ecosistema
- Bioma
- Biósfera

El siguiente esquema representa los diferentes niveles tróficos de los ecosistemas.

### Niveles tróficos.





Basado en Vázquez (2001)

En la actualidad la Ecología es una ciencia de suma importancia ya que, por medio de ella, y la interrelación que se tiene con otras ciencias, se pueden conocer y estudiar algunos comportamientos de los seres que habitan los ecosistemas, así como la alteración de estos por factores internos y externos que los modifican. Esto provoca un aumento o disminución de poblaciones y por ende un cambio en las comunidades que se forman con ellas y por tanto un cambio en los niveles de organización que altera las cadenas tróficas. Por ello es importante conocer los conceptos de Ecología, así como lo que conlleva al estudio de la misma.

## 1.2. Termodinámica y Ecología

La Termodinámica es una rama de la física, y es la encargada del estudio de los efectos que se producen con los cambios de la temperatura, la presión y el volumen en los sistemas físicos en un hábitat o ecosistema.

Dentro de un ecosistema, el término **calor** se entiende como energía en **tránsito** y dinámica se refiere al **movimiento**, por tanto, la termodinámica estudia la circulación de la energía y la manera en la que infunde movimiento en los ecosistemas.

Lo cual tiene relación con la Ecología. Ya que el calor significa **energía en tránsito** dentro de un ecosistema y la dinámica se refiere al **movimiento**, en esencia la energía, por ello la termodinámica estudia la circulación de la energía y cómo la energía infunde movimiento dentro de los diversos hábitats en un ecosistema.

Desde un punto de vista típico, la energía puede definirse como la capacidad de producir trabajo o de transferir calor, mientras que la materia representa algo dotado de masa y, por tanto, ocupa un lugar en el espacio.

Según la física, la materia está constituida por átomos. La materia puede transformarse en energía y la energía en materia. Los biólogos pueden confirmar esta afirmación en el proceso respiratorio, donde los alimentos se desdoblan y liberan energía que poseen.

Como ejemplo de lo mencionado en el párrafo anterior podemos decir, que la energía del sol se utiliza y se va transformando a través de diferentes reacciones



químicas y termina convertida en energía calórica que se irradia de nuevo al espacio. Mientras que los nutrientes de origen químico se conservan, aunque cambien su forma y manera de distribuirse, no salen de la tierra y se van regenerando continuamente.

Los cambios que se llegan a dar dentro de los ecosistemas pueden ser de dos tipos, uno que está gobernado por la termodinámica clásica, la cual conduce a distribuciones uniformes; y el otro se origina por sistemas más heterogéneos y lo estudia la termodinámica de los sistemas abiertos, donde se implica la interacción de sus dos primeras leyes.

Estas transformaciones de la energía se deben a dos leyes de la Termodinámica que son la Primera y Segunda ley, que explicaremos a fondo en la siguiente sección.

Aun las estructuras bien organizadas, como los organismos unicelulares o pluricelulares autótrofos o heterótrofos, están sujetos a la tendencia natural de disminuir el orden energético e incrementar el desorden, esto es, la pérdida de energía sin un aprovechamiento útil. Dicha problemática esta explicada por la primera y segunda leyes de la termodinámica, las cuales tratan de los cambios de la energía en la naturaleza y en el Universo mismo.

### 1.2.1. Primera y segunda ley de la termodinámica en Ecología

Se define energía como la capacidad de mover materia. En contrapartida, ningún cambio en el movimiento de la materia ocurre sin absorción o liberación de energía. Esto significa que ningún cambio en la materia, desde la unión o separación de pocos átomos en una reacción química hasta una gran erupción volcánica, se realiza sin los cambios respectivos de la energía.

Saber que la energía puede ser convertida de una forma a otra ha llevado a numerosos supuestos inventores a construir maquinas o dispositivos que pretenden producir más energía que la consumida. Por desgracia todos estos mecanismos son inútiles, cuando se miden cuidadosamente todas las entradas y salidas de energía, se encuentra que son iguales, que no hay ganancia o pérdida neta de energía.



Esta observación se acepta como una ley fundamental de la naturaleza, es la ley de la conservación de energía, también llamada **Primera ley de la Termodinámica**. En consecuencia, sin entrada de energía, tarde o temprano todos los ecosistemas perderán su energía en calor y se detendrán. Ahora aceptamos esto como otra ley natural, la Segunda ley de la Termodinámica.

La Primera ley de la termodinámica. Postulada por R. Mayer en 1841, también es conocida como el principio de la conservación de la energía, su enunciado afirma: “La energía no se crea ni se destruye sólo se transforma”.

La **Segunda ley de la termodinámica** introduce un concepto de termodinámica especial (la entropía), el cual se asocia a la incapacidad de producir trabajo, ya que cuando un sistema llega a su entropía máxima no puede realizar trabajo alguno. En ese momento, se dice que en ese sistema toda la energía cinética está uniformemente distribuida, pues se considera que ha llegado a su equilibrio. La segunda ley dice también que los sistemas irán espontáneamente hacia una energía potencial menor, una dirección que hace que liberen calor.

Los conceptos de la primera y segunda ley de la termodinámica pueden contrarrestarse, ya que mientras en el primer caso la energía interna del universo se ha conservado porque el calor ganado o perdido por el sistema debe ser igual a la suma del intercambio de calor con el ambiente, más el monto de energía empleada en la realización de diversos tipos de trabajo; en el segundo caso, cuando un sistema, tiende a alcanzar la máxima expresión de la energía cinética y logra su equilibrio, estará imposibilitado totalmente para desarrollar cualquier otro tipo de trabajo.

En los organismos vivientes este equilibrio conduciría al aniquilamiento de la vida, ya que ningún trabajo de transporte, reproducción química de fuentes de carbono, materiales genéticos, etcétera, sería posible en ese estado; sólo se habría obtenido la máxima entropía.

Se puede afirmar que la vida misma es la retroalimentación entre la pérdida y la conservación de las fuentes útiles de energía. La controversia radica en la conservación de la energía interna como fuente de energía útil contra la disminución de la entropía como expresión de una energía cinética no aprovechable para la conformación de trabajo disponible.



Estas leyes son conceptos fundamentales dentro de procesos químicos que se llevan en el universo. Estos son importantes en la química y la física, son la base para muchos de los conceptos biológicos. Son las leyes que dictan cómo la energía puede ser transportada o transferida, que se puede aplicar a la Ecología, ya que la transferencia de energía es lo que impulsa el metabolismo y, a mayor escala, las cadenas y redes alimenticias.

En conclusión, cada vez que veas que algo gana energía potencial, date cuenta de que la obtienen de otro lado (la primera ley). Más aún, la cantidad de energía perdida de ese otro lado es mayor que la que se genera (segunda ley). Vamos ahora a relacionar estos conceptos de materia y energía con las moléculas orgánicas, los organismos, los ecosistemas y la biosfera.

En esta relación entre la formación y la descomposición de materia orgánica y la ganancia y liberación de energía podemos ver la dinámica energética de los ecosistemas.

### 1.2.2. Implicaciones

La energía existe en muchas formas, tales como calor, luz, energía química y energía eléctrica. La energía es la capacidad de producir cambios o para hacer el trabajo.

Las consecuencias de las implicaciones de la termodinámica en los ecosistemas, es que, al hacer algún cambio en la transferencia de energía o destrucción de la materia o el aumento de la entropía, es decir, en la no aplicación correcta de algunas de sus leyes, llega a ocasionar un desequilibrio en los ecosistemas, esto altera o modifica el crecimiento poblacional de algunas especies, haciendo que los niveles de organización se modifiquen y las cadenas tróficas se vean en problemas de equilibrio.

Esto puede ocasionar una reducción de especies o poblaciones, y causando un problema de desequilibrio en la capacidad de carga de uno o varios ecosistemas.

La energía está relacionada con los cambios dinámicos que se utilizan para efectuar un trabajo dentro de un hábitat por parte de las especies que habitan ahí; sin embargo, los cambios dinámicos se deben a fuerzas no balanceadas. La energía se



encuentra en diversas maneras y formas interrelacionadas. Las observaciones de los cambios de energía han demostrado que ésta se puede almacenar y transformar, pero no se puede crear ni destruir. A continuación, se considera un ejemplo de la forma en que la energía se relaciona en el medio ambiente. Ciertos procesos que se producen en el sol, liberan energía, esta energía se llama energía solar o radiante (luz del Sol) que se desplaza a través del espacio y choca con la tierra. Parte de esta energía radiante la absorben los cuerpos de agua y se convierte en energía calorífica.

El objetivo del ejemplo anterior es demostrar el significado de la energía y las transferencias de ésta, que se dan dentro y fuera de los ecosistemas. En la ecología se centra el interés en las transferencias de energía relacionadas con los procesos químicos dentro de los ecosistemas. El uso de la energía es esencial dentro de una población determinada ubicada en un ecosistema.

Las dos leyes de la termodinámica permiten contabilizar toda la energía que interviene en los sistemas ecológicos, es decir, de dónde viene y a dónde va. También indican que, cuando la energía fluye a través de un sistema ecológico, cada vez es menor su capacidad para producir trabajo.

Por todo esto se considera a las leyes de la termodinámica como algo esencial dentro de los ecosistemas, ya que a través de ellas podemos conocer las transferencias y transformaciones de los flujos o cantidades de energía que se dan en un ecosistema dado, ya sea por las fugas de ésta por medio de un proceso de transformación inadecuado o por la falta de la misma en dichos procesos; mencionado un efecto de esto como el aumento de temperatura como una alteración dentro de un ecosistema, provocando con ello una pérdida de humedad o máxima evaporación de agua dentro del mismo, haciendo que las poblaciones o comunidades dentro de los diferentes hábitats que conforman el ecosistema se vean alteradas y modificadas.

Es por esto que el eje de la interacción entre los organismos y su medio ambiente es la necesidad de energía para llevar a cabo sus procesos vitales. Piensa, por ejemplo, en la energía que usan las hormigas para cargar objetos mucho más grandes que ellas o en la energía que usan las aves para migrar miles de millas.

¡Piensa en la energía que necesitas para levantarte cada mañana! El flujo de energía a través de un ecosistema es uno de los factores más importantes que determinan la capacidad del sistema para mantener la vida.



Con esto podrás preguntarte ¿De dónde proviene la energía para los procesos vitales?, ¿Cómo fluye la energía a través de los sistemas vivos?, ¿Cuán eficiente es la transferencia de energía entre los organismos de un ecosistema?

Concluyendo, se puede mencionar que las leyes de la termodinámica que se mencionan en los párrafos anteriores son las leyes naturales de mayor importancia que se aplican a todas las cosas. Hasta donde se sabe, no existe ninguna excepción o innovación tecnológica que pueda violar dichas leyes. Cualquier sistema artificial o natural que no se ajuste a ellas está destinado a desaparecer.

Las dos leyes de la termodinámica se ejemplifican mediante el flujo de energía que sucede en un ecosistema dado.

### Cierre de la Unidad

Cuando se realiza el estudio de la relación entre los seres vivos (organismos) y el medio físico y biológico en el que habitan. Donde el medio físico incluye la luz y la radiación del sol, la humedad, el oxígeno, y otros factores más, y el medio biológico se encuentra formado por los organismos vivos, como plantas y animales; es necesario estudiar a los organismos dentro de su medio ambiente natural, debido a esto la Ecología busca servirse de otras disciplinas para poder estudiar las relaciones que se dan entre organismos y su hábitat.

Es por eso el gran interés de la opinión pública a los problemas del medio ambiente ha convertido a la Ecología en un término a menudo mal empleado, se le ha confundido con programas ambientales; aunque se trata de una disciplina con diferencias científicas. Esta contribuye al estudio y comprensión de los problemas que suceden dentro y fuera de un ecosistema dado.

Por ello, la importancia de conocer y entender los conceptos de Ecología, así como de los factores bióticos y abióticos que componen un ecosistema ya que ellos son la fuente de sustento dentro de un hábitat específico, y si son alterados o modificados pueden tener grandes repercusiones en las poblaciones y comunidades que existen en cada uno de los ecosistemas o biomas que componen la Biosfera; la capacidad de carga y los procesos termodinámicos tienen una gran interrelación e interdependencia entre ellos y los ecosistemas, ya que esto permite determinar y autorregular las comunidades bióticas dentro de los ecosistemas.



## Para saber más



Para ampliar la información sobre los fundamentos de la Ecología puedes consultar el siguiente sitio llamado *Naturaleza educativa. Portal educativo de Ciencias Naturales y Aplicadas*, donde podrás encontrar diferentes secciones temáticas sobre ciencias, actividades ecológicas, noticias, etc.

**Consulta** la liga:

[http://www.natureduca.com/cienc\\_hist\\_precursores.php](http://www.natureduca.com/cienc_hist_precursores.php)



Si quieres saber sobre la relación de la Ecología en nuestro país puedes consultar la *Enciclopedia de las Ciencias y la Tecnología en México* creado por el CONACYT, la UAM y varias instituciones, en donde podrás encontrar temas de Botánica, Zoología y Ecología además podrás retomar la temática de la Ecología en México para poder ampliar y profundizar tu conocimiento.



Para completar la información sobre los términos de Ecología, puedes consultar el *Diccionario de Ecología: Paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica*. (2001), disponible en <http://www.ensayistas.org/critica/ecologia/diccionario/>



En esta liga podrás consultar el *capítulo 6. Reseña histórica*, escrito por Carolina Shepard-Espinoza y Gustavo D. Danemann, en el libro *Bahía de los Ángeles: recursos naturales y comunidad. Línea base 2007 en Baja California*, en donde encontrarás el desarrollo a través de la historia de la conservación ecológica en un ecosistema y sus impactos mediante la actividad humana. **Consulta** la siguiente liga: [https://www.researchgate.net/publication/271704390\\_Resena\\_historica\\_de\\_Bahia\\_de\\_los\\_Angeles\\_Baja](https://www.researchgate.net/publication/271704390_Resena_historica_de_Bahia_de_los_Angeles_Baja)

## Fuentes de consulta





### Bibliografía básica

1. González Fernández, A. (2005). *Ecología*. México: Editorial Mc Graw Hill.
2. Miller, Tyler Jr. (2007). *Ciencia Ambiental preservemos la Tierra*. México: Pearson Educación.
3. Odum, E. P. (2007). *Fundamentos de Ecología*. México: Nueva Editorial Interamericana.
4. Odum, E. P. y Barrett, G. W. (2005). *Fundamentals of ecology*. 5ª ed. USA: Brooks/Cole Publishing Company, Pacific Grove, CA.
5. Piñol, J., Martínez-Vilalta, J. (2006). *Ecología con números: una introducción a la Ecología con problemas y ejercicios de simulación*. España: Lynx Edicions, Bellaterra.
6. Purata Velarde, S. (2005). *Ecología*. 2ª ed. España: Santillana.
7. Begon, M., Harper, J. L., Townsend Colin, R. (2001). *Ecología: individuos, poblaciones y comunidades*. 3ª ed. Barcelona: Omega.
8. Valverde, T., Cano-Santana, Z., Meave del C, J., Carabias, J. (2005). *Ecología y medio ambiente*. México: Pearson Educación de México.
9. Samo Lumbreras, A. J., Garmendia Salvador, A., Delgado, J. A. (2008). *Introducción práctica a la Ecología*. Madrid: Pearson Prentice-Hall.
10. Vázquez Torres, G. (2001). *Ecología y formación ambiental*. México: McGraw Hill Interamericana Editores.

### Fuentes electrónicas

1. Baudry, F. B. y Burel, F. (2004). *Landscape ecology: concepts, methods, and applications*. Recuperado el 24 de octubre de 2011, de: <http://books.google.com.mx/books?id=7-1HngEACAAJ&dq=Landscape+ecology:+concepts,+methods,+and+applications&hl=es&sa=X&ei=T18gVPL8KdDioASBnICIAg&ved=0CCoQ6AEwAg>
2. Ciencia y Biología. (2014). *Índice de Ecología*. Recuperado el 23 de octubre del 2011, de: <http://www.cienciaybiologia.com/ecologia/index.htm>
3. CONABIO. (2008). *Biodiversidad Mexicana*. Recuperado el 25 de octubre del 2011, de: <http://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/sitiosweb.html>



4. Dajoz, R. (2002). *Tratado de ecología*. Recuperado el 24 de octubre de 2011, de:  
[http://books.google.com.mx/books?id=Dts0snayvm8C&pg=PA280&dq=ecosistema&hl=es&ei=9KSITtLINuXKiQKJ59GICg&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=2&ved=0CDEQ6AEwAQ#v=onepage&q=ecosistema&f=false](http://books.google.com.mx/books?id=Dts0snayvm8C&pg=PA280&dq=ecosistema&hl=es&ei=9KSITtLINuXKiQKJ59GICg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=2&ved=0CDEQ6AEwAQ#v=onepage&q=ecosistema&f=false)
5. Eastaugh, B., y Sternal-Johnson, C. (2009). *Unidad 1.1. Ecología y Ciencias Auxiliares*. Recuperado el 24 de octubre de 2011, de:  
<http://ecologia2009.wordpress.com/category/unidad-1-1-ecologia-y-ciencias-auxiliares/>
6. Ingeniería Civil y medio ambiente. (2008). *Biomasa*. Recuperado el 20 de octubre del 2011, de:  
<http://www.miliarium.com/Bibliografia/Monografias/Energia/EnergiasRenovables/Biomasa/Welcome.asp#Ventajas>
7. Mellón, J. A. (2002). *Las ideas políticas en el siglo XXI*. Recuperado el 24 de octubre de 2011 de:  
<http://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=U0pjfTGiwA4C&oi=fnd&pg=PA147&dq=ecologismo+definicion&ots=R2ksjRmxj0&sig=1SKiNlrvKMmWcigzr31ZN0ho08A#v=onepage&q&f=false>
8. Morales-Betancourt, J. (2006). *El Páramo: ¿Ecosistema en vía de extinción?* Recuperado el 23 de octubre de 2011, de:  
[http://lunazul.ucaldas.edu.co/index.php?option=com\\_content&task=view&id=44&Itemid=44](http://lunazul.ucaldas.edu.co/index.php?option=com_content&task=view&id=44&Itemid=44)
9. Sarmiento, F. (2001). *Diccionario de Ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica.*, Quito: Ediciones Abya-Yala CLACS-UGA, CEPEIGE, AMA [Primera edición digital 2001]. Recuperado el 9 de octubre 2011, de: <http://www.ensayistas.org/critica/ecologia/diccionario/>
10. Shepard-Espinoza, C. y Danemann, G. Reseña histórica. En Danemann, G. y Ezcurra E. (Ed.), *Bahía de los Ángeles: recursos naturales y comunidad. Línea base 2007* (pp. 147-177). México: SEMARNAT, Pronatura Noroeste A.C., San Diego Natural History Museum, INE- SEMARNAT.



### Revistas electrónicas

11. The Ecologist en Español para España y Latinoamérica. (2010). *The Ecologist en Español para España y Latinoamérica*. Recuperado el 23 de octubre 2011, de: <http://www.theecologist.net/files/docshtm/index.asp>
12. Ecosistemas, revista científica y técnica de ecología y medio ambiente. (2004). *Efectos biológicos de la fragmentación de hábitats: nuevas aproximaciones para resolver un viejo problema*. Recuperado el 21 de octubre del 2011 de <http://www.revistaecosistemas.net/>